SITZUNGSBERICHTE
DER LEIBNIZ-SOZIETÄT
Band 02 • Jahrgang 1995

Reinhardt Becker Verlag Velten

ISSN 0947-5850 ISBN 3-89597-255-X

Inhalt

Globaler Wandel II

Evolution Mensch Technik

Friedhart Klix

Die Erforschung des menschlichen Genoms - Fakten, Probleme und Konsequenzen >>>

Helmut Böhme

Die Erforschung des menschlichen Genoms >>>

Günter Albrecht und Dieter Nebel

Risiko Technik >>>

Franz-Heinrich Lange

Perspektiven einer methodischen Systemtheorie >>>

Bernhard Graefrath

Die "Neue Weltordnung" und die UNO >>>

Mitteilungen aus der Leibniz-Sozietät

Samuel Mitja Rapoport

Rede zum Leibniz-Tag 1994 >>>

Vorstellung neuer Mitglieder

125 Peter Althaus (125), Helmut Bock (126), Siegfried Franck (128), Conrad Grau (128),
Klaus Jakobs (130), Adolf Kossakowski (131), Hubert Laitko (133), Adolf Laube (135),
Reinhard Mocek (137), Tomas Porstmann (138), Dieter Spänkuch (140), Helmut Steiner (142) >>>

Nachrufe

144 Wolfgang Weichelt (144), Walter Markov (145), Helmut Haenel (146), Robert Rompe (146), Hans Mottek (147), Wolfgang Heinrichs (148), Werner Peek (149), Ulrich Röseberg (150) >>>

Friedhart Klix

Stabilität und Wandlungen in geistigen Dispositionen des Menschen

Vortrag, gehalten im Plenum der Leibniz-Sozietät am 20. Januar 1994[1].

Teil I: Zur Evolution kognitiver Leistungen

1. Zur Einführung

Kognitive Prozesse sind ihrem Wesen nach Erkenntnisprozesse. Sie beginnen mit der Aufspaltung des Reizeinstromes an den Rezeptoren der Sinnesorgane und enden mit dem Ansprechen von Gedächtnisstrukturen oder ihren Veränderungen. Ihre Bewährung finden sie während des aktiven Verhaltens in einer komplexen und dynamischen Umwelt.

Die Entstehung kognitiver Prozesse und Leistungen ist Teil der Erdgeschichte und damit der Evolution anorganischer wie organischer Strukturen. Evolutionsgeschichte beginnt mit den Wechselwirkungen zwischen instruktionsfähigen Nukleinsäuren und bindungslabilen Proteinen. Es war dies eine Basis für die variationsreiche Entwicklung von Lebensformen auf der Erde. Der Vorgang dauert seit etwa 3 1/2 Milliarden Jahren an.

Die Wandlungen der physischen Erdoberfläche und die Evolution der Organismen beeinflussen sich gegenseitig. Dabei ist die Erdgeschichte als dynamisch wirkende Einflußsphäre für die biologische Evolution deren Schrittmacher. Dreimal sind durch erdgeschichtliche Veränderungen die Weichen zu jenen Triebkräften der Evolution hin gestellt worden, durch die die Ausbildung kognitiver Dispositionen beschleunigt wurde. Dies deshalb, weil ihre Ausprägung einen Selektionsvorteil bedeutete. Das waren die folgenden Veränderungen, die globalen Einflüssen folgten:

- Zum *ersten* die Anreicherung der Uratmosphäre mit freiem Sauerstoff. Frühe Algenarten setzten die Photonen des Sonnenlichts in Zucker und in Stärke um. Andere spalteten Wasser auf in Wasserstoff und Sauerstoff.

---

[1] Überarbeitete Fassung des Plenarvortrages. Sie baut auf einem Beitrag des Autors auf in : Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C: Theorie und Forschung, Serie II: Kognition, Band G: Wissenspsychologie, Herausgeber F. Klix und H. Spada, Verlag C. J. Hogrefe, Göttingen
(mit freundlicher Gnehmigung des Verlages C. J. Hogrefe).

Schwefelbakterien konnten umschalten von anaerobem zu aerobem Stoffwechsel. Dabei erhöhte sich die Energieausbeute um den Faktor 14. Dadurch wurde auch der Weg zu differenzierteren Lebensformen geebnet. Denn die sind mit höherem Energieverbrauch verbunden.

- Die *zweite* Weichenstellung war mit der partiellen Austrocknung von weiten Gebieten der Erdoberfläche verbunden. Sie war geophysikalisch bedingt und erzwang den zunächst zeitweiligen Übergang zum Landleben. Der Prozeß begann vor etwa 350 Millionen Jahren und führte zu den höheren Wirbeltier- und schließlich zu den frühen Säugetierarten mit innerer Befruchtung, mit Thermoregulation, lautlicher Kommunikation (am Tage *und* in der Nacht) und schließlich auch zu Kooperation. Die Komplexität der Umweltereignisse nimmt mit der Festlandbesiedelung (relativ gesehen) rapide zu. Kausale und zufällig aufeinander folgende Ereignisvernetzungen werden zunehmend weniger durchschaubar. Was hier und jetzt sich an Erkennung und Entscheidungen bewährte, das konnte an anderem Ort oder zu anderer Zeit ein Irrtum sein. Da mußte die bis dahin vorherrschende, instinktive Verhaltensorganisation versagen. Denn Instinktverhalten ist auf relativ stabile Biotope eingestellt mit fest bleibendem Signalement für die Erkennung und Verhaltensentscheidung. Die Selektion durch die Kräfte einer komplexen und turbulenten Welt begünstigt umstellungsfähige und damit flexible Verhaltensmuster. Sie fördert damit Lernfähigkeit und - komplementär dazu - Vergessen[2].

Durch Lernvorgänge bilden sich zwei adaptive Strategien aus:

1. Die assoziative Speicherung von zeitweilig verläßlichen Zusammenhängen in der Umwelt. Sie können durchaus statistischer Natur sein.

2. Elementare Bewegungsaktivitäten werden wie Operationen zur Erzeugung neuer Umgebungszustände eingesetzt. Aktivitäten führen zu Transformationen in der Umwelt. Sie lehren die Welt des Möglichen zu entdecken. In der Evolution bildet sich über die primitivere Lebensweise in Nischen eine Primatenstrategie des Überlebens heraus. Die Nischenstrategie, prototypisch bei Insekten ausgebildet, beruht auf punktgenauer Signalauswertung, die Primatenstrategie auf Vergleichen und Berechnen teils unscharfer Informationen aus verschiedenen Sinnesorganen. Beide Strategien bewähren sich bei der Rekonstruktion von Wahrnehmungsbildern und der Prädikation ihrer Folge-

---

[2] In evolutionsbiologischer Sicht ist Vergessen genau so adaptiv wie ursprünglich Lernen. Wenn zuvor gültige und relevante Zusammenhänge außer Kraft gesetzt sind, dann ist es nützlich, sie für Verhaltensentscheidungen nicht mehr zu beachten. Dies eben leistet der Vergessensvorgang.

zustände. Allerdings auf unterschiedliche Weise, die verschiedene nervale Kapazitäten voraussetzt (vgl. Klix 1992).

- Das *dritte*, Kognition stimulierende Ereignis begann vor etwa 3 1/2 Millionen Jahren mit lang- und kurzzeitigen Wechseln von Vorzugstemperaturen auf der Erdoberfläche; eben mit den Eiszeiten. Zehntausende von Generationen zogen äußerlich wie in Haufen als Vor- oder Frühmenschengruppen durch Tundren und Endmoränen, durch austrocknende Hitzegebiete oder durch Eisgebirge und Schneestürme[3]. In diesen scheinbaren Haufen bildeten sich die ersten sozialen Gliederungen und Binnenstrukturen. In den Zwängen der Eiszeiten wandelten sich Kommunikation und Kooperation grundlegend. Über große Distanzen bewährte sich eine die Lautierung begleitende Gebärdengestik. Aus ihr ging, durch physische Umstände erzwungen (s. unten) bei angestrengter Arbeit und wohl auch beim Planen von Unternehmungen die Lautsprache hervor. In der Endphase dieser Entwicklung entstanden Schrift und Zahlsysteme - und mit ihnen die Metaebene des menschlichen Denkens. Dies wurde in der Zeitspanne zwischen 40000 und 12000 Jahren v.Chr. die Voraussetzung für die Ausbildung stabil organisierter gesellschaftlicher Strukturen. Es begann im vorderen Orient und breitete sich über eine Mittelmeerzone weit nach Osten aus; über den süd-, mittel- und nordostasiatischen Raum bis hin zur Besiedelung Nord- und Mittelamerikas.

Von diesen drei langgestreckten, evolutionär wirksamen Perioden sind unter verhaltensbiologischen und kognitiv-psychologischem Aspekt vor allem der Abschnitt zwei und drei von Bedeutung.

Der Abschnitt zwei umfaßt die evolutionsgeschichtlich längste Periode. Es ist ein Zeitraum, in dem viele für die heutige Erde noch immer adaptive Verhaltensprogramme entstehen. Sie sind bis zum heutigen Menschen genetisch wirksam geblieben. Die Selektion ist über ungezählte Generationen hin am Werke gewesen. Die adaptiven Verhaltensmuster sind über die Begünstigung der Fruchtbarkeit und Ausbreitung zufällig besitzender Individuen als genetische Mitgift bis auf unsere Tage wirksam geblieben. Mit ihrem Nachweis werden wir uns im nächsten Abschnitt befassen. Eine andere Konsequenz aus dieser Periode zunehmender Komplexität ist ein ebenso globaler wie folgenreicher Vorgang: der Auf- und Ausbau der Lernfähigkeit. Auch sie wird als Disposition vererbt. Das gilt nicht nur in einem sehr allgemeinen Sinne, sondern auch als Disposition für das Erlernen spezifischer Leistungen, wie zum

---

[3] Neue Untersuchungen im Grönlandeis bezeugen, daß es in diesen Perioden starke und kurzzeitige Temperaturschwankungen gab, die die rein thermische Anpassungsfähigkeit der Körpertemperatur überforderte. Es mußten technische Mittel der Wärmestabilisierung gefunden werden: Felle, Hütten und schließlich das Feuer verrichteten diesen Dienst.

Beispiel für den Erwerb der Sprache. Der Ausbau der Lernfähigkeit und ihrer Resultate leiten den Übergang zur vor- und frühmenschlichen Intelligenz ein. Die ersten möglichen Auswirkungen sind wie eine Mitgift der Evolutionsgeschichte zur Bewältigung der ersten Sozialisationsprobleme, wie sie mit der entstehenden Seßhaftigkeit und zunehmenden Siedlungsdichte verbunden sind. Dieser Prozeß wird zunächst durch geobiologische Wandlungen eingeleitet. Er setzt sich danach durch Wechselwirkungen zwischen soziologischen Faktoren und kognitiven Prozessen fort.

Wir betrachten zunächst die adaptiven Erkennungsprogramme, wie sie aller Wahrscheinlichkeit nach vorwiegend in dieser zweiten Periode ausgebildet wurden.

2. Über adaptive Nervennetzverschaltungen bei statistischen Invarianzeigenschaften im Reizangebot

Die Erkennung von Invarianzeigenschaften in turbulenten, semistochastischen Umwelten beruht auch auf Berechnungsvorgängen von Nervenzellgruppen. Dabei spielen Mittelungsvorgänge über Häufigkeiten eine besondere Rolle. Wir wollen das an einem Beispiel erläutern:

Nur für einen winzigen Teil der Erdgeschichte gab es für die Augen von Mensch und Tier zahlreiche Lichtquellen. Über hunderte Jahrmillionen hatte die visuelle Erkennung aller Wirbeltiere eine Lichtquelle zur Voraussetzung, eben die vom Horizont her über Zenit und wieder Horizont einstrahlende Sonne. (Das Mondlicht hat, wie wir sogleich erkennen werden, die gleiche informative Funktion und stammt ja auch von der Sonne.) Sonnenlicht wurde in vieler Hinsicht zum Informationsträger über Umgebungseigenschaften. Auf sie hin mußte die räumliche Verhaltensregulation ausgelegt werden. Dabei spielt eine Invarianzeigenschaft zwischen der Räumlichkeit in der Körperwelt und der Leuchtdichte des reflektierten Lichts eine bedeutsame Rolle: Bei nach vorn konvexen Oberflächen, wie etwa beim Anblick einer Kugel, beginnt der die Oberfläche abdunkelnde Schatten unterhalb größter Nähe (an der Mittellinie) und nimmt nach unten hin zu. Bei Konkaven (nach innen hohlen) Krümmungen ist das umgekehrt, dort liegt die stärkste Schattendunkelung an der oberen Kontur, und die Aufhellung nimmt über den Kugeläquator zum unteren Rand hin zu Ramachandran (1988) hat mit zahlreichen Beispielen gezeigt (vgl. Abb. 1), daß unser Wahrnehmungssystem diesen Zusammenhang für die Rekonstruktion von Räumlichkeit verwendet. Diesem Vorgang liegt eine statistische Invariantenbildung zugrunde. Sie ist allem Anscheine nach ein evolutionsgeschichtlich entstandenes, genetisch fixiertes Anpassungsergebnis.

Der Effekt paßt im übrigen gut zu Annahmen über die Funktionsweise parallel arbeitender, erkennender Nervennetze (Seijnowski, 1987). Ganz Ähnliches ließe sich für jene (ebenfalls statistischen) Invarianzeigenschaften zwischen der Verteilung von Räumlichkeit im Wahrnehmungsraum und Gestaltgesetzen nachweisen.

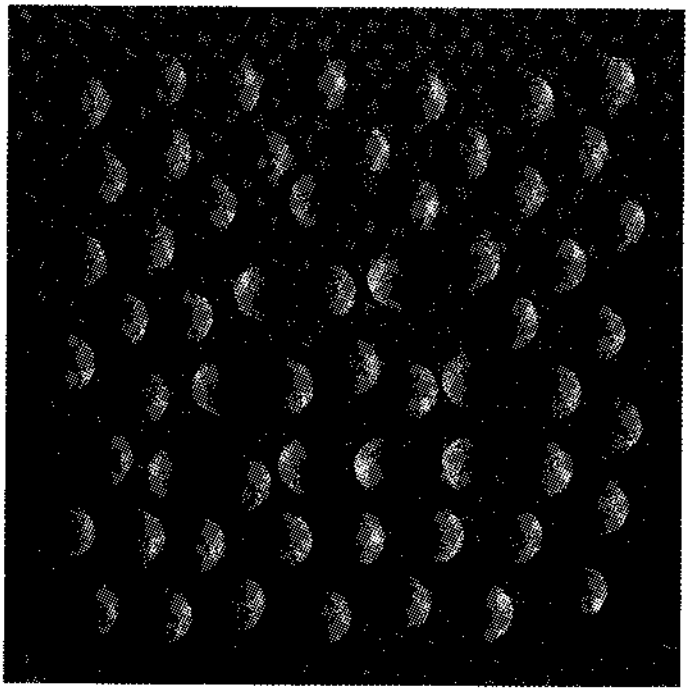


Abb. 1
Räumliche Wirkungen bei der allmählichen Aufhellung oder Abdunkelung von flächigen Mustern. Es wird begründet, daß es sich hier um nervale Transformationen von Helligkeitsdifferenzen in Tiefenunterschiede handelt. Sie werden als evolutionsgeschichtlich erworbene Umrechnungen der Reflexionen des Sonnenlichts in räumlich erstreckte Körperoberflächen angesehen. Aufhellung, von oben her abnehmend, und Abdunkelung, von der Mitte zur unteren Hälfte hin, tritt bei erhabenen Kugelflächen (zum Beobachter gerichtet) ein; Schatten oben (innen) und Aufhellung nach unter hin entsteht bei Wölbung einer Kugelfläche vom Beobachter weg. Die Schwarz-Weißverteilung alleine erzeugt die Wirkung nicht (oben links). Dreht man die Abbildung um 90°, dann erkennt man im unteren Bilde ein mit der Spitze nach rechts liegendes Dreieck. Die Aussonderung des Dreiecks folgt der eben beschriebenen Licht-Schattenverteilung (nach Ramachandran 1988)

3. Über adaptive Organisation bei der Ausbildung von Gedächtnisbesitz

3.1 Elementare Lernprozesse und ihre Vervollkommnung

Lernen bildet Gedächtnisbesitz. Gegenüber der zeitlich sehr trägen Umstellungsfähigkeit instinktiver Verhaltensmuster haben in turbulenten Umwelten rasch ablaufende Anpassungsvorgänge an sich schon hohen Selektionswert. Dabei spielt die sensorische Erkennung von Zusammenhängen in der Umwelt eine bedeutende Rolle.

Die evolutionäre Vervollkommnung von Lernprozessen und Lernleistungen beruht auf der Erkennung von vergleichsweise auch kurzfristig gültigen und zuverlässigen Zusammenhängen zwischen den Signalements wahrnehmbarer Umweltzustände. Die einfachsten Formen liegen in der bedürfnisgerechten Registrierung und Speicherung von Regelhaftigkeiten in der Aufeinanderfolge von Umweltereignissen. Zentralnervöse Registrierung und bedürfnisgebundene Bewertung wirken zusammen.

Frühes Kennzeichen bestehender Lernfähigkeit ist die Bildung bedingter Reaktionen. Eine angeborene Erkennung b*edeutsamer* Umweltzustände wie etwa die Wahrnehmung von Nahrung bei Hunger oder Flüssigkeit bei Durst, das Erleiden von Schmerz durch Stich, Stoß oder Schlag, die Erkennung von Sexuallockstoffen in der Paarungsphase wird außerhalb eines Labors in Zusammenhang mit räumlich wie zeitlich koinzidenten Reizen wahrgenommen. Treten solche Begleitreize regelmäßig mit vererbter Signalerkennung auf, dann wird diese Zusammengehörigkeit zu einem registrierten Ereignis und in dieser Verbindung auch im Gedächtnis gespeichert. Dabei spielen die Zeitverhältnisse eine bedeutsame Rolle. Nur wenn der begleitende Reiz zeitlich etwas vor dem bedeutungsvollen Reiz auftritt, wird diese Zusammengehörigkeit rasch und zuverlässig im Gedächtnis gespeichert. Der begleitende Reiz wird zur bedeutungsvollen Ankündigung für zu Erwartendes. Gleichzeitig mit dem wirksamen Signal oder nachher erst auftretende Reize erzeugen diesen Speicherungseffekt nicht. Eine besonders günstige Zeitdifferenz für den Zusammenschluß beider Wirkungen im Gedächtnis liegt bei etwa 1/2 Sekunde. Darin wird die adaptive Voreinstellung von Nervensystemen deutlich, in denen vernetzte Erkennung stattfindet: In einem sehr komplexen szenischen Geschehen werden jene invarianten Zusammenhänge extrahiert, die - wenn auch nur kurzfristig - *Bevorstehendes* zu erkennen erlauben. Schon der einfachen bedingten Reaktion kommt damit das Kriterium der Prädiktivität zu (vgl. dazu auch Hoffmann, 1993).

Die zweite Quelle prädiktiver Lernleistungen hat mit aktivem Verhalten zu tun. Wenn bei höheren Organismen, Säugern zumal, Aktivitäten des Körpers in die Umwelt eingreifen, sei es durch bloße Bewegung, Stoß, Schlag oder

Zufassen, so ändern sich dadurch in der Regel auch die zugehörigen Situationseigenschaften. Und falls solche Veränderungen regelhaft auftreten; wenn also eine Aktivität a_i, angewandt auf Situationseigenschaften S_i deren Wahrnehmungsbild zu Eigenschaften Sj abwandelt, dann wird diese Zusammengehörigkeit im Gedächtnis ebenfalls fixiert. Es entstehen mit der Speicherung solchen Zusammenhanges Gedächtnistripletts der Art a_i $(S_i) \rightarrow (S_j)$ oder kurz: $a_i(S_{ij})$. Sie kennzeichnen als Wissenselemente die Veränderbarkeiten einer gegebenen Umweltsituation durch verfügbare Aktivitäten $\{a_i\}$.[4]

Beide Resultate, sensorische Verbundereignisse und sensomotorisch wirksame Verhaltensaktivitäten bilden die elementaren Wissenseinheiten einer adaptiven (weil lernfähigen) Gedächtnisstruktur. Sie bilden die Basis höherer Organisationsformen des Wissens im Gedächtnis.

Die zitierten Gedächtnistripletts sind nicht nur Träger assoziativer, sondern auch konstruktiver Information. Der gleiche Vorgang, der sie entstehen läßt, ermöglicht die Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit. Wenn $a_i(S_{ij})$ und $aj(S_{jk})$ bekannt sind, dann ist mit deren Assoziativität auch $(a_ia_j)S_i \rightarrow S_{ik}$ verfügbar. Dieser Erweiterung entspricht die Fortsetzbarkeit sensomotorischer Aktivitäten bis hin zu einer entfernten Zielerreichung. $a_{i,...,}a_n(S_i) \rightarrow S_{i,...,n}$ beschreiben das Wissen um eine Serie von Verhaltensschritten mit einem Endzustand S_n. Ihnen ist eine Folge von Umweltänderungen komplementär zugeordnet. Solche *Verkettungen* erzeugen Verhaltensfolgen, die wie Programme für Situationsänderungen funktionieren und die auch als Handlungen verfügbar sind: Knotenbinden, Gewehr laden, Zahnziehen, Pullover stricken, Essenkochen, Haare schneiden.

Man kann solche Verhaltensketten auch vom Ende aus sehen. Beispielsweise von einem vorgestellten Endzustand her. Die Frage an die Gedächtniseintragungen ist nun: welche Verhaltensfolge kann diesen Endzustand erzeugen. Dazu sind aktive Gedächtnisprozeduren erforderlich. Verkettungen gehören zu ihnen. Auf andere kommen wir noch zu sprechen. Bedeutsam ist, daß Gedächtnistripletts in ihrer Abfolge kombiniert werden können. Dies führt zur Erkenntnis der konstruktiven Kapazität von Gedächtnisfunktionen; eben daß verschiedene Wege zu einem Zielzustand konstruiert werden

[4] So wird Draht als biegbar gespeichert, ein Holzstäbchen als zerbrechbar, eine Glasscheibe als durchstoßbar usf. Kombinationen von sensorischen und sensomotorischen (operativen) Assoziativitäten sind dem "Schlüsselwissen" vergleichbar: also daß es Paßformen an Dingen gibt, zu denen ein Instrument gehört, dessen Gebrauch das Ziel zu realisieren gestattet; etwa sowie das Drehen eines passenden Schlüssels eben das Türschloß öffnet.

können. Wege in Künftiges werden als Folgen von Situationsänderungen vorstell- und erzeugbar. Vorgänge dieser Art sind ihrem Wesen nach Denkvorgänge. Die Realisierung vorstellbarer Endzustände im Gedächtnis sind Denkleistungen. Um einen vorgestellten Umweltzustand zu erzeugen, kann verschiedener Aufwand aufgebracht werden. Auf dem Wege zum Ziel können Umwege eingeschlagen werden, Sackgassen entstehen, die wieder verlassen werden müssen. Es können auch vom Zielzustand wieder wegführende Kombinationen gebildet werden, kurz: es kann zügige oder umständliche Realisierungen von End- oder Zielzuständen geben. Darin, im Aufwand bzw. in der Effizienz einer Zielrealisierung, findet das Phänomen Intelligenz seinen Niederschlag.

Die bisher betrachteten Leistungsdispositionen sind bereits in späten vormenschlichen Entwicklungsstadien verwirklicht. Sie haben mit den einfachsten Formen der Werkzeugherstellung zu tun: der Erzeugung einer Schneidkante an der Steinaußenseite, deren birnenförmige Rundung im Handballen liegt und so eine Kraftverstärkung der zuschlagenden Hand nach außen hin ermöglicht. Die frühen "pebble tools" von Homo habilis (2.0 - 1.5 Mio. v. Chr.) bezeugen, daß solche Denkstrukturen als direkte Fortsetzung vormenschlicher Primatenintelligenz verfügbar waren. Ein wichtiges kognitives Ereignis bahnt sich hier an. Wissensverkettungen für erreichbare Ziele sind im Gedächtnis verfügbar. Für eine Zielerreichung kann zwischen verschiedenen Wegen gewählt werden. So entsteht Metawissen. Dies könnte ein Quelle von Reflexivität gewesen sein: Was mache ICH jetzt? Wofür entscheide ICH MICH? Bewußtsein könnte mit durch das Erkennen von Benutzungsalternativen vom Gedächtnis her entstanden sein. Jedenfalls sind solche inneren Konflikte *eine* mögliche Quelle.

Kehren wir noch einmal zurück zu den Wissenselementen und den konstruierbaren Zielen. Diese Dispositionen betreffen natürlich keineswegs nur Verhaltensweisen in einer materiell toten Umwelt. Lernen als Zusammenhangserfassung oder Wirkungserkennung betrifft ebenso den Bereich sozialen Umgangs, betrifft ebenso die Erfassung sozialer Beziehungen oder Verhaltenseigenschaften von Gruppenmitgliedern untereinander. Aber auch die Erfassung sozialer Wirkungen eigenen Verhaltens. Konstruktive Wissenselemente münden hier ein in die Planung sozialer Aktivitäten. Das können eine Gruppenjagd, kollektive Suchaktionen, die Planung beim Austragen einer Gruppenfehde oder auch Intrigen sein.

Bevor wir auf die sozial strukturierte Ausgestaltung dieser Leistungen und ihrer Wirkungen näher eingehen, wollen wir uns noch mit einigen Eigenschaften höher organisierter Wissensstrukturen im menschlichen Gedächtnis befassen. Auch sie entstehen im Ergebnis von Lernprozessen.

Als eine gemeinsame Eigenschaft von elementaren Lernvorgängen hatten wir ihren prädiktiven Charakter hervorgehoben. Schon die elementaren Wissenselemente sind auf die Erkennung oder Erzeugbarkeit von Bevorstehendem hin ausgelegt. Wir wollen nun an zwei Beispielen zeigen, daß sich dieses Phänomen auch auf höhere kognitive Strukturbildungen im menschlichen Gedächtnis übertragen hat: auf die Speicherung komplizierter Folgen von Ereignissen und sogar auf bestimmte Aspekte schlußfolgernden Denkens.

3.2 Komplexe Lernprozesse und ihre Strukturbildung im Gedächtnis

Wir versuchen, uns die nervalen Steuerungsanforderungen eines in unbekannter Umgebung weiträumig operierenden Organismus vorzustellen. Der Träger eines hochorganisierten Nervensystems, ein Säugetier z.B., durchstreift weite, unbekannte Landstriche. Man kann dabei auch an einen weiträumigen Vogelflug denken (vgl. Riedl. ob. zit. 1992). Szene wechselt auf Szene. Irgendwie ist dabei das Heimfinden eine biologisch permanent relevante Leistung. Dazu muß während des Streunens oder Umherfliegens in der Umwelt brauchbare Wegeinformation aufgenommen und als Szenenfolge gespeichert werden. Der Umfang und - besonders wichtig - *die Folge der Sinneseindrücke* übersteigt dabei in der Regel die Behaltenskapazität. Was ist in solcher Lage ein effizienter Speichervorgang? Speichern natürlich zum Zwecke des wieder Hin- oder des Heimfindens. Beides sind biologisch höchst relevante Anforderungen. "Allesbehalten" ist unter natürlichen Bedingungen aus Kapazitätsgründen zumeist nicht möglich. Dann besteht eine von der verhaltensbiologischen Seite her optimale Strategie der Speicherung in einer möglichst frühen mnemotechnischen Abhebung und Eingrenzung der Ereignisfolge von den Anfangs- und Endszenen her. Das müßte in sequentieller Ordnung mit einer Bevorzugung für die jeweils folgende Szene geschehen. Dazu ist von Lernprozessen beim Menschen her bekannt, daß die Einprägung von Listen eben dieser Organisation von Gedächtnisbesitz folgt. Beim Erlernen von Wortlisten, wie etwa beim Vokabellernen, findet man immer wieder die frühe Bevorzugung von Anfangs- und Endgliedern der Serie. In der englischsprachigen Literatur (und mittlerweile auch im Deutschen) ist das Phänomen der Anfangs- und Endbetonung als Primacy und Recency-Effekt beschrieben (Abb. 2). Das Phänomen zeigt sich besonders deutlich in einem mittleren Lernstadium, also nach den ersten Kenntnisnahmen und vor der vollständigen Beherrschung der Serie.

Man könnte einwenden, daß solche Effekte doch an Wortlisten gebunden seien. Wright (1985) hat nun gezeigt, daß Tauben, Makaken und Menschen gleichermaßen mit diesem autonomen Speicherprinzip ausgestattet sind. Der

Effekt zeigt sich deutlich dann, wenn die ersten Ereignisserien aufgenommen sind, aber die Sequenz der Ereignisfolge noch keine assoziativ fest verbundene Kette ist. Die Verzögerungszeiten bis zu den ersten Prüfitems hängen von der Organisationshöhe des lernenden Nervensystems ab. Der Effekt ist mit den ersten nachweislichen Behaltensleitungen über der Serie am deutlichsten ausgeprägt

Nach unseren einleitenden Ausführungen ist es wichtig, zeigen zu können, daß mit dem serialen Lernen eine zeitliche Folgeinformation mitgespeichert

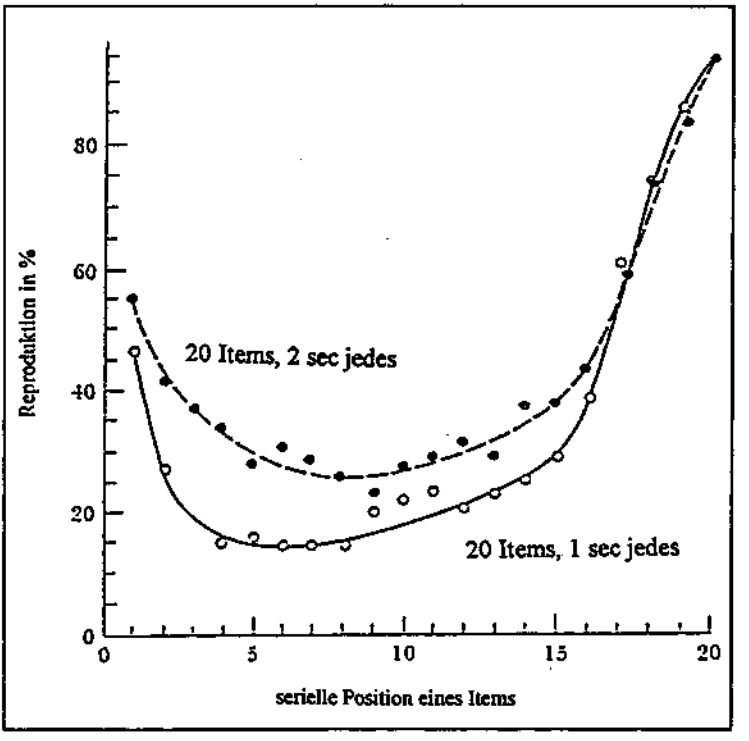


Abb. 2
Sogenannte Primacy- und Recency-Effekte. Beim Erlernen von Listen werden die randständigen Glieder früher behalten als die mittelständigen. Das gilt von einer Listenlänge an, die nicht sofort und geschlossen behalten werden kann. Es ist eine Art "Bereichsbildung im Spurenfeld" (Köhler und v. Restorff, 1937), die zu einem möglichst frühen Zeitpunkt Verwechslungen mit anderen Gedächtniseintragungen verhindert. Bei Orientierungen in fremdem Freiland ist dies eine hilfreiche Organisationsform des Gedächtnisbesitzes. Abszisse: Die Positionen verschiedener Lerneinheiten in der Serie; Ordinate: Prozentualer Anteil der erinnerten Glieder. Oben: Umfang der Lernserie und Darbietungszeit der Worte (nach Murdock, 1974).

wird. Das Wissen darüber geht auf Experimente von G. E. Müller (1911-1917) zurück. Die Befunde wurden mit neuen experimentellen Varianten von J. Lander (1968-1970) abermals geprüft und auf exakte Weise bestätigt. Lander hat gezeigt, daß sich im Laufe einer Folge von Wiederholungen beim Erlernen einer Liste von jeder Lerneinheit aus die Gedächtnisbindung zum jeweils folgenden Element verstärkt, während sie sich zu entfernteren Gliedern einer Serie abschwächt. Dieser Prozeß der Selbstorganisation einer Gedächtnisspur ist unsymmetrisch: die rückwärtigen Bindungen werden rasch abgebaut, die vorwärts gerichteten erhalten sich länger. Schließlich erfolgt die stabilste Bindung zum jeweils nächstfolgenden Element. Die assoziativen Bindungen einer Ereignissequenz reflektieren eine zeitliche Ordnung im Gedächtnis. Dabei erhält das jeweils bevorstehende Ereignis assoziative Priorität (Abb. 3 nach Lander 1968-1970)

4. Adaptive Eigenschaften von Inferenzen

Wir haben gezeigt, wie Lernvorgänge zu Wissenselementen im Gedächtnis führen, die prädiktiven Charakter haben. Es sind adaptive Vorgänge, die auf selektive Rückmeldungen in frühen Phasen der Evolution schließen lassen. Für die Überlebensfähigkeit eines Organismus ist es eben ungleich wichtiger zu wissen, was eintreten wird (besonders wenn dies bald ist), als das, was war. Etwas extrapolieren oder vorhersagen zu können, schafft Sicherheit, hilft Fehlentscheidungen zu vermeiden und erhöht im Vererbungsfalle dadurch auch die Chance für überlebensfähige Nachkommen. Dies führt zwangsläufig zur stärkeren Ausbreitung erfolgreicher Verhaltensmerkmale in nachfolgenden Populationen.

Wie ist das nun bei sogenannten "höheren" geistigen Vorgängen, die ja nicht autonom verlaufen, sondern wenigstens teilweise der reflektierenden Kontrolle unterliegen oder ihr doch zugänglich sind?

Wir kennen bei seriellen Vorgängen viele Phänomene aus der menschlichen Urteilsbildung, zum Beispiel die Folgeerwartungen bei Ereignisserien (Edwards, 1968). Dabei tritt der sogenannte Monte-Carlo-Effekt auf (vgl. dazu Riedl, 1992): Wenn beim Roulette mehrmals hintereinander eine schwarze Kugel kam, dann erwarten die Spieler, daß der Eintritt eines Wechsels zum Rot bevorsteht, und sie vermeiden eine erneute Schwarzwahl. Ähnliches kann man beim Würfeln beobachten: Nach wiederholtem Würfeln einer Sechs erwartet man zunehmend stark einen Wechsel von der Sechs weg, wie wenn die Auftrittswahrscheinlichkeit für eine Sechs durch die Vorgeschichte gesenkt worden wäre. Wie kann man sich dieses Verhalten erklären? Nun, die Spieler realisieren nicht, daß unabhängige Ereignisse vorliegen. Sie handeln, wie wenn es sich um bedingte Wahrscheinlichkeiten handeln würde: je länger eine natürliche Folge, um so größer wird die Voraus-

sagbarkeit eines Ereigniswechsels. Wenn man sich die natürlichen Lebens- und rationalen Entscheidungsbedingungen ansieht, an die sich höhere Lebewesen bis hin zum Menschen seit altersher gewöhnen mußten, so ging es dabei ständig um die Abschätzung bedingter Wahrscheinlichkeiten: Mit jedem Tag, den es länger regnet, nimmt die Wahrscheinlichkeit für den Wetterwechsel zu. Jeder Tag eines frühen Frühjahrs, an dem der lange Frost noch dauert, läßt die Hoffnung berechtigt steigen, daß das Ende naht. Das nämliche gilt auch für das Ende von Handlungen, die mit einem Ziel verbunden sind.

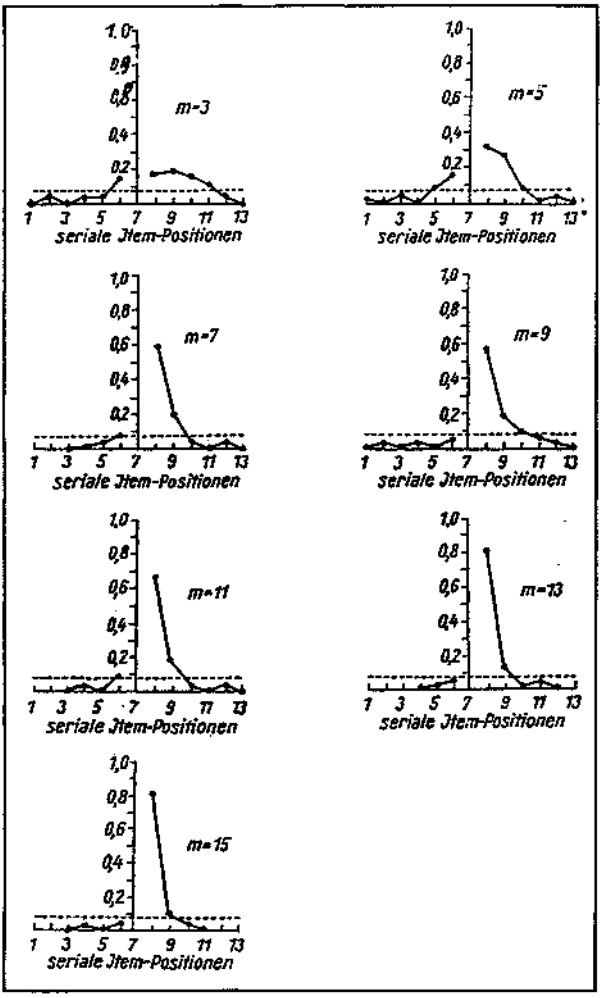


Abb. 3
Die langsame, unsymmetrische Verfestigung der Assoziationsstärken zwischen den Elementen einer Lernserie. Als Testitem ist das siebente Element einer Silbenserie herausgegriffen. Es wird zur Prüfung angeboten. Die relative Häufigkeit des Erinnerns verschieden entfernter Glieder ist auf der Ordinate abgetragen. Mit zunehmender Anzahl der Lernversuche (m) werden die "Rückwärts-Assoziationen" schwächer. Das gleiche gilt auch für die entfernter folgenden Elemente. Die Bindung an das unmittelbar nächste Glied nimmt jedoch stark zu. Diese Assoziationsverstärkung und -lösung läuft über die gesamte Serie. So entsteht mit der Sequenzbindung im Gedächtnis zugleich eine *Kodierung der zeitlichen Abfolge* durch die Assoziationsstärken zwischen den Lernelementen (nach Lander, 1968, 1969, 1970).

Die so schwer fallende Einstellung auf statistisch unabhängige Ereignisse setzt eine Art unnatürliche Berechnungsgrundlage voraus. Unsere Umwelt ist eben keine zufällige Ereigniswelt, in der Vorhersagen prinzipiell unmöglich sind. Organismen suchen nach Regularitäten, um daran Prädiktionen festzumachen. Der Wechsel homogener Folgen bei zunehmender Länge ist eine solche Regularität Wir können prüfen, ob sich solche Zusammenhänge auch heute noch in höheren geistigen Vorgängen nachweisen lassen. Um dies zu zeigen, gehen wir nun zu etwas komplexeren Phänomenen über.

Wir wählen ein in letzter Zeit vieldiskutiertes Beispiel (nach Johnson-Laird (1983), Johnson-Laird und Wason (1972), Ziegler (1990)). Die Anforderung selbst ist vielfach variiert. Wir wählen zuerst ein Beispiel nach Ziegler (1990). Den Versuchspersonen werden Karten gezeigt, auf denen Buchstaben oder Ziffern stehen: E, K, 4 und 7 im Beispiel (Abb. 3). Die Versuchspersonen wissen, daß auf einer Seite eine Zahl, auf der anderen eine Ziffer steht. Eine Instruktion lautet: "Immer, wenn auf einer Seite ein E steht, dann befindet sich auf der Rückseite eine Vier. Sie sollen das prüfen, indem Sie nur die Karten umdrehen, die Sie brauchen, um den Wahrheitsgehalt der Aussage entscheiden zu können". Im logischen Sinne liegt eine Implikation vor: $P \rightarrow Q$. P wurde im Beispiel durch E und Q durch 4 belegt. (Nicht P ($\neg$ P)) bezieht sich dann auf K und (nicht Q) bzw. ($\neg$ Q) auf eine 7. Eine Implikation ist dann falsch, wenn eine Prämisse gegeben ist und die Konsekution nicht eintritt. Daher müssen die Versuchspersonen P und ($\neg$ Q) prüfen; das sind E und die 7. Die Prüfung von Q ist hingegen nutzlos, denn die Vier kann auch hinter anderen Buchstaben stehen; nur nach E, da muß sie stehen und keine andere Zahl darf es. Das wirkliche Prüfverhalten der Versuchspersonen gibt Abb. 4 wieder. Nur 4 % wählen die richtige Prüfvariante; 46 % prüfen P & Q. Es gibt viel Diskussion darüber, warum an sich kluge Menschen diese einfache logische Struktur nicht durchschauen. Nur 4 % finden die offensichtlich viel schwierigere, richtige Lösung. Nach dem Vorangegangenen sehen wir diesen Befund wie folgt (s. Abb. 4):

Unter biotischen Wahrnehmungs- und Entscheidungsbedingungen sind Inferenzen in der Regel Prädiktionen. Sie sind auf die Voraussage eines künftigen Ereignisses bezogen. Die situationsbezogene Urteilsbildung nimmt die gegebenen Wahrnehmungsdaten (P im Beispiel) als Basis. So gesehen ist es nachgerade widersinnig, von möglichen Alternativzuständen einer Umwelt ($\neg$ Q) auszugehen und von da zur gegenwärtigen Wahrnehmungssituation zu kommen, um zu prüfen, ob die Jetztsituation dann so vorhanden sein darf. Eine Prüfstrategie für Konsequenzen muß vom Gegebenen ausgehen und nicht von einer Alternative dazu. Die existiert nicht im Verhaltensraume, nur in der Kunstwelt des Labors kann man es schaffen. Aber auch dort bevorzugen die Versuchspersonen eine Strategie, die sich in evolutionären

Zeiträumen als adaptiv bewährt hat. Übrigens kann man diesen Auswahlraum semantisch definieren (statt Zahlen z.B. Briefe mit Freimarken verschiedenen Werts und Abstempelung auf der Rückseite). Dann vermindern sich die Schwierigkeitsunterschiede deutlich (Johnson-Laird, 1989). Das ist leicht einzusehen, weil dann die alternative Welt anschaulich feststellbar ist. Etwa so: Wenn ein Bergsteiger (P) einen Gipfel erklommen hat, so steht fest, daß dort oben ein Mensch war (Q). Aber wenn dort oben noch nie ein Mensch war ($\neg$ Q), so war auch noch kein Bergsteiger dort ($\neg$ Q $\rightarrow$ $\neg$ P). Es ist die unbegrenzte Welt der logischen Negation, die im umweltbezogenen Denken kein vorstellbares Gegenstück hat. Folglich konnten sich dazu auch keine ökologisch relevanten Bewältigungsstrategien ausbilden. Darum ist auch im logischen Sinne der Modus ponens die natürliche, der Modus tollens eine vergleichsweise artifizielle Schlußweise.

Wason: Wenn E $\rightarrow$4, wie dann P$\rightarrow$Q entscheidbar?

E	K	4	7
x	x		x

(P&¬Q)	=	4%
(P&Q)	=	46%
(P)	=	33%
(P&Q&¬Q)	=	7%

Abb. 4: Deduktives Schließen unter eingeschränkten Auswahlbedingungen: Auf Kärtchen sind Buchstaben oder Zahlen geschrieben (Vorder- und Rückseite unterschiedlich). Die Vorinformation lautet sinngemäß: Wenn immer ein E auf der Vorderseite ist (= P), dann befindet sich immer eine 4 (= Q) auf der Rückseite. Es gilt danach im logischen Sinne die Implikation P $\rightarrow$ Q. Das soll auf Richtigkeit geprüft werden. Notwendig ist, P und $\neg$ Q zu prüfen. Das tun aber nur 4 % der erwachsenen Versuchspersonen. Überflüssigerweise prüfen aber 46 % P & Q, obwohl die Q-Prüfung überflüssig ist, denn es ist nicht gesagt, daß Q nicht auch von anderen Bedingungen abhängen kann (nach Johnson-Laird und Wason, 1972 sowie Ziegler, 1990).

Wir haben damit wahrscheinlich gemacht, daß auch aktive kognitive Prozeduren in ihrer Entstehungsgeschichte weit zurückgedacht werden müssen. Ihre Eigenschaften weisen darauf hin, daß in den strukturellen Verknüpfungen unseres Nervensystems und seinen Funktionen ein Selektionsdruck wirksam gewesen ist, der auf Optimalität in den Verarbeitungsprozeduren, den Speicherprinzipien und den Verfügungsmöglichkeiten über Informationen bei Prädiktionen hin gewirkt hat. Diese adaptiven Mechanismen haben sich wenigstens teilweise auch im Prozeß der Menschwerdung bewährt.

Sofern dies der Fall war, sind sie hineingewachsen auch in die Art der Bewältigung kultureller Anforderungen. Und sie sind wirksam geblieben in der Entstehungsgeschichte von Kulturen und selbst in rezenten Kulturleistungen nachweisbar (vgl. Klix 1993). Natürlich hat sich in der Kulturgeschichte wesentlich Neues gebildet. Aber eben nicht geschichtslos. Das ist unser Thema.

Also: Was sich in Wechselwirkung zwischen biologisch Vorbereitetem und kulturbedingten Anforderungen an Triebkräften eingestellt und verändert hat, davon soll nun der zweite Teil dieses Beitrages handeln.

Teil II Kulturbedingte Wandlungen im Prozeß der Menschwerdung

5. Vom Natur- zum Kulturwesen

5.1 Die Mitgift der Evolutionsgeschichte im Prozeß der Menschwerdung

Es ist jetzt zu erörten, wie von der Evolution her die zweifache Geschichtlichkeit des Menschen entstand; wie biologische Faktoren Voraussetzungen für die Schaffung von Kulturgütern hervorbringen und wie angetroffene Kulturgüter "vererbt" werden können. Schließlich bringen kognitive Dispositionen auch soziale Strukturen hervor, die stark auf deren Verfeinerung zurückwirken.

Die beiden Quellen der Menschwerdung, die genetische und die kulturgeschichtliche, sind in ihren Wechselwirkungen so eng miteinander verwoben, daß eine strikte Trennung oftmals kaum möglich ist (vgl. Osche 1987).

Verhalten wird durch Information gesteuert. Psychologisch relevante Information ist vor allem in Nervenzellen kodiert, sei es im Genom des Zellkerns oder in informationellen Strukturen, die durch individuelles Lernen an der Zelle entstehen. Die plastische Verschaltung der Nervenzellen ermöglicht die Erlernung von Resultaten des Wahrnehmens wie auch die Steuerung von Muskelbewegungen. Die wiederum kann auch der Informationssuche im Wahrnehmungsraum dienen.

Die Kodierung der genetisch vermittelten Information geschieht in der Embryogenese; zunächst im Zellkern mit der Einlagerung replizierter Chromosomen als den Erbanlagen und danach in der Konstruktion von Rezeptoren an der Zelloberfläche der Neuronen. Sie warten dort gleichsam auf die für sie vorgesehene Umweltinformation. Mit deren Eintreffen aus dem Wahrnehmungsraum spezifizieren sich die Rezeptoren und bilden mit koaktivierten Zellen Nervenzellverbände. Wahrscheinlich geschieht das durch frequenzkodierte Zellentladungen. Sie beeinflussen auch die Schwellen

des Ansprechens der koaktivierten Zellen. Diese Synchronisationen in den Nervenzellentladungen der Hirnrinde kann auch auf tieferliegende Hirnstrukturen übergreifen. Angeborene Erkennungsschemata dürften hier mit affektiven Reaktionsbereitschaften interagieren.

Genexpressionen an wohlbestimmten Chromosomenorten leiten diesen frühen, genetisch gesteuerten Lernvorgang. Er ist mit einer Art Prägung begünstigter Nervenzellverbindungen vergleichbar. Man nimmt an, daß solche angeborenen Schemata sehr früh und schon nach geringen Koaktivierungen irreversibel gebildet werden. Solche genetisch vorgeformten Musterbildungen sind artspezifisch und durch ontogenetisches Lernen nicht oder nur sehr schwer veränderbar.[5]

Seit einiger Zeit ist nun bekannt, daß auch bei indivuellen Lernvorgängen in den angeregten Hirngebieten eine Aktivierung bestimmter Genorte stattfindet. Sie sind offensichtlich am Neulernen beteiligt. Anders als bei genetisch vorprogrammierten Lernprozessen spielt hier die DNS in Wechselwirkung mit dem Golgisystem der Nervenzelle eine wesentliche Rolle. Dabei wird ein Protein gebildet, das ebenfalls als Rezeptor auf der Nervenzellmembran eingelagert wird. Dieses Protein verschaltet als Rezeptor das so veränderte Neuron mit anderen, parallel vom gleichen Erregungsmuster aktivierten Zellen. Diese Verschaltung geschieht wahrscheinlich durch kovalente Schwellenänderungen zwischen den Synapsen. Die hängen vom neu gebildeten Rezeptorprotein ab (Rose, 1994).

Überraschend ist an diesen Befunden, daß die genetisch vermittelte, in den Chromosomen niedergelegte und vererbte (Vor-)Information und die Mitwirkung von Genen beim individuellen Lernen vermittels Sinnesinformation vom gleichen Mechanismus gesteuert wird. Der Unterschied besteht darin, daß die von DNS über mRNS produzierten Proteine als synaptische Rezeptoren über die Keimbahn von Generation zu Generation übertragen werden. Die über den Golgi-Apparat synthetisierten Proteinrezeptoren haben keinen genetischen Ursprung. Ihre Erzeugung wird über die Sinnesrezeptoren angeregt und sie werden nicht über die Keimbahn weitergegeben. Im Ergebnis entstehen nervale Abbilder von *individuell erfahrenen* Zusammenhängen. Diese Information muß immer wieder neu gebildet werden, wenn sie auf die nächste Generation übertragen werden soll. Das geschieht durch Selbsterfahrung oder vermittels der Sprache. "Kulturelle Vererbung", wie man sagt, kann durch anschauliche oder sprachliche Vermittlung von

[5] Ein gut untersuchtes Beispiel ist Prägung der korrespondierenden Netzhautpunkte durch bevorzugtes Ansprechen von sensiblen Zellen in der Sehrinde. Dieser Vorgang ermöglicht binokulares Tiefensehen. Die Verschaltung zwischen Netzhautrezeptoren und Zielzellen muß in den ersten Lebenswochen erfolgen. Danach ist sie nicht mehr möglich.

Zusammenhängen stattfinden. Doch die einfachste Form kultureller Vererbung ist die Traditionsbildung. Sie beruht auf dem Vorgang der Nachahmung.

Die ersten Formen der Traditionsbildung finden wir in vormenschlichen Gruppen hochorganisierter Tiere. Man hat das u.a. am Beispiel nicht vererbter Essensgewohnheiten bei japanischen Makaken (Kawai, 1975) beschrieben. Im Wasser manipulierend, reinigen die Tiere die Frucht mit der Hand vom Sand. Dazu bringt das Meerwasser einen leichten Salzgeschmack, der einem organischen Bedürfnis nach Salzhaltigem entgegenkommen könnte. Vorausetzung für solche generationsübergreifenden Übertragungsvorgänge sind permanente Kontakte in den bestehenden Sozialbeziehungen der Tiere. Aus den japanischen Untersuchungen wurden charakteristische Ausbreitungswege bekannt. Ein erfinderisches Makakenweibchen mittleren Alters war die Quelle der sich rasch ausbreitenden Gewohnheit. Sie wurde zuerst von weiblichen Jungtieren übernommen, später von jüngeren männlichen Tieren. Die dominanten Altmänner, gewissermaßen die Paschas der Herde, widersetzten sich der neuen Mode und übernahmen sie nicht. Dies zeigt, daß und wie die Funktion des Motivsystems in die Aktivierung von sozial bezogenen Lernvorgängen eingreift oder sie behindert.

So haben wir einen ersten Einblick gewonnen, wie sich die Vorleistungen der Evolutionsgeschichte in den Prozeß der Menschwerdung einbringen:

(1) Zuerst und am Intensivsten im Ausbau von Lernprozessen. Sie sind auf die Erkennung korrelativer Zusammenhänge hin ausgelegt. In sie geht die informationelle Repräsentation von zeitlichen Folgeereignissen ein. Dadurch entsteht in Gedächtniselementen ein Wissen um (kurzfristig) Zukünftiges. Als Spezialfall kann die Erkennung kausaler Beziehungen gelten.

(2) Lernprozesse betreffen in späten Stadien der Evolutionsgeschichte auch die Erfassung regelhafter sozialer Beziehungen, Abhängigkeiten und Kompetenzen. Das entstehende soziale Verhaltensrepertoire kann sich auf die eigene Gruppe, auf die Artgenossen überhaupt oder auch auf zwischenartliche Koordination von Aktivitäten beziehen.[6] Sozialbeziehungen in größeren Gruppen sind von hoher Komplexität. Dies fördert die rationellen Formen der Informationsspeicherung und der Wiedergewinnung. Der hierarchische Aufbau von Wissensstrukturen und die Erkennung von Ähnlichkeiten sind solche rationellen Mechanismen, deren Ausgestaltung im Prozeß der Menschwerdung besondere Bedeutung zukommt.

---

[6] Wir können hier nur en passant daran erinnern, daß solche Leistungen auch in vererbten Verhaltensmustern, insbesondere bei Insekten zu beobachten sind. Verwandtschaften und Unterschiede dieser Art müssen jenseits unserer Betrachtungen bleiben. Wir behandeln hier die individuell lernabhängigen Vorgänge.

(3) Das Motivsystem greift ein in den Aufbau von Gedächtnisbesitz. Es beeinflußt seine Abwandlungen wie auch die Vergessensvorgänge. Emotion und Affekt sind Steuergrößen des Wissenserwerbs. Sie signalisieren die Bedeutsamkeit von Informationen und beeinflussen dabei die Geschwindigkeit ihrer Speicherung, die Langlebigkeit und ihre Reaktivierung für die Nutzung.

Mit diesen allgemeinen Dispositionen kognitiver und motivationaler Ausstattung ist die Evolution in den Prozeß der Menschwerdung eingetreten. Immer wieder haben äußere oder arteigene Bedingungen diese Vermögen aufs höchste herausgefordert und dabei deren Leistungsfähigkeit oft überfordert und dadurch auch gesteigert. Insbesondere hat die zunehmende Komplexität sozialer Vernetzungen die Überschaubarkeit relevanter Beziehungen beeinträchtigt und die Suche nach neuen Instrumenten der Wissensgewinnung, der Speicherung erworbenen Wissens und dessen Nutzung gefördert. Die Emotionalität ist als Begleiterscheinung der Erkenntnisgewinnung den Differenzierungen der Wissenseinlagerungen gefolgt. Affektive Komponenten stimulieren danach abstrakte Denkstrukturen ebenso, wie sie ehedem Erfolg und Mißerfolg beim Gebrauch einfachen Gerätes begleitet und beeinflußt haben mögen.

6. Wandlungen im Prozeß der Menschwerdung

Im mittleren und südlichen Osten Afrikas lag, der heutigen anthropologischen Fundlage nach, die Wiege der Menschheit. Warum gerade dort? Das ist nicht geklärt. Klimatische Bedingungen, tektonische Bewegungen und Nischenbildungen, Ernährungslage durch Flora und Fauna, keine übermächtigen natürlichen Feinde und ein breit gefächertes Reservoir hochentwickelter vormenschlicher Lebewesen in vielen Varianten mögen zusammengewirkt haben. Zahlreiche Formaufspaltungen von Halbaffen haben zwischen 24 und 17 Mio. Jahren ante in Regionen der südlichen Nilgebiete, im heutigen Äthiopien, Kenya und Tansania stattgefunden (vgl. Coppens, 1983). Eines der entstehenden Exemplare, Prokonsul genannt, war wahrscheinlich der Urahn der höheren Affen und des Menschen. In ungezählten Folgegenerationen dürften Vormenschen entstanden sein, wie sie die Funde im Gebiet um Hadar (Äthiopien) am früheren Rudolfsee und im Olduwai-Gebiet nahelegen. Australopithecus, nicht mehr Tier und noch nicht Mensch, ist in den frühesten Lagen des Olduwai-Gebietes im heutigen Tansania in verschiedenen Schichten und in verschiedenen Formen gefunden worden (vgl. Herrmann und Ullrich 1992, Vogel 1987). Man berechnet ihr Alter auf ca. 2,5 Mio. Jahre.

Ob die frühen Australopithecinen schon Werkzeuge hergestellt haben, ist umstritten. Daß sie gesplittete Knochen, spitze Steine oder Holzkeulen als Waffen oder (wie die Steine) als Werkzeug benutzt haben, kann als sicher gelten. Man hat Homo habilis als Typ von ihnen abgesondert. Es ist ein späterer, wahrscheinlich aus den Australopithecinen hervorgegangener Menschentyp, der nicht mehr nur wie jene über gerade 500 cm^3, sondern bereits über 670 cm^3 Hirnschädelkapazität verfügte. Er wurde mit einer Zeitdatierung von ca. 1,6 Mio. Jahren ebenfalls im Olduwai-Gebiet gefunden. Er hat Werkzeuge hergestellt. Die spaltbaren harten Steine mit mehrfach zugeschlagener Schneidkante und rundem Rücken für die Handinnenfläche scheinen wie ein Vorbild für den Faustkeil in späteren Jahrzehntausenden. Aus den früheren Habilisformen, so nimmt man an, ist Homo erectus mit einem mittleren Hirnvolumen von ca. 1000 cm^3 hervorgegangen. Zwischen 1,6 und 0,5 Mio. Jahren werden die Funde datiert. Es gibt Gründe anzunehmen, daß Frühmenschen vom Typ Homo erectus den afrikanischen Lebensraum verlassen und über Landbrücken zum Orient, zum Mittelmeerraum sowie zu asiatischen Gebieten, den heutigen chinesischen und den Südseegebieten, vorgedrungen sind. Während der Besiedelung des südlichen Teils der nördlichen Halbkugel wurden kollektive Techniken wie Großwildjagd, Hüttenbau, die Organisation von Sammelaktionen, Fischfang, die Nutzung von Feuer, vermutlich erste Techniken der Navigation am Sonnenstand und am Sternenhimmel und auch die frühesten Formen erlernter lautlicher Kommunikation ausgebildet und über Nachahmung sowie erste gestisch-lautliche Belehrungsformen weitergegeben. Parallel zu diesen (ja sehr langzeitigen) Vorgängen finden wir eine kontinuierliche Vergrößerung des Volumens der Schädelkapseln an den Fundorten. Wohl kein Organ wurde in seiner Leistungsfähigkeit so herausgefordert, strapaziert und wohl auch überfordert wie das menschliche Nervensystem. Das wird besonders für die eiszeitlichen Härteperioden wie für die Dürreperioden der Zwischeneiszeiten gegolten haben. Allerdings ist es durch die spärliche Verteilung der Schädelfunde noch immer eine Frage der Konvention, wie und von wo an man einen neuen Menschtyp definiert. Man muß dabei immer auch die erhebliche zeitgleiche Variation der Ausprägungsgrade einzelner Merkmale und darunter auch der Schädelmerkmale bedenken.

Gleichwohl gibt es Gründe anzunehmen, daß der Übergang von einem Homo erectus-Typ zum Homo sapiens der Neuzeit wiederum im Süden Afrikas stattgefunden hat. Fundplätze eines morphologisch modernen Menschen finden sich in Gebieten der heutigen südlichen Sahara. Auf etwa 120 000 Jahre ante wird ihr Alter taxiert. Dies (sowie andere Fundeigenschaften und -orte) lassen vermuten, daß es auch auf dieser Hominidenstrecke eine (oder

mehrere) große Wanderungsbewegungen gegeben hat. Mit ihnen haben sich die Eigenschaften der Homo sapiens sapiens-Leute über Süd- und Mitteleuropa hin ausgebreitet. Ihnen mußten die dort evoluierten und ansässigen Neandertalleute weichen; teils durch Vermischung, teils aber auch durch Genozid. Um 70 000, so die Funde, hat man die Toten mit Ritualen beerdigt. Um 40 000 datieren die ersten großen Wandmalereien. Kult und Magie sind gängige Gepflogenheiten und mit Sicherheit gab es lautsprachliche Verständigung. Als bedeutsames Werkzeug begünstigt die Differenzierung lautsprachlicher Verständigung die kollektive Gestaltung von bevorstehenden (also zukünftigen) Ereignissen, die Vorbereitung von kollektiven Entscheidungen und Aktionen. Die Kodifizierung von Verhaltensnormen und eine Ordnung allgemein verbindlicher Strafen für wohlbestimmte Vergehen dürften gleichzeitig erfolgt sein. Es entsteht damit auch moralische Verantwortung für Handlungen; es wird unterschieden zwischen Töten und Mord (Vogel, 1989).

Das Ende der vikariierenden Gruppenaktivitäten wird zwischen 14 000 und 10 000 vor Christus erreicht. Eine neue, die vorerst jüngste Lebensperiode der Menschheit wird im vorderen Orient eingeleitet. Das geschieht wiederum in Wechselwirkung zwischen lokalen externen und internen Ereignissen bzw. Vorgängen.

7. Lokaler Überfluß, Seßhaftigkeit, soziale Netze und kognitive Anforderungen

Noch um etwa 30 000 vor unserer Zeitrechnung war etwa ein Drittel der festen Erdoberfläche mit Eis bedeckt. Um etwa 12 000 war es stark zurückgegangen. Eine interstadiale Warmzeit hatte begonnen (Lanius 1995).

In der Nähe von Wasser, an den großen Flußmündungen zumal, hatten sich nahrhafte Biotope ausgebildet. Es war der relative Überschuß, vor allem aber wohl die Zuverlässigkeit, mit der sich im Laufe der Jahrzehnte, über die Generationen hinweg, voraussagen ließ, was an Angebot der Natur erwartet werden konnte. Mal reicher, mal weniger üppig, aber doch ohne die beständige Unberechenbarkeit, die dem Angebot am Eis, in der Tundra oder in der Savanne anhaftete. Die neue Zuverlässigkeit lädt zum Bleiben ein. So finden sich die ersten längerlebigen Siedlungen vorwiegend an den großen Flußmündungen: am Nil, am Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris, am Jordan, im Hindustal. Die Zuverlässigkeit und Größe des Nahrungsgewinns läßt sich steigern, wenn man die Zusammenhänge zwischen Saatkörnern und Halmen regelhaft beobachten kann, was gewiß geschah. Regenfeldbau war die erste Anbauweise von Getreide, die auf lernabhängiger

Zusammenhangserkennung beruht. Den Samen auf vorgegebene Gebiete bringen und einigermaßen ruhig einem üppigen Wachstum (z. B. im Schwemmland) entgegensehen, das bedeutete eine neue Lebensweise, die neue Denk- und Organisationsformen in den Sozialbeziehungen hervorbringen mußte. Wir lenken dabei unseren Blick auf das Gebiet zwischen Euphrat und Tigris. Der erwähnte Besiedelungsprozeß begann dort etwa um 10 000 v.Chr. Über etwa zweihundert Generationen hinweg konnte das Land bei zunehmender Siedlungsdichte seine Bewohner ernähren. Um etwa 4000 ante trat aus geophysikalischen Gründen zunehmende Trockenheit ein (Nissen et al. 1990). Sie erzwang eine Alternative, die womöglich nie explizit bedacht wurde: Entweder das Land verlassen und andere Weidegründe irgendwo in der Ferne suchen oder neue Instrumente zur Sicherung der Fruchtbarkeit des Bodens zu konstruieren. Der Ursache-Wirkungskreis von Wasser-(Sonne)-Wachstum war registrierbar und im Wissen der Bewohner verankert. Das Defizit lag am Wasser. Das hieß: Wasser bei Regenfällen auffangen, speichern und in kritischen Zeiten dem Land über Kanäle zuleiten. Eben dies begann vor etwa 6000 Jahren mit dem ersten Bewässerungssystem der Menschheitsgeschichte. Damit begannen das erste Mal nicht naturgegebene Systeme die Oberfläche der Erde umzugestalten. Gedankenarbeit begann zudem, hydromechanische Zusammenhänge zu erfassen und in konstruktiver Mechanik zur Wirkung zu bringen. Die Organisation dieses Vorgangs leitete Formen sozial geregelter Arbeitsteilung der Menschheitsgeschichte im engeren Sinne ein.

In den Folgewirkungen ging alles vergleichsweise sehr schnell. Ursprünglich getrennte Siedlungen wuchsen zusammen. Erstes Kennzeichen früher Städtebildung war eine Verwaltung des sozialen Zusammenlebens in einem Siedlungsgebiet. In einem Zeitraum von nur 200 Jahren trat eine Verzehnfachung der Siedlungen ein. Zwischen 3400 und 2500 waren verwaltete Städte mit 40- bis 50000 Einwohnern entstanden (Nissen et al. 1990). Sie wurden von Zentren aus verwaltet und alsbald auch beherrscht. Abhängige Siedlungen in der Umgebung wurden einbezogen. Sie gewannen Sicherheit im Schutze der zentrierenden Stadt und verloren Unabhängigkeit. Was den damit veränderten psychologischen Status der Menschen betrifft, so wurde der durch hierarchische soziale Strukturbildungen tiefgehend beeinflußt. Um einen Tempelbezirk mit Priesterkaste oder einem selbst ermächtigten Lugal[7] entstanden Spezialisten für Herrschaftsdienste wie Schmuckhersteller, Verteiler, Erzähler; Fachleute für Gebrauchsgüter wie Zimmerer, Schlachter,

[7] Ursprünglich einmal für Eroberungszüge oder Verteidigungszwecke zum Heerführer auf Zeit ernannt, konnte der Lugal nach erbrachtem Erfolg auf der verliehenen Macht bestehen und sie sich als (verdientes?) Eigentum aneignen.

Konservierer; Schmuckhersteller und Dienste leistende wie Lastenträger, Wächter, Boten. Dazu bildeten sich eigene kastenähnliche Substrukturen heraus wie Schreiber, Verwalter, Händler, Aufseher, Bewacher oder Verteidiger der Macht nach innen oder außen. Einige hielten Verbindung zwischen den "produzierenden Randgebieten" , ihren Abnehmern und dem Verteilungsregime. Die Städte boten Schutz im Vergleich zum gefahrenbelasteten Nomadenleben. Aber sie erzeugten eben auch Abhängigkeit. Sie reichte von der völligen Unfreiheit eines Sklavendaseins bis zu vertraglich geregelten Kompetenzen und Befugnissen.

Verhältnismäßig viele der ältesten Zeugnisse behandeln Aspekte der Wirtschaftsführung(Nissen et al. 1990); also wer für welche Arbeit und welche Zeit wieviel an Naturalien erhält, sei es feste Nahrung, wie Getreide oder Trinkbares wie Milch oder Bier.

Mit den sozialen Binnengliederungen differenzieren sich die Motivationen der Bewohner. Es entstehen Soziotope mit besonderen Leistungsansprüchen und Ansprüchen an Geltung und Wirkung im sozialen Feld. Kompetenzen für Machtausübung gegenüber anderen werden ausgeschöpft, Symbole für Prestige entstehen, und die Bestrafungen sind nach heutigen Maßstäben grausam. Sie reichen von Verkrüppelungen der Gliedmaßen über Todesstrafen mit verschiedenen Martern bis zur Verweisung aus dem Gemeinwesen, was zumeist schlimmen Tod bedeutete.

Wichtiges Stimulans für die Festigung ich-naher Motivationen zugunsten des Gemeinwesens ist die Erweiterung des persönlichen Zubehörs zu Eigentum und Besitz. Dieser an zentrale Motivationen gebundene Vorgang bringt ein Bedürfnis hervor, das anfangs unscheinbar ist und das doch folgenschwere Entwicklungen einleitet: das Bedürfnis nach der äußeren Kennzeichnung von Eigentum bezüglich Inhalt und Wert. Beides erfordert die Wahl einer Symbolik: Zeichen für den Ding-Begriff und Zeichen für eine Menge (oder ein anderes Maß für den Grad von Wert). Die Anfänge für Schrift im frühen Altertum waren Rollsiegel mit Symbolen für Inhalte und oft auch noch für den (oder die) Eigentümer. Bei den Zahlzeichen waren Inhalt und Menge noch ungeschieden: 10 Hohlmaße für Getreide hatten ein anderes Zeichen für 10 als für 10 Gefäße für Bier.

8. Soziale Herausforderungen beeinflussen kognitive Leistungen

Mit der Organisation arbeitsteilig funktionierender sozialer Vernetzungen entstehen gut bestimmbare Typen von Anforderungen an geistig-intellektuelle Leistungen und damit auch an kognitive Prozesse. Wir wollen daher betrachten, was mentale Prozesse bei der Gestaltung sozialer Anforderungen zu erbringen haben. Dabei soll auch gezeigt werden, wie bestehende allge-

meine Vermögen zugeschnitten werden für diese Anforderungen. Es kann sich dabei aber auch ihre Unzulänglichkeit erweisen. Gerade die Erfahrungen des Unvermögens sind es, die bestehende Grenzen geistiger Leistungsfähigkeit überwinden helfen und ihr Vermögen steigern können. Wir betrachten diese Bedingungen weitgehend unabhängig von ihren konkreten sozialen und historischen Einbettungen. Das würde zu geistesgeschichtlichen Betrachtungen führen, die wir hier nicht leisten können. Statt dessen soll versucht werden, jene invarianten Typen von Anforderungen auszufällen, die sozialen Kontexten entspringen und die bei Versuchen zu ihrer Erfüllung immer wiederkehren.[8]

Wir beginnen in der kognitiven Psychologie zu verstehen, wie es in den Grenzen intellektueller Leistungsfähigkeit zu einer autodidaktischen Steigerung mentaler Leistungen kommen kann. Es gibt keinen Grund anzunehmen, daß dies unter historisch stimulierenden Bedingungen anders gewesen sein sollte. Das individuell treibende Element liegt allemal in der Dynamik der Motivsysteme, gleichviel wodurch sie stimuliert werden. Wir wollen darum jene Situationsbedingungen in den Blick nehmen, deren motivationale Wirkungen geistige Vorgänge angeregt und gesteigert haben.

Wir ordnen diese Faktoren unter vier Aspekten:

(1.) die Organisation sozialer Strukturen betreffend (Abschn. 7.1),

(2.) die Kalkulation sozial organisierter Aktivitäten (Abschn. 7.2),

(3.) wie Unzulänglichkeiten die Überschreitung von Leistungsgrenzen in

(1.) und (2.) veranlassen (Abschn. 8), und schließlich

(4) welche Funktion dabei der menschlichen Sprache zukommt (Abschn. 9).

7.1. Mentale Anforderungen durch soziale Strukturbildungen

Eine permanente Steigerung der Siedlungsdichte kann entweder zu einem Chaos führen oder ein Bedürfnis nach innerer Ordnung erzeugen, die eine gewisse Stabilität ermöglicht. Soziales Chaos hat keine Stabilität. Es ist der Endzustand bei der Auflösung eines sozialen Verbunds. Für das Überleben eines Gemeinwesens wird Stabilität gebraucht. Bei der Häufung von Individuen ist die optimale Stabilisierungsform die hierarchische Ordnung. Ihr

[8] Es geht uns also um zeitlich invariant bleibende Anforderungsklassen, die sich für verschiedene historische Epochen auf spezifische Weise präzisieren lassen. Das ist nur scheinbar ein unhistorisches Vorgehen, wird doch versucht, Rahmenbedingungen zu umreißen, *in denen* sowie *durch die* sich konkrete historische Ereignisse in gewisser Weise wiederkehrend abspielen.

Kennzeichen im sozialen Bereich sind die in Ebenen geschichteten Vollmachten und Kompetenzen: Eine Macht ausübende Spitze mit nachfolgenden Unterkompetenzen für Teilbereiche, die sich aufspalten und verkleinern, bis hin zur singulären Einordnung des Individuums. Die Spitze kann eine Priesterkaste mit einem Oberpriester, ein Heerführer, ein gottnaher König, ein absolut herrschender Fürst oder ein Präsident sein. Die Spitzenämter und ihre Benennungen wechseln in der Geschichte. Die hierarchische Struktur bleibt. Mit ihr bleiben die Abhängigkeiten, die gegliederten Über- und Unterordnungen, die Kompetenzen und Pflichten nach Ebenen sozialer Bewertung getrennt, wie immer sie im einzelnen benannt werden.

Hierarchische Ordnungsbildung ist ein universelles Verfahren zur Beherrschbarkeit großer Strukturen, über die ein simultaner Überblick nicht möglich ist. So sind z.B. große Datenmengen im menschlichen Gedächtnis hierarchisch geordnet. Die Ordnung in Insektenstaaten zeigt das gleiche Prinzip. Verwaltungen und Heere sind nach diesem Prinzip aufgebaut, Staaten sind danach gegliedert[9]. Wenn es sich dabei um dynamische soziale Strukturen handelt, für die es keine vorgeprägten Erhaltungsregeln gibt, bedarf es zudem der Festlegungen. In dem Grade auch, in dem die Regeln überdauern , also verbindlich bleiben sollen, wird die mündliche Überlieferung unzulänglich. Schriftliche Fixierung eignet sich weit besser zum kontrollierbaren, die Generationen überdauernden Faktum. Die Tendenz dahin entsteht in sozialen Strukturen als Bedürfnis.

Die Regeln zur Erhaltung des Sozialwesens fixieren die Strafen sehr hart, die für Handlungen stehen, die den Aufbau der sozialen Struktur gefährden. Besondere Härte erfahren dabei jene Aktivitäten, die den hierarchischen Aufbau des Sozialwesens antasten. Revolutionäre Taten gehören dazu, die über das zeitweilige Chaos eine neue, oft wiederum hierarchische Struktur schaffen wollen. Gesetzgebungen sind auch Schutzmechanismen für das bestehende Hierarchieprinzip in der sozialen Ordnung. Die individuellen Motivationen, dies verwirklicht zu sehen, sind von der Stellung in der Hierarchieebene mitgeprägt. Je höher die individuelle Lebensführung in einer Hierarchieebene angesiedelt ist, um so stärker die Motivation zur Erhaltung der bestehenden Über- und Unterordnungsverhältnisse.

7.2 Ein Gemeinwesen ist keine statische Ordnung. Es ist ein pulsierendes soziales System, in dem Aktivitäten stattfinden, die bestehende Strukturen permanent beanspruchen und partiell transformieren. Die Mächtigkeit oder der Umfang kollektiver Aktivitäten hängt von der Hierarchieebene ab, von

---

[9] Daß dies auf instinktiver Basis auch für die staatenbildenden Insekten gilt, weist darauf hin, daß wir es hier mit einem sehr universellen Prinzip der Selbstorganisation in Nervensystemen zu tun haben.

der sie veranlaßt oder kontrolliert werden. Besondere Bedeutung hat dabei die Berücksichtigung *zukünftiger* Vorgänge oder Ereignisse. Es kann dies deren Verwirklichung oder Verhinderung betreffen.

Zu den wichtigen kollektiven Aktivitäten gehört die Errichtung von Behausungen oder das Anlegen von Siedlungen. Das erfordert antizipierendes Vorgehen: im großen für das Ganze zunächst, für die Großfamilie darunter und vielleicht auch noch für kleinere Gesellungsformen. Auch die Bauwerke reflektieren in ihrer äußeren Gestalt wie in ihrer inneren Ausstattung die hierarchische Struktur des Gemeinwesens. Oder einfacher: Sie zeigen die Machtstrukturen nach außen hin: Von den Zikkurats in Ur angefangen, über die Pyramiden Ägyptens oder in Teotihuacan, die griechischen Tempel, das Forum Romanum, die mittelalterlichen Pfalzen, die Burgen und Schlösser bis hin zu den Banken der Neuzeit wird angezeigt, wo die Zentren der Macht lagen und liegen. Die Äußerlichkeiten bezeugen, daß die Motivation für die Signalisierung der Macht erhalten geblieben ist, ja daß diese selbst ein Mittel zu ihrer Erhaltung war und blieb.

Größe und Ausstattung sind das eine, die Funktionsteilung in der Bauplanung ist das andere. Wohnareale kennzeichnen die Schichtung im Gemeinwesen: Das Vornehme gegenüber dem Gleichgestellten, und auch das noch einmal untergliedert fürs Feine oder Grobe: Schmiede für Schmuck in Gold oder Silber oder für Zaumzeug und Hufeisen; Zimmerer für die Burg oder fürs Alltägliche, die Fischer und die Getreidebauer, die Gelegenheitsleute; sie alle haben mit ihren Funktionen spezifische Arbeits- und Wohnkulturen zugebilligt bekommen bzw. sich geschaffen.

Zur aktiven, vororientierenden Planung gehört auch der Anbau von Getreide, die Umgrenzung der zu bestellenden Gebiete, die Speicherung von Vorräten, die Regelung von Entlohnungen, der Tausch und die Verteilung von Gütern; ihre Festlegung wie ihre Durchführung. Eine der dafür notwendigen, fundamentalen kognitiven Operationen ist der Vergleich. Als Vorgang der perzeptiven Erkennung von Gleich gegenüber Ungleich ist er tief in der Arbeitsweise höherer Nervensysteme verankert. Das gilt auch für die Erkennung von Ungleich selbst, von Mehr und von Weniger. In Zusammenhang mit den erwähnten sozialen Aktivitäten verbinden sich diese elementaren Erkennungsvorgänge jedoch mit der Notwendigkeit, Gleichheit *herzustellen*. Das geschieht durch Hinzutun und Wegnehmen. Implizit sind das die ersten arithmetischen Operationen; die Addition und die Subtraktion. Sobald es für diesen Vorgang soziale Vereinbarungen gibt, über die kommuniziert werden muß, dann bedürfen auch die Herstellung von Gleichheit und von Ungleichheit der Benennung. Schwer ist es in der Geschichte gewesen, die Herstellung der Gleichheit von der Art der betref-

ken, von Schafen, Ziegen, von Arbeitszeiten oder von Land? Die Bezeichnungen von diesen inhaltlichen Spezifika zu trennen, das hat große Probleme bereitet. Der Inhalt läßt sich auch schwer vom Wozu trennen, die Menge vom Zweck oder von ihrem Nutzen. Erst diese Trennung führt jedoch zu den

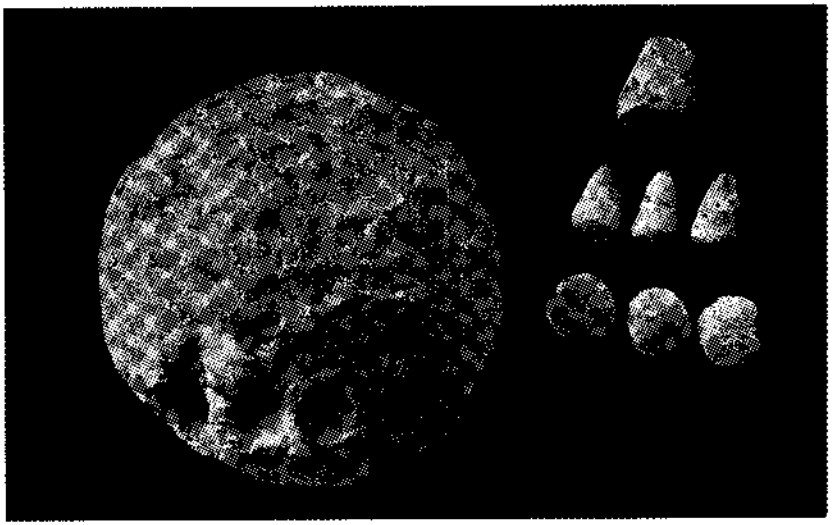


Abb. 5 Eine Tonkugel mit Zählsteinen, deren Größenverhältnisse auf eine hierarchische Ordnung in der Zählreihe hindeutet. Das könnte als Vorstufe für ein Positionssystem in der Zahldarstellung gelten. (Aus Nissen et al. 1990).

neutralen, wertfreien arithmetischen Operationen. Dieser Übergang hat sich in Sumer zwischen 2800 und 2200 ante vollzogen. Dazu kommt noch ein wesentlicher anderer Aspekt: Wenn Zuteilungen irgendwelcher Art dem Hierarchieprinzip folgen (was sie nach den Machtverhältnissen tun), dann ist die Frage nach dem Wieviel mehr und dem Wieviel weniger von hoher sozialer Relevanz. Damit sind Ansehen und Prestige verbunden.

Das Prinzip der Messung verbindet sich so unter sozialem wie unter kognitivem Aspekt mit den ersten arithmetischen Operationen. Aber nicht am sensorisch Einfachsten setzt das Messen an (also an der eindimensionalen Länge, Breite oder am Gewicht), nein, beim Meßbaren liegt der Anfang im

Dreidimensionalen: beim Volumen (Abb. 5). Einheiten für Getreide oder Getränke werden in Hohlmaßen angegeben. Der entwickelte Zahlbegriff erlaubt es, die Menge der Hohlmaße in Vergleich zu setzen. Das einzig neu Festzulegende ist eine Maßeinheit. Beliebige Größen eignen sich dafür, entscheidend ist die alltägliche Handhabbarkeit und - damit verbunden - die soziale Übereinkunft. So ist es auch mit den Längenmaßen wie späterhin mit

Elle, Klafter oder Fuß. Je nach der Art und den Gebräuchen im Gemeinwesen sind Normen in der Geschichte festgelegt worden.

Meßvorgänge sind Teilungen nach vereinbarten Einheiten. Teilungsprozeduren sind auch die Grundlage von Wertevergleichen. Die wiederum sind die Basis des Tauschens und des Tauschgeschäfts. So mündet die eine Operation des Vergleichens in Verbindung mit Arithmetik und (motivationaler) Bewertung in die frühen Regulationen und Vorformen des Handelns und des Gewinnstrebens.

Meßvorgänge führen zur Bildung von Verhältnissen der Art x1 mal Krug 1 ist gleich dem Krug 2. Mit diesem Vergleichsvorgang entsteht die Bildung von Verhältnissen bzw. von Relationen. Sie finden ihren Gebrauch keineswegs nur beim Vergleich von Volumina, sondern ganz allgemein dort, wo Anzahlen oder Mengenangaben möglich sind. Also beispielsweise auch beim Vergleichen von Orten zu verschiedenen Zeitpunkten. Diese Art der Teilung ist auch die Grundlage frühester astronomischer Erkenntnisse, zum Beispiel der Trennung zwischen Planeten und Fixsternen und auch der Planeten untereinander. Denn dieses Teilungsverhältnis markiert die verschiedenen Umlaufbahnen der Planeten um die Sonne. Bis zu den Berechnungen von Galilei, Descartes und Beeckmann für das Fallgesetz, bis zur Renaissance überhaupt, beruht die Physik vor allem auf der Bildung von Relationen und Relationsvergleichen (Damerow, 1993). In Verbindung mit der Arithmetik wiederum gehen auch komplexere naturwissenschaftliche Aussagen, wie z.B. die Beziehung zwischen Druck, Volumen und Temperatur auf messende Vergleichsprozesse zurück.

Neben den Operationen an Mengen spielen in allen sozial organisierten Lebensformen des Menschen auch Planungen für Angriff, Eroberungen, für Schutzmaßnahmen bei Unwetter oder Verteidigung bei Überfällen eine bedeutsame Rolle. Die Zusammenhangserfassung bei vernetzten Wenn-Dann-Beziehungen und den Vergleichen von Konsequenzen ist höchst wesentlich für die Entscheidungsfindung in komplexen Situationen. Das gilt im besonderen für aktive soziale Systeme. Es ist die Basis dessen, was man später einmal Logistik nennt. Entsprechende Abschätzungen sind keine arithmetischen Probleme mehr. Komplexes Systemverhalten ist essentiell mit Unsicherheit behaftet, wird zu einem eigenen Bewährungsfeld mentaler Operationen.

8. Die Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit und die Versuche zu ihrer Überwindung

Wir haben an Beispielen gezeigt, wie soziale Vernetzungen Bedürfnisse erzeugen, die Herausforderungen an geistige Leistungen darstellen. Was die Natur vor Zeiten bewirkte, geht mehr und mehr auf die gesellschaftlich

geschaffene Umwelt über. Dabei kommt es auch hier nicht selten zu Überforderungen. Dieses Spannungsfeld zwischen Anforderung und Unfähigkeit, sie zu realisieren, ist abermals wesentliche Motivbasis für die Versuche, die Grenzen bestehender Leistungsfähigkeit zu überwinden. Suchen wir einmal diese Grenzen auf:

(1) Seit Urzeiten stoßen Menschen auf die Schranken ihrer körperlichen Kräfte. Immer wieder werden Mittel ersonnen, diese Grenzen zu überwinden: Hebel, Keil, Rolle, Flaschenzug bezeugen diese Bestrebungen. Der Gebrauch dieser Instrumente nimmt mit der Bildung sozialer Organisationsformen im Gemeinwesen zu: Rodungen, Bauten, Transporte fordern diese Instrumente und ihre Vervollkommnung. Das Rad und seine Verbindungen stehen vielfach im Dienste der Kraftübertragung und Verstärkung. Die Optimierung von Aufwand an Körperkraft und erzielter Wirkung ist über lange Zeiträume ein zentrales Thema für die Gestaltung von Arbeitshandlungen. Die Nutzung fremder Energiereservoire wie Feuer, Elektromagnetismus und Kernkraft zeugen von einem neuen Weg der Gewinnung und Verstärkung von Kräften.

(2) Die Grenzen der Sinnesorgane betreffen ihr Auflösungsvermögen, die Fernsicht (oder das Fernhören) sowie die Kurzsicht. Linse, Mikroskope, Teleskope, Spektroskopie und Radiowellen zeugen von den Bemühungen, die Grenzen der Sinnesorgane beim Informationszugang aus der Umwelt zu überwinden. Die Suche nach neuen Fortbewegungsregionen wie Luft oder Unterwasser sind Zeugnisse später technischer Entwicklungen. Manipulatoren erweitern die Genauigkeit und Treffsicherheit der Auge-Handsteuerung.

(3) In alle diese "Grenzüberschreitungen" naturgegebener menschlicher Leistungsfähigkeit sind Leistungseigenschaften mentaler Prozesse eingegangen. Die ungezählten Konstruktionen im technischen Bereich zeugen von der nahezu unbegrenzten Kombinatorik kognitiver Komponenten im Denken und im Handlungsaufbau. Das zugehörige Thema der kognitiven Psychologie besteht darin zu erklären, welche elementaren Vorgänge der Informationsverarbeitung und Informationsproduktion in diese Kombinationen eingehen und die Resultate des menschlichen Denkens in seiner unübersehbaren Vielfalt erzeugen. Dabei bahnt sich eine neue Technologie der "Grenzüberschreitungen" an. Sie betrifft die Überschreitung intellektueller Kapazitätsgrenzen. Das Thema ist schon einige hundert Jahre alt. Aber erst als die mechanische Informationsübertragung und Speicherung verlassen werden konnte, kam mit der elektronischen Computertechnologie der Durchbruch zur Imitation und Nachbildung geistiger Prozesse und Leistungen. Die Kapazität technischer Speicher und die Zugriffsgeschwindigkeiten zu den Speicherinhalten liegen schon jetzt über den Parametern des menschlichen Nervensystems. Dennoch ist damit dessen Leistungsfähigkeit

noch längst nicht erreicht. Zwar ist es möglich, elementare Problemlösungsprozesse durch Rechner nachzubilden. Dazu gehören z.B. die Simulation von Mechanismen des Abstrahierens, des Verdichtens von Information zu Begriffen unterschiedlicher Komplexität, des Verkürzens von Operationenfolgen zu einer Makrooperation oder die Umkehrung von Operationen. Dennoch bleiben große Lücken in der Nachbildung mentaler Leistungen durch die Computertechnik. Die Grenzen sind erkennbar, und sie verlocken derzeit Computerfreaks wie Profis, sie zu überwinden. So vollzieht sich vor unseren Augen, was sich tausende Male in der Geschichte zugetragen hat, wenn soziale Bedürfnisse menschliche Motivationen stimuliert und zu höheren Leistungen angetrieben haben.

Von den derzeit gegebenen Schranken auf dem Gebiet der Nachbildung geistiger Prozesse gibt es ein Problem, das sich wahrscheinlich schrittweise lösen lassen wird. Es gibt aber noch ein wesentlicheres, weiteres Problem, dessen Lösung sich sehr wahrscheinlich der Leistungsfähigkeit menschlicher Nervensysteme entzieht. Auch das Warum dafür, läßt sich begründen (vgl. Abs. 10). Diesen beiden Problemen werden wir uns nun zuwenden. Das erste betrifft die Rolle der Sprache bei der zunehmend beschleunigten Entwicklung geistiger Kalküle in der Menschheitsgeschichte. Das zweite hängt mit der infiniten Komplexität der Umwelt und der begrenzten Prädiktierbarkeit des Geschehens in ihr zusammen.

9. Über die Rolle der Sprache in den Wandlungen geistiger Dispositionen

Wenn jetzt von Sprache die Rede ist, so in einem sehr eingeschränkten Sinne. Es geht uns nur um einen einzigen funktionellen Aspekt, der sich aus einer geschichtlichen Beobachtung ergibt. Die Beobachtung besagt, daß, seitdem es Sprache in einem natürlich-hochsprachlichen Sinne gibt, die geistige Regsamkeit des Menschengeschlechts erheblich zugenommen und dabei kulturelle Entwicklungen eingeleitet hat, die an Qualität und Intensität alles bis dahin möglich Gewesene übersteigen. Dabei denken wir nicht nur an die Entwicklungstempi von Wissenschaft und Technik, sondern auch an die intelligenzintensiven Begründungen für die Gestaltung ökonomischer, agrokultureller und auch künstlerischer Prozesse, an die intelligenzintensive Gestaltung von Geschmacks- und Essenskulturen ("die Kultur beginnt in der Küche", lautet ein Satz, der ebenso einem Chinesen wie einem Franzosen zugeschrieben wird), und wir denken auch an die Gestaltung von Kleidung, Wohnung und Hygiene. Die Frage ist, ob diese Entwicklungen mit der Sprache im Denken zusammenhängen können, und, wenn ja, wie das vorstellbar ist. Dies sei an Beispielen in Grundzügen bedacht:

Die Sprache des Menschen hat eine doppelte Funktion: eine kommunikative und eine kognitive. Die kommunikative dient der Verständigung, die kogni-

tive dient dem Erkenntnisgewinn. Evolutionsgeschichtlich gesehen ist die kommunikative Funktion der Lautbildung längst vor der kognitiven anzutreffen. Tiere verfügen über lautliche Kommunikation bereits auf instinktiver Basis. Sie dient der Koordinierung des Verhaltens verschiedener Individuen einer Art, seltener auch der zwischenartlichen Kommunikation. Lernabhängige Lautbildungen für kooperative Aktivitäten finden wir ausgeprägt bei höheren Wirbeltieren. Gesangslernen bei Vögeln ist ein wohlbekanntes Beispiel. Mit der lernabhängigen Kommunikation beginnt eine zweite Funktion der lautlichen Konnexion zwischen Lebewesen, die der adaptiven Partnererkennung und Informationsübermittlung. Dies ist möglicherweise der Anfang für die kognitive Durchdringung der Kommunikation. Sprache jedoch ist es noch nicht. Die findet ihre schließliche Bestimmung mit dem Abschluß der Menschwerdung, mit der Benennung von Begriffen.

Begriffe sind Klassifizierungen von Objekten, Ereignissen oder Operationen nach den ihnen gemeinsamen (invarianten) Merkmalen. Sie werden im Gedächtnis gespeichert und bilden die Basis des klassifizierenden Erkennens: Ein Stamm, Zweige und Blätter oder Nadeln bilden den Begriff des Baumes. Und so für alle wahrnehmbaren Merkmalssätze. Bei der begrifflichen Zuordnung eines Einzeldinges (etwa "das ist mein Hund Bello" als Individuum wie als Klassifikat) entfalten sich alle Artmerkmale bis zum Anschauungs- oder Vorstellungsbild. Bei der Bestimmung als HAUSTIER, SÄUGETIER, TIER oder LEBEWESEN[10] regen die Wortmarken immer weniger charakteristische Merkmale an. Gleichzeitig wird die Menge der begrifflich umgriffenen Objekte immer größer (es gibt ungleich mehr Haustiere als Hunde, mehr Tiere als Haustiere usf.) Die Wortmarken selber ändern sich in ihrer Komplexität nicht, wohl aber nimmt mit abstrakterer Klassifizierungsstufe die Kompaktheit des Begriffs bzw. die Anzahl der erfaßten Objekte zu. Für jede Abstraktionsstufe gilt: Die Menge der durch Merkmalssätze im Gedächtnis gespeicherten und dadurch wiedererkennbaren Objekte ist potentiell unendlich. Jede begriffliche Wortmarke in jeder Abstraktionsebene erlaubt bei lautsprachlicher Kompetenz, diese Menge an Information zu übertragen. Das ist eine ungeheure *Verdichtung des Informationstransports in der Kommunikation durch begriffliche Repräsentation* der Worte in der Sprache. Das ist die erste, mit Sprache verbundene kognitive Neuleistung.

Es werden, wie erwähnt, nicht nur Objektmengen klassifiziert, sondern auch Ereignisse und Operationen. Für Ereignisse stehen klassifizierende Wortmarken wie HACKEN, SÄGEN, SCHREIBEN, BERECHNEN oder

[10] Die Begriffe sind in Großbuchstaben, die sie bezeichnenden Worte in Normalschrift gehalten.

AUSGIEßEN, ÜBERHOLEN, EINHOLEN. Charakteristisch ist, daß auch hier die invarianten Merkmale der so benannten Ereignisse für den Prozeß der Wiedererkennung im Gedächtnis gespeichert werden. Das gleiche gilt für die Klassifizierung von ausführbaren Handlungen, von Operationen und ganzen Handlungsprogrammenn. Begriffe wie STRICKEN, HINZUTUN, MULTIPLIZIEREN, EXERZIEREN, PROGRAMMIEREN oder BERECHNEN sind Beispiele dafür. (Wir unterscheiden also zwischen dem Klassifizierten Ereignistyp SCHREIBEN und der im Gedächtnis ebenfalls verankerten Wissensstruktur für die Produktion von Schriftzügen; vgl. dazu Engelkamp, 1991).

Nun sind begriffliche Merkmalssätze (oder kurz Begriffe) noch keine Sprache, wohl aber die Voraussetzung für deren kognitive Funktion. Sie tragen die Semantik sprachlicher Informationen.

Begriffe sind zugleich Ankerpunkte des menschlichen Denkens. Worte sind ihnen assoziiert. Sie können von ihnen angeregt werden und umgekehrt. Dadurch, daß Begriffe benannt sind, begleiten die Benennungen auch den begrifflichen Denkprozeß. Jedenfalls, soweit es Benennungen für die klassifizierten Strukturen gibt.

Denkprozesse finden außer im Begrifflichen auch im Anschaulichen statt. (Zwischen beiden Repräsentationsformen gibt es Überführungen bzw. Abbildungen.) In jedem Falle betreffen die Operationen auch Transformationen, sei es im Begrifflichen oder bei anschaulichen Vorstellungen. Diese Transformationen können Zustände oder Bewegungen in der Umwelt abbilden, die Ergebnisse von Handlungen *vorwegnehmen*, den Aufbau oder die Konstruktion einer Manipulation steuern, wie z.B. bei der Konstruktion eines Gerätes. Diese konstruktive Gestaltwirkung von Operationen im menschlichen Gedächtnis führt zu flüchtigen, neuen, kurzzeitig wirksamen mentalen Strukturen. Sofern solche Strukturbildungen als Zwischenergebnisse beim Problemlösen im menschlichen Denken häufig vorkommen, also auch öfter gebraucht werden, können sie benannt und von ihrer Benennung her wieder aufgerufen werden. Begriffe wie ZÄHLEN, TEILEN, VERVIELFACHEN sind solche neuartigen Benennungen, die in vormenschlichen Lebensbereichen gewiß keine Rolle gespielt haben. Darin erkennen wir die zweite kognitive Funktion der Sprache: *die Fixierung neuer Wissensbereiche* und deren begriffliche Durchdringung. Damit haben wir zwei bedeutsame kognitive Funktionen begrifflich sprachlichen Denkens erfaßt: Die beliebige informationelle Kompaktheit im Begrifflichen bei gleichbleibend einfacher Benennung und die Verfügbarkeit mentaler Prozesse oder Prozeduren durch freie Wortwahl als Benennung.

Die dritte kognitive Funktion der Sprache liegt darin, daß die Ergebnisse individuellen Denkens durch die Benennung ihrer Ergebnisse in der Sozietät kommuniziert, - oder besser: mit - geteilt werden können. Der Begriff der Mit*teilung* enthält den Sachverhalt der Vervielfältigung. Das eben macht die soziale Funktion des Denkens im Gemeinwesen und für das Gemeinwesen aus. Diese Vervielfältigung im Austausch von Denkleistungen erhöht den Reichtum an Variabilität der Denkresultate und führt im Effekt zu einer Potenzierung der Intelligenz in der menschlichen Gesellschaft durch die Gesellschaft. Dies bedeutet auch eine Chance für die Intensivierung des Gewinns neuer Erkenntnis.

Begriffliche Bildungen können auch Operationen betreffen. Eine bedeutsame mentale Operation betrifft die Abbildung begrifflicher Strukturen (bzw. Merkmalssätze) auf die mentalen Bilder oder Vorstellungen im Gedächtnis. Die Wechselbeziehung zwischen Anschauungsbildern und begrifflichen Strukturen ist ein wesentliches Element kreativen Denkens, das durch Sprache vermittelt wird. Das ist die vierte kognitive Funktion natürlichsprachlicher Anteile im menschlichen Denken.

Operationen können auch die Worte als Elemente des mentalen Lexikons betreffen. So wie die Anwendung kognitiver Operationen auf andere begriffliche Merkmale die Dynamik des Denkens begründet, so die Transformationen an Worten des mentalen Lexikons die Adaptivität der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit. Operationen, angewandt auf Wortbildungen im menschlichen Gedächtnis, erhöhen die Ausdrucksfähigkeit der Lautsprache. Damit wird es zum Beispiel möglich, Zeitbeziehungen als begriffliche Information in die Kommunikation aufzunehmen, Vergangenheit auszudrücken oder Zukunft, Verhältnisse in Raum und Zeit und ihre Veränderungen zu benennen und zu beschreiben; kurz: eine (transformative) Grammatik auszubilden. Wortbildungen im Gedächtnis und ihre Transformationen verbinden das Denken mit der Umwelt über die Sprache und umgekehrt, sie verbinden auch die Geschehnisse der Umwelt durch die Sprache mit dem Denken. Denn Grammatik: das sind Abbildungen begrifflicher Operationen in Wortstrukturen. Sprachkompetenz besteht in der Nutzung von begrifflichen Denkoperationen für die aktuelle Gestaltung der Laut- oder Schriftsprache. (Zwischen Laut- und Schriftsprache haben wir hier nicht differenziert. Die eigenständige Problematik dazu haben wir an anderer Stelle abgehandelt (Klix, 1993)).

Wir haben im Überblick gezeigt, wie die Ausbildung natürlicher Sprache die Entstehung und Verbreitung von Denkleistungen befördert. Sie hat allem Anscheine nach die Intelligenzentwicklung in den menschlichen Sozietäten im ganzen beschleunigt. Dieser Prozeß hält bis in die Gegenwart an, ja, er

beschleunigt sich hier noch einmal um Größenordnungen (wenn auch nicht ohne neue Problematik, wie wir gleich zeigen werden). Allerdings scheint das letzte Ziel kognitiver Bemühungen um die Erhöhung der intellektuellen Dispositionen des Menschen nicht erreichbar: der Blick in eine beliebig lange Zukunft. Dies wollen wir am Schluß in einer Art philosophischen Ausblick begründen.

9. Schlußbetrachtung

Im ersten Teil dieses Beitrages wurde begründet, daß erdgeschichtliche Wandlungen in einem Zeitraum von 250 Mio. Jahren stimulierende Bedingungen für die Evolution hochentwickelter, lernfähiger Lebewesen gesetzt haben. Die erforderlichen Anpassungsleistungen mußten gegenüber gravierenden Veränderungen in den Lebensräumen bestehen können. Dabei erzeugten die wirksamen Faktoren Dispositionen der Nervensysteme, mit denen Komponenten mentaler Strukturbildungen des Gegenwartsmenschen entstanden. Sie sind ursprünglich Anpassungen an eine durch geobiologische Faktoren beschleunigt komplexer werdende Welt. Die entstehenden organismischen Wirkungsgefüge erzeugen eine Strategie, durch die die zunehmende Komplexität der Umwelt durch eine Verstärkung der mentalen Leistungskapazität der Nervensysteme abgefangen wird. Sie müssen ihre Erkennungs-, Entscheidungs- und Verhaltensstrategien in dieser Welt bewährungsfähig halten, und das heißt, sie fortwährend wirkungsfähiger zu gestalten. Wirkungsfähig heißt vor allem, leistungsfähige Extrapolationen für Zukünftiges zu entwickeln. Anpassungseffekte dieser Art sind noch heute bei Lern- und Behaltensfunktionen des rezenten Menschen nachweisbar.

Dieser langen Periode biologischer Anpassung folgt im Prozeß der Menschwerdung eine Zeit zunehmender Differenzierung der Sozialstrukturen. Sie begann etwa 12 - 10 000 v. Chr. im vorderen Orient, u.a. an Euphrat und Tigris, und sie strahlte alsbald aus in nordindische Sozietäten. Andere Bindungen und neuartige Organisationsformen im Zusammenleben von Menschengruppen entstanden am Nil. Wohngebiete untergliedern und differenzieren sich mit zunehmender Dichte der Besiedlung. Es sind Bindungen, die durch soziale Abhängigkeiten, verschiedenartige Kompetenzen, Verantwortlichkeiten oder Befehlsgewalten entstehen. Die Dynamik in solchen sozialen Vernetzungen kann zu Auswirkungen führen, die in ihrer Dramatik Naturprozessen vergleichbar sind. Obwohl durch geistige Prozesse gestaltet, sind die Wirkungen menschlicher Eingriffe in soziale Strukturbildungen oft nicht überschaubar. Das schließt die Möglichkeit ein, daß sie Katastrophen produzieren können wie das Aufbrechen geologischer Kräfte auch. Nur daß die aus sozialer Dynamik geborenen Katastrophen noch größeres Elend für

Leib und Leben von Mensch und Tier verursachen können. Auch für die sozialen Vernetzungen gilt, daß kleine Ursachen gigantische Wirkungen hervorrufen können. Das bezeugen historische Verwicklungen zwischen Völkerschaften, die häufig von scheinbar sozialen Winzigkeiten hervorgerufen werden. Ob das nun durch Verwicklungen ausgelöst wird, die von einer schönen Frau wie Helena ausgehen oder von der sprichwörtlichen Nase der Kleopatra, von einem nichtswürdigen Fenstersturz in Prag oder von der Kränkung der Brunhilde durch Kriemhild vor dem Kirchgang zu Worms (sie ist im Nibelungenlied als Ursache für ein grauenhaftes Gemetzel unter Zehntausenden von Hunnen und Burgundern beschrieben). Wir haben Lawinenphänomene dieser Art vor uns in Glaubenskriegen. Erinnert sei an die Deutungsdiskussion über die Substantialisierung von Leib und Blut im Abendmahl: ob "ist" oder "bedeutet" das rechte Glaubensbekenntnis ausdrückt. Dies war der Vorabend des grausamsten Glaubenskrieges im mittelalterlichen Europa.

Es waren Miniaturursachen, die zu Völkerbewegung, ja zu Völkermord führten. Die Kräfte zwischen Ursachengeflechten und Wirkungsverzweigungen waren in den Startsituationen allemal undurchschaubar. So wie sie in komplexen und nichtlinear verkoppelten Systemen allgemein anzutreffen sind.

Wir finden seit der Sozialisation durch Institutionen im menschlichen Zusammenleben bis heute einen beständigen Wettlauf zwischen steigender Komplexität innerhalb oder zwischen Gesellschaften und Tendenzen zur Steigerung geistiger Leistungsfähigkeit. Angetrieben wird dieser Wettlauf, um etwas Voraussicht bzw. Prädiktierbarkeit in den sozialen Entwicklungen zu entdecken. Prädiktierbarkeit schafft Sicherheit. Das ist bei sozialen Lebensgemeinschaften in Miniwelten genauso wie in Biotopen, in denen sich instinktive Verhaltenseinstellungen bewähren und erhalten. Die Regeln eines Klosterlebens oder eines Ordens sind lokal stabil und überschaubar. Es kann über Generationen prädiktierbar sein, was zu bestimmten Tages- oder Jahreszeiten geschieht. Es ist dies wie eine teilweise Rückkehr in die Stabilität instinktgeregelter Nischenanpassung.

Allgemein gilt: Voraussagbarkeit besteht dann, wenn man Periodizitäten überblicken kann, in denen einzelne Ereignisse sich wiederholen. Periodizität ermöglicht Prädiktierbarkeit. Für Naturereignisse gilt das gewiß, und, wie wir sehen, auch in Bereichen sozialer Ordnungsbildungen. Die oft starren Prinzipien der Ordensbildung findet man mehr oder weniger starr in vielen Formen menschlichen Zusammenlebens, zum Beispiel in Vereinen, Parteien oder in Korporationen. Dadurch lassen sich kollektive Ziele anstreben. Ziele sind ja vorausgesehene Zustände. Wenn es aber um einen Zeitraum von

zweitausend Jahren geht, über den hinaus keine Periodizitäten bekannt sind, und wenn daraus dann die gesamte Menschheitsgeschichte prädiktiert werden soll, da ist die potentielle Leistungsfähigkeit der menschlichen Intelligenz deutlich überschritten. Für solche Prädiktionen wurden in der Evolutionsgeschichte keine Schlußregeln ausgebildet; und, wie nun von mathematischer Seite bewiesen ist: Sie konnten auch gar nicht ausgebildet werden. Denn: Nur wenn der Ablauf der Weltzustände so kodiert werden könnte, daß der beschreibende Algorithmus kürzer ist als die Zustandsfolge selber, dann wäre eine Prädiktion gesellschaftlicher Entwicklungen über lange Zeiträume möglich. Nach allem, was wir wissen, ist dies nicht der Fall.

Was kann geschehen? Wir leben in einem Zeitalter der algorithmischen Beschreibung komplexer Zustandsfolgen, im Zeitalter der Rechentechnik und der Computer. Neben anderen Leistungen verstärken diese Technologien den Komplexitätsgrad unserer Welt. Sie tun dies auf einigen nördlichen Regionen der Erdkugel wesentlich stärker als auf allen anderen. Nach dem, was wir im letzten Abschnitt begründet haben, muß dies zu einer regional unterschiedlichen Intelligenzentwicklung führen. Das kann, wenn nicht gegengesteuert wird, zu dramatischen Differenzierungen der Intelligenzzusammensetzung der unterschiedlich betroffenen Bevölkerungsgruppen unserer Erde führen.

Es kann aber auch sein, daß die Zunahme hyperkomplexer Weltzustände so vehement fortschreitet, daß sie sich der Beherrschbarkeit durch menschliche Intelligenz überhaupt entzieht. Dann würden die bestadaptierten und mithin überlebensfähigen Organismen nicht die höchsten Säugetiere sein, sondern die Viren und die Bakterien.

Literatur

Coppens, Y. (1983) Le Singe, l'Afrique et l'Homme. Fayard Paris

Edwards, W. (1968), Conservatism in Human Information Processing. In: Kleinmuntz (Ed.) Formal Representation of Human Judgement. New York, Wiley

Engelkamp, J. (1991) Das menschliche Gedächtnis. Verlag C. J. Hogrefe Göttingen

Foppa, K. (1966), Lernen, Gedächtnis, Verhalten. Kiepenheuer und Witsch Köln, Berlin

Hallpike, Chr. R. (1990), Die Grundlagen primitiven Denkens, dtv/Kett-Cotta

Herrmann, J. und Ullrich, H. (Hrsg.) (1992 Menschwerdung. Akademie Verlag Berlin

Hoffmann, J. (1993) Vorhersage und Erkenntnis, Hogrefe Göttingen

Johnson-Laird, P. N. & Wason (1972), Psychology of reasoning: Structure and content London, Balsford

Johnson-Laird, P. N. (1983), Mental Models. Cambridge, Harvard University Press

Johnson-Laird, P. N. (1989), Analogy and the exercise of creativity. In: Vosniadou, S. und Orthony, A. (Eds.) Similarity and Analogical Reasoning. Cambridge, Cambridge University Press, pp. 312-331

Kawai, M. (1975) Precultural Behavior of Japanese Monkey. In: Kurth, G. und Eibl-Eibesfeldt (Hrsg.) Hominisation und Verhalten. Thieme Stuttgart S. 32-55

Klix, F. (1992) Die Natur des Verstandes. C. J. Hogrefe, Göttingen

Klix, F. (1992) Erwachendes Denken. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg

Köhler, W. & Restorff, H. V. (1937), Zur Theorie der Reproduktion, Psychologische Forschung 1921

Lander, H. J. (1968/69/70), Zur Psychologie des Gedächtnisses I-IV, Zeitschrift für Psychologie 175/176/177

Lanius, K. (1995) Globaler Wandel. Spektrum Akademie Verlag Heidelberg

Müller, G. E. & Pilzecker, A. (1900), Experimentelle Beiträge zur Lehre vom Gedächtnis, Leipzig

Müller, G. E. (1911-1917) Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes, 3 Bände, Leipzig

Murdock, B. B. J. (1974) Human Memory-Theory and Data, New York, Erlbaum

Nissen, H. J., Damerow, P. und Englund, R. K. (1990) Frühe Schrift und Techniken der Wirtschaftsverwaltung im alten Vorderen Orient. Verlag Franzbecker Berlin

Osche, G. (1987) Die Sonderstellung des Menschen in biologischer Sicht. In: Siewing, R. (Hrsg.) Evolution (3. Aufl.) G. Fischer, Stuttgart

Ramachandran, V. S. (1988), Perceiving Shape from Shading. Scientific American No. 2, pp. 58-66

Riedl, R. (1992), Wahrheit und Wahrscheinlichkeit. P. Parey Verlag Berlin, Hamburg

Rose, St. (1994) Molecular and Cell Biology of Memory Formation. Academia Europaea, Parma

Siewing, R. (Hrsg.) (1987) Evolution (3. Aufl.) G. Fischer Stuttgart (UTB)

Seijnowski, T. J. (1987), Open Questions About Computation in Cerebral Cortex. In: Mc. Chelland, J. L. & Rumelhart, D. E.: Parallel Distributed Processing. The MIT Press Cambridge Mass. Vol. 2

Vogel, Chr. (1987) Evolution des Menschen. In: Siewing, R. (Hrsg.) Evolution (1987)

Vogel, Chr. (1989) Vom Töten zum Mord. Hanser Verlag München

Wright, A. A. et al. (1985) Memory Processing of Serial Lists by Pigeons, Monkeys, and People. Science 229, pp. 287-289

Ziegler, A. (1990) Deduktives Schließen mit mentalen Modellen. In: Sprache & Kognition, H. 2, pp. 82-91

Helmut Böhme

Die Erforschung des menschlichen Genoms - Fakten, Probleme und Konsequenzen

Vortrag, gehalten im Plenum der Leibniz-Sozietät am 15. Mai 1994[1]

In den letzten Jahren sind im Rahmen der Human- und medizinischen Genetik und im weiteren Sinne in den medizinisch orientierten Biowissenschaften zwei Forschungsprojekte in Angriff genommen worden, die über die Grenze der Fachgebiete hinaus auf verständliches Interesse einer breiteren Öffentlichkeit gestoßen sind. Es handelt sich um das *Human Genome Project (HGP)*, das Projekt zur Erforschung des menschlichen Genoms, und das *Human Genome Diversity Project (HGDP)*, das Projekt zur Erforschung der menschlichen genetischen Verschiedenheit (Mannigfaltigkeit).

Das erste Projekt soll hier im Mittelpunkt der Ausführungen stehen, das zweite - nicht minder wichtige - werde ich nur am Rande behandeln können.

Für etwas völlig Selbstverständliches und Unproblematisches halten wir es, die Vererbungserscheinungen bei Bakterien, Pflanzen oder auch Tieren zu studieren, ihre Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und ihren Ablauf - nach Möglichkeit in unserem Sinne - zu verändern. Hier sind wir das Subjekt - sie, die Bakterien, Mäuse oder Löwenmäulchen - die Objekte unseres Handelns!

Geht es jedoch um genetische Prozesse beim Menschen, werden wir selbst also die Objekte unseres wissenschaftlichen Tuns, halten wir ein und stellen uns Fragen: Was dürfen wir? Was ist biologisch, was gesellschaftlich, also sozial determiniert, und wie analysieren wir das Zusammenspiel, die Interaktion dieser Faktorenkomplexe in unserer eigenen individuellen und auch familiären Entwicklung? Wie verwerten wir unser durch Forschung erworbenes Wissen?

Wir haben guten Grund für unser anfängliches Zögern, waren es doch auch Ergebnisse und Interpretationen der Humangenetik und das Reden, Schreiben und Handeln einzelner ihrer Repräsentanten, die zur Perversion der Wissenschaft bei der sogenannten rassenpolitischen Begründung des Völkermords an Millionen von Juden und anderen "rassisch Minderwertigen" beigetragen haben. Wenn ich heute über ein humangenetisches

[1] für die Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät überarbeitete Fassung des Vortrags

Forschungsprogramm und seine Probleme und Konsequenzen spreche, wähle ich diesen Ausgangspunkt, um von vornherein deutlich zu machen, in welch starkem Maße hier einzelwissenschaftliche Details mit wissenschaftstheoretischen und vor allem wissenschafts-ethischen - also wohl insgesamt philosophischen - Fragen verbunden sind.

Humangenetische Forschungen haben in den letzten Jahren einen erstaunlichen An- und Auftrieb erhalten. Das hängt mit den bereits erwähnten Forschungsprojekten zusammen, die mit dem Ziel angelaufen sind, innerhalb eines sehr konkret zeitlich abgesteckten Rahmens das menschliche Genom zu erforschen und dadurch wichtige Beiträge zur Diagnose und Therapie vor allem aber auch zur Prävention genetisch determinierter Erkrankungen zu leisten. Über den Inhalt dieser Programme, vor allem aber über sich aus diesen Forschungen ergebende Konsequenzen, soll hier skizzenhaft informiert werden.

Gestatten Sie bitte zunächst eine Vorbemerkung: Ich bin selbst weder Humangenetiker noch Mediziner, sondern habe mich in meiner aktiven wissenschaftlich-experimentellen Tätigkeit mit Problemen der Pflanzen vor allem aber der Bakteriengenetik befaßt. Dennoch habe ich dem Vorschlag des Vorstandes unserer Sozietät, zu diesem Thema zu referieren, zugestimmt, weil ich es im Sinne einer Informationsveranstaltung für sehr wichtig halte und mich der umfassendere Problemkreis "Genetik und Gesellschaft" seit vielen Jahren beschäftigt. Unsere Sozietät steht dabei in einer guten Tradition. In der DDR wurde sowohl innerhalb als auch außerhalb der Akademie den gesellschaftlichen Aspekten der modernen Biowissenschaften notwendige Aufmerksamkeit gezollt. Ich brauche nur an Veröffentlichungen zu erinnern, die mit den Namen Steenbeck und Scheler, Rapoport, Rosenthal und Fuchs-Kittowsky, Klix und Tembrock, Helga Hörz und Herbert Hörz, Löther und Erpenbeck u.a. verbunden sind.

Ich werde nach dieser kurzen Einleitung, in der ich einige wenige zum Verständnis des Folgenden unbedingt erforderliche genetische Grundkenntnisse rekapituliere, drei Hauptpunkte behandeln:

1. *Das Human-Genome-Project (HGP) - fachspezifischer Inhalt und erste Ergebnisse;*

2. *Wissenschaftsorganisatorische Prinzipien; HUGO und europäische Organisationsformen; Daten-Bewältigung;*

3. *Probleme der Erkenntnis-Anwendung; ethische und juristische Konsequenzen.*

Eine zweite Vorbemerkung ist an dieser Stelle erforderlich: Unter Berücksichtigung der fachspezifischen Zusammensetzung des Auditoriums habe ich mich bei der Abfassung des Vortrages um möglichst weitgehende Allgemeinverständlichkeit bemüht und versucht, mit einem Minimum an Fach-Terminologie auszukommen; das führt allerdings zu einer gewissen Vereinfachung, und ich bitte die anwesenden Mediziner und Biologen um Nachsicht. Ich verzichte auch auf spezifische Literaturzitate und gebe dafür am Schluß einige Hinweise auf weiterführende Literatur.

Lassen Sie mich zunächst definierend auf einige zu verwendende Begriffe hinweisen. Den Gesamt-Organismus gliedern wir für analytische Zwecke in qualitativ oder quantitativ zu bestimmende Einzelmerkmale und Leistungen auf. Sie werden im Verlauf der Individualentwicklung entsprechend der in den Genen enthaltenen Information in Interaktion mit den inneren und äußeren Entwicklungsbedingungen ausgebildet. Gene sind also distinkte Teile der genetischen Information eines Organismus; ihre Gesamtheit bezeichnen wir als das Genom. Die materielle Grundlage der genetischen Information ist eine chemische Struktur, die Desoxyribonukleinsäure, DNA, die zusammen mit einigen Eiweißen Hauptbestandteil der Chromosomen des Zellkerns ist. Die DNA besitzt einen 1953 von Watson, Crick und Wilkins geklärten Aufbau, der ihre biologische Dreifach-Funktion gewährleistet, nämlich die Fähigkeit zur Speicherung von Information, zur Sicherung ihrer identischen Replikation und zur Realisierung dieser Information im Prozeß der Eiweiß-Biosynthese.

Hauptelemente dieser Struktur sind

- ihre Doppelsträngigkeit,
- die Gesetzmäßigkeit der Basenpaarung und
- ihre Längsstruktur, die Basensequenz.

Jeder Strang des doppelsträngigen DNA-Makromoleküls ist ein Polynukleotid aus miteinander verknüpften Mononukleotiden, bestehend aus einem Zucker, einem Phosphat und einer von vier Stickstoffbasen. Diese Polynukleotidkette der DNA ist relativ einförmig gebaut, da sich die gleichen Zucker und Phosphatreste ständig wiederholen; die Spezifität ergibt sich aus der Verteilung der Stickstoffbasen - Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C). Diese Verteilung, die Aufeinanderfolge der Basen bezeichnen wir als Basensequenz mit den Anfangsbuchstaben, also z.B. A T C A A G C T.

Das "Geheimnis" der relativ konstanten Erhaltung der Sequenz bei der Vermehrung des Makromoleküls besteht darin, daß aus sterischen Gründen

Adenin nur mit Thymin und Guanin nur mit Cytosin eine durch Wasserstoffbrücken vermittelte Verbindung, die Basenpaarung, eingehen kann. Ist daher in einem Strang die Sequenz A T C A A G C T gegeben, kann die Sequenz des Schwesterstranges nur T A G T T C G A lauten. Ein Polynukleotid-Strang wirkt bei der Replikation als Matrize und determiniert so die Sequenz des zu synthetisierenden Tochterstranges. In dieser Weise wird die Kontinuität der Sequenz und damit der Spezifität des DNA-Moleküls gewährleistet.

Die funktionelle Spezifität der Eiweißmoleküle wird primär durch die sie ebenfalls in linearer Sequenz aufbauenden Aminosäuren bestimmt. Je drei nebeneinander liegende Stickstoffbasen der DNA determinieren in einem komplexen Ablese- (= Transkriptions-) und Übersetzungs- (= Translations-) Prozeß die Stellung einer Aminosäure im Eiweißmolekül, oder auch ein Regulationssignal. Hier liegt also eine echte Verschlüsselung von Information vor, und wir bezeichnen entsprechend die Liste der Tripletts (der drei Basen), die die 20 in Proteinen vorkommenden Aminosäuren determinieren, als den genetischen Code.

Der Informationsfluß während der Individualentwicklung eines Organismus ist unidirektional. Er verläuft vom Informationsträger DNA in den Chromosomen über eine struktur-komplementäre Ribonukleinsäure (RNA) zum Eiweiß. Es ist dies ein zentraler Lehrsatz der Molekularbiologie - manchmal auch als das zentrale Dogma bezeichnet: DNA → RNA→Protein; eine Rückübertragung der Information von RNA auf DNA kommt nur in spezifischen Fällen bei einigen Viren vor; sie ist für unser heutiges Thema nur insofern von Bedeutung, als der molekularbiologische Experimentator diese Rückübertragung mit Hilfe eines aus Viren gewonnenen Enzyms zur Synthese spezifischer biologisch aktiver DNA benutzt.

Es wird geschätzt, daß im Genom des Menschen zwischen 50 und 100.000 Gene enthalten sind. Die DNA eines Genoms besteht aus 3×10^9 Basenpaaren (bp). Eine erstaunliche und in Teilen noch nicht völlig verstandene Tatsache besteht darin, daß nur etwa 2 - 3 % der Gesamt-DNA codierende, d.h. Gen-Funktion hat.

Wenn wir einmal von der speziell für die Atmung zuständigen Zellorganelle, dem Mitochondrium, absehen, ist das Genom des Menschen, die Gesamtheit seiner genetischen Information, in der DNA seiner Chromosomen enthalten. Wir besitzen im Normalfall 44 (= 2 x 22) plus 2 Geschlechtschromosomen, die als X- bzw. Y-Chromosomen bezeichnet werden. Eine Frau hat 44 + 2 X-, ein Mann 44 + 1 X + 1 Y-Chromosom.

Die konkreten, in ihrer zeitlichen Realisierung absehbaren Zielstellungen der Genomforschung beim Menschen können nun formuliert werden als

1. die Erfassung der bekannten Gene des Menschen, ihre Zuordnung zu einzelnen Chromosomen sowie die Kartierung jedes einzelnen Chromosoms; das Ergebnis dieser ersten Aufgabe werden 24 Chromosomenkarten sein, auf denen die Lage der zum jeweiligen Zeitpunkt bekannten Gene eingezeichnet ist;

2. die Sequenzierung des Genoms, d.h. die Ermittlung der Basensequenz der DNA, insbesondere aller Gene als einer Aufgabenstellung, die weit in die Zukunft reicht.

Ich möchte zu beiden Aufgabenstellungen einige wenige Ausführungen zum gegenwärtigen Stand, zu dem Umfang der zu leistenden Arbeit und damit zum Aufwand und schließlich zu den anzuwendenden Methoden machen.

Wir unterscheiden generell zwischen zwei Arten von Genom-Karten:

- genetische Karten und
- physikalische Karten.

Die relative Lage von Genen und anderen Markierungen (Markern) auf den einzelnen Chromosomen wird durch die genetische oder Koppelungs-Karte wiedergegeben. Gene, die auf ein und demselben Chromosom lokalisiert sind, werden in der Regel gekoppelt vererbt, die von ihnen determinierten Eigenschaften treten also gemeinsam in einem Nachkommen-Individuum auf. Werden sie voneinander getrennt, sprechen wir von einer Rekombination.

Die Chromosomen sind in unseren Zellen paarweise vertreten, so wie wir sie vom mütterlichen und väterlichen Elter erhalten haben (23 Paare = 46 Chromosomen). Zwischen den gepaarten Chromosomen kommt es in der Zellteilungsphase zu Überkreuzungen, Brüchen und anschließendem Stückaustausch (Crossing over). Für unseren Zusammenhang ist nur wichtig, daß die Chance für eine Überkreuzung und einen Stückaustausch zwischen zwei Genen umso größer ist, je größer der Abstand zwischen ihnen auf dem Chromosom ist. Die Häufigkeit des Genaustausches oder die Rekombinationsrate ist also ein Maß für die relative Lage der Gene auf dem Chromosom. Durch die quantitative Untersuchung von Koppelung und Rekombination zwischen zahlreichen Markern (oder Genen) können lineare Karten gezeichnet werden, auf denen die Entfernung zwischen ihnen die Häufigkeit der Rekombination widerspiegelt, es sind genetische Karten. Dieses Phänomen der linearen Anordnung der Gene - gültig von der

Bakterienzelle bis zum Menschen - wurde zu einem wichtigen Lehrsatz der Genetik und hatte einen nicht zu überschätzenden Impetus sowohl für humangenetische als auch für molekularbiologische Forschungen.

Während man bei Pflanzen, Tieren und Mikroben durch Mutanten-Selektion, gezielte Kreuzungen und Nachkommenschaftsanalysen genetische Kartierungen experimentell in großem Maße durchführen konnte, waren Koppelungsanalysen beim Menschen bis in die achtziger Jahre im wesentlichen nur durch das Auffinden gekoppelter Erbgänge in Familienstammbäumen und die Verfolgung einzelner Merkmale wie Blutgruppen, einiger biochemischer und morphologischer Charakteristika im Verlauf simultan lebender Generationen sowie ihrer mathematischen Analyse möglich. Das änderte sich schlagartig, als 1980 die Entdeckung gemacht wurde, daß in der menschlichen DNA Strukturunterschiede auftreten, die für jeden einzelnen Menschen charakteristisch sind und mit der DNA von Generation zu Generation weitergegeben, also vererbt werden. Diese Strukturunterschiede haben keine bisher feststellbaren Auswirkungen auf die Eigenschaften des Organismus; sie sind jedoch relativ einfach biochemisch in Blutuntersuchungen nachzuweisen.

Wenn eine erbliche Eigenschaft in einer Population in mehreren Zustandsformen auftritt, sprechen wir von einem Polymorphismus; da die erwähnten Struktureigenschaften der Leukozyten-DNA nach einer Fragmentierung mit Restriktions-Enzymen auftreten, erhielten sie die Bezeichnung Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus. Sie können den Ausdruck sofort wieder vergessen (seine Abkürzung ist RFLP); es kommt nur darauf an zu wissen, daß

- es erbliche Struktureigenschaften der DNA gibt, die in relativ geringen Abständen über das ganze Chromosom linear verteilt sind; es handelt sich um Erkennungs- und Schnitt-Sequenzen für spezifische Enzyme (Restriktions-Enzyme),

- daß diese spezifisch für jedes Individuum, also gewissermaßen sein genetischer Fingerabdruck sind, und

- daß sie sehr gut als Markierungspunkte für eine Kartierung geeignet sind.

Ein ähnliches für Kartierungszwecke geeignetes Hilfsmittel sind andere Struktureigenschaften der DNA, die als Mikrosatelliten bezeichnet werden (kurze stereotype Sequenz-Wiederholungen).

Ein wesentliches Prinzip der Kartierung besteht nun darin, die Erbgänge, insbesondere die Rekombinationsraten der mit den RFLP oder anderen Struktur-Markern eng gekoppelten Gene, z. B. Krankheits-Gene, zu ermitteln

und mit Hilfe von Computer-Programmen deren relative Lage auf dem Chromosom zu bestimmen.

Ich kann hier nicht darauf eingehen, wie derartige Untersuchungen durchgeführt werden, sondern möchte Ihnen nur einen Eindruck vom bisherigen Ergebnis vermitteln. Die näher Interessierten seien darauf hingewiesen, daß es noch eine Reihe anderer Methoden der Kartierung gibt, wie u.a. die Hybridisierung *in vitro* kultivierter Zellen von Maus und Mensch, bei der jeweils ein aussortiertes menschliches Chromosom analysiert werden kann.

Zusammengefaßt haben diese Untersuchungen zu einer sich in einem ständigen Vervollkommnungsprozeß befindlichen genetischen Koppelungskarte aller 22 + X + Y-Chromosomen geführt. Diese genetische Karte des Genoms enthielt 1416 Eintragungen, darunter 279 Gene. Für jedes Chromosom wurde die Karte für das weibliche und das männliche Geschlecht sowie eine gemittelte Karte dargestellt; zu dieser in Beziehung gesetzt wird meist die schematische Abbildung des jeweiligen Chromosoms, so wie es nach einer spezifischen Färbe-Methodik im Lichtmikroskop zu sehen ist. Die Karten für die beiden Geschlechter unterscheiden sich in den Marker-Abständen, da die Rekombinations-Häufigkeiten unterschiedlich sind.

Ein wesentlich höheres Auflösungsvermögen als die genetischen Koppelungskarten haben die sogenannten physikalischen Karten. Ohne hier auf Einzelheiten der verschiedenen Methoden eingehen zu können, sei zunächst verallgemeinernd gesagt, daß alle Arten der physikalischen Kartierung auf einer Fragmentierung der DNA, einer Vermehrung der einzelnen Fragmente (dem sogen. Klonieren) und einem sequentiellen Ordnen der sich überlappenden Fragmente beruhen. Zur Vermehrung der DNA-Fragmente werden sie mit Hilfe der Rekombinationsmethoden der Gentechnik meist in Hefe-Chromosomen eingebaut; man spricht dann von künstlichen Hefe-Chromosomen. Eine "Bibliothek" von 33.000 unterschiedlichen künstlichen Hefe-Chromosomen mit integrierten menschlichen Genen befindet sich gegenwärtig in Frankreich und den USA in der Analyse; sie wird zu einer weiteren, genaueren physikalischen Karte des Genoms führen.

Die zweite Zielstellung der Genomforschung beim Menschen und der zweite der beiden Schwerpunkte des Genomforschungsprojektes ist die Sequenzierung des Genoms. Zur Erinnerung: Die DNA-Sequenz ist die Reihenfolge der elementaren DNA-Bausteine Adenin (A), Thymin (T), Guanin (G) und Cytosin (C) innerhalb des DNA-Makromoleküls. Diese Sequenz des Genoms stellt die physikalische Karte mit der höchsten

Auflösung dar. Jeder Mensch unterscheidet sich vom anderen in der Basensequenz seiner DNA; keine zwei Individuen - mit Ausnahme von identischen Zwillingen - verfügen über die gleiche Sequenz der 3 Mrd. Basenpaare. Während in den Anfangsjahren der Gentechnik (in den siebziger Jahren) radioaktive Markierungen zur Ermittlung der Sequenz kleiner Virus-Genome verwendet wurden, erfolgt die Markierung jetzt durch eine 1986 von Hood und Mitarbeitern in der Zeitschrift „Nature" beschriebene neue Methode: die automatische DNA-Fluoreszenz-sequenzierung, bei der jedes Nukleotid durch je ein Molekül eines von vier verschiedenen fluoreszierenden Farbstoffen markiert wird; die Messung erfolgt nach Anregung durch einen Laser. In 12 - 14 Stunden können mit dieser Apparatur 12.000 Basen abgelesen werden. Zusammen mit der kurz vorher ausgearbeiteten Polymerase-Kettenreaktion zur *in vitro*-Vermehrung von isolierten DNA-Fragmenten war es möglich, den Prozeß der DNA-Sequenzierung außerordentlich effektiv zu automatisieren. Gegenwärtig wird angenommen, daß die weltweite Sequenzierungsgeschwindigkeit bis zum Jahre 2000 etwa 1 Mrd. Basen/Jahr erreichen wird.

Ich kann in unserem Kreis nicht auf Einzelheiten der interessanten Methoden eingehen, aber ich möchte ausdrücklich darauf hinweisen, daß die Entwicklung der Genomforschung ein besonders instruktives Beispiel für die wechselseitige Durchdringung von naturwissenschaftlicher Grundlagenforschung und Methoden-Entwicklung einschließlich des wissenschaftlichen Gerätebaus sowie ihrer gegenseitigen Stimulierung darstellt.

Ich komme nun zu einigen Bemerkungen zur Geschichte und den Organisationsformen des Genomforschungsprojektes. Geistiger Ausgangspunkt der Bestrebungen auf diesem Gebiet war ein kurzer Leitartikel des Virologen und Krebsforschers, Nobelpreisträgers Renato Dulbecco, der die Sequenzierung des menschlichen Genoms als einen anzustrebenden Wendepunkt in der Krebsforschung bezeichnete, aber bereits damals auf zahlreiche andere, nicht weniger bedeutende Aspekte einer solchen Aufgabe hinwies. Er verglich den Umfang der notwendigen Anstrengungen mit denen bei der Entwicklung der Raumforschung.

Zur gleichen Zeit wurden im Rahmen des USA-Energie-Ministeriums (des Departments of Energy) und im Gesundheitsministerium (NIH) Diskussionen über diese Problematik geführt. (Nicht unerwähnt sollte dabei bleiben, daß das Department of Energy zu dieser Zeit nach Beendigung des kalten Krieges neue Aufgaben für seine Kernwaffen-Forschungsanstalten suchte!) Schließlich bestätigte der US-Kongreß die biomedizinischen Vorhaben und finanzierte die inhaltlichen Vorbereitungen in den Jahren 1988 bis 1990. Der offizielle Start des nunmehr als *Human Genome Project (HGP)* bezeichneten

Forschungsprogramms wird mit dem 1. Oktober 1990 angegeben. Für 15 Jahre bewilligte der Kongreß eine Summe von 3 Mrd. $ und gründete das *National Center for Human Genome Research*. Ebenfalls 1990 wurde die internationale Organisation *HUGO (Human Genome Organisation)* geschaffen, der Wissenschaftler aus allen Ländern beitreten können, die sich am HGP beteiligen. Offizielle, staatliche Genomforschungsprogramme existieren in den USA, Frankreich, Japan, Großbritannien, den GUS-Staaten, der EG und Italien. Koordinierende Funktionen haben jeweils auf Teilgebieten das *Centre d'Etude des Polymorphism Humaine (CEPH)*, das *Howard Hughes Medical Institute*, die UNESCO und HUGO.

Die endgültige Zielstellung des Projektes, die Ermittlung der Sequenz des menschlichen Genoms und einiger tierischer bzw. pflanzlicher Modellorganismen soll bis zum Jahre 2005 in drei Phasen erreicht werden:

In der ersten bis 1995 projizierten Phase werden vor allem neue Sequenzierungs-Technologien einschließlich ihrer Automatisierung entwickelt, die vornehmlich die Kosten reduzieren sollen. Es wird eine erste genetische Karte des gesamten Genoms mit noch relativ geringer Auflösung (2 - 5 cM)[2] erstellt.

Die zweite Phase (1995 - 2000) sieht eine weitere Verbesserung der Technologie und Methodik vor sowie eine Erhöhung des Auflösungsvermögens auf 1 - 2 cM, wobei in dieser Phase bereits die Sequenzierung größerer Abschnitte des Genoms erfolgen wird.

Am Ende der dritten Phase (im Jahre 2005) soll die vollständige Sequenz des menschlichen Genoms vorliegen.

Es hat den Anschein, daß diese Planung real ist, wahrscheinlich sogar wesentlich unterboten wird. Ich möchte in diesem Zusammenhang die Aktivitäten Frankreichs besonders hervorheben; bei Paris wurde ein spezielles Zentrum mit einer kleinen automatisierten "Fabrik" geschaffen, in der mit hoher Geschwindigkeit schon heute sequenziert wird. Ein wichtiges Ziel der methodischen Arbeiten innerhalb des Projektes ist die Reduktion der Kosten; z.Zt. werden die Sequenzierungskosten auf 1 $/Base einschließlich der notwendigen Vor- und Nacharbeiten geschätzt; innerhalb von 10 Jahren soll dieser Betrag auf 10 Cents/Base gesenkt werden, was im wesentlichen durch Automatisierung erreicht werden wird.

Würde man die vollständige menschliche Sequenz in Druckbuchstaben wie in einem Telefonbuch notieren, würden 1000 Bände eines 1000seitigen

[2] cM = centiMorgan = experimentell bestimmte, rechnerische Einheit der Rekombination

Telefonbuches erforderlich sein. Schon hieraus ist ersichtlich, daß die bei dem Projekt anfallenden Informationen nicht mehr mit den bisher bei Biologen üblichen Methoden verarbeitet werden können. Es geht dabei nicht nur um die effektive Speicherung der Daten, sondern z.B. um die Möglichkeit des Auffindens von Korrelationen, des Vergleichs der Sequenz mit derjenigen von Modellorganismen, der Analyse der Funktion von Regulationsabschnitten und ähnliche Aufgaben. Es wird berechtigterweise die Ansicht vertreten, daß nur moderne, z. T. noch in der Entwicklung befindliche Methoden der elektronischen Datenverarbeitung dieser Aufgabe gewachsen sein werden. Der Entwicklung geeigneter Datenbanken und dem Aufbau eines internationalen Netzwerkes wird daher große Aufmerksamkeit geschenkt. Zentren sind dabei neben den USA Frankreich, Großbritannien, Deutschland (Heidelberg) und Japan. Es entstand eine internationale Genom-Datenbank mit einem weitverzweigten Zugriffsnetz, in der alle bisher ermittelten Sequenzen gespeichert werden. Zweifellos wurde und wird beim Aufbau dieser Informationssysteme auch auf die Erfahrungen - und teilweise selbst auf die Einrichtungen - anderer Großforschungsvorhaben aus dem Bereich der Kernphysik zurückgegriffen.

Lassen Sie mich noch einige wenige Worte zu dem zweiten Projekt, dem *Human Genome Diversity Project* sagen, über das ein gesonderter Vortrag gehalten werden müßte. Das Vorhaben rankt sich um den gebürtigen Italiener L. Cavalli-Sforza, der in den USA seit Jahrzehnten auf dem Gebiet der Gen-Geographie arbeitet. In diesem Projekt werden im Unterschied zum HGP, in dem ein Standard-Genom bis in die Basen-Sequenz analysiert wird, von 400 ethnischen Gruppen je 25 Personen untersucht, um festzustellen, welcher Art die Unterschiede nicht innerhalb, sondern zwischen den Gruppen sind. Obgleich wissenschaftlich auch nicht uninteressant, gab und gibt dieses Vorhaben wesentlich mehr Anlaß zur Diskussion über mögliche rassistische Interpretationen. Ich kann hierauf und auf die in diesem Projekt vorzunehmenden anthropologischen und linguistischen Untersuchungen nicht eingehen.

Ich komme nun zum zweiten Teil meiner Ausführungen, in dem ich mich mit den gesellschaftlichen Auswirkungen der Genomforschung am Menschen beschäftigen möchte. Ich werde mich auf ausgewählte philosophisch-ethische und juristische Konsequenzen und Probleme konzentrieren. Wenn ich mich dabei vorwiegend mit einigen offensichtlich negativen Erscheinungen beschäftige, dann drückt das nicht etwa eine vorwiegend ablehnende Haltung gegenüber der Genomforschung aus; ich bin nur bestrebt, einer vielfach zu beobachtenden, journalistisch aufgemachten, euphorisch optimistisch gefärbten Berichterstattung eine realistische Information entgegenzusetzen.

Zunächst soll jedoch - wenn auch nur kurz - auf einige Anwendungsgebiete und Realisierungsfelder der Ergebnisse der Genomforschung hingewiesen werden. Da wir es mit der Analyse des menschlichen Genoms zu tun haben, ist das erste und wichtigste Anwendungsgebiet der Ergebnisse der Forschung natürlich die Human-Medizin und hier sowohl die Diagnose als auch die Therapie. Neben einigen wenigen monogen - also durch ein einzelnes identifiziertes Gen - bedingten Erkrankungen gehören genetische Faktoren zu den bekannten Risikofaktoren bei zahlreichen Krebsarten, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bestimmten Diabetes-Formen, neurologischen und Auto-Immun-Erkrankungen sowie bei einigen Infektions-Anfälligkeiten.

Während bisher, ausgehend vom Erscheinungsbild d.h. vom Krankheitssymptom her, auf das Vorliegen eines die Störung verursachenden Gens geschlossen wurde, macht die Sequenzierung des Genoms den umgekehrten Weg - von der Basen-Sequenz zur biochemischen Ursache der Erkrankung möglich. Diese Methodologie wird daher auch als *reverse genetics* bezeichnet. Ein Fernziel besteht in der molekularbiologisch orientierten medizinischen Genetik also darin, durch direkte Analyse der DNA die primäre Ursache der Erbkrankheit bzw. der genetischen Komponente an einer komplexen Störung aufzuklären. Es ist nur logisch, daß der nächste Schritt, der auf die genaue Beschreibung der molekularen Ursache folgt, die gezielte Konstruktion eines molekularen Therapeutikums, in diesem Falle der Ersatz eines geschädigten DNA-Segmentes durch die normale Sequenz, d.h. durch ein normales Gen ist. Das ist Gen-Therapie, deren erste Versuche bereits die Kliniken erreicht haben. Ich werde hier nicht näher darauf eingehen.

Mit dieser Entwicklung in der medizinischen Anwendung der Ergebnisse der Genomforschung ist ein nicht zu überschätzender Einfluß auf die pharmazeutische Industrie verbunden. Hier werden ganz neue Strategien der Konstruktion von Arzneimitteln entworfen, die die Realisierung von genetisch fundierten Therapie-Konzepten ermöglichen werden. In diesem Zusammenhang möchte ich auch erwähnen, daß parallel zur Analyse und Kartierung des menschlichen Genoms u.a. das Genom der Maus kartiert wird. Das wird in starkem Maße die Schaffung von Modellen genetisch mitbedingter Erkrankungen des Menschen und deren Beeinflussung im Tierexperiment erleichtern. Bei allem verständlichem Optimismus ist aber zu beachten, daß auch oder gerade bei den genetisch bedingten Erkrankungen die Diagnose, insbesondere dank der neuen diagnostischen Techniken, den therapeutischen Möglichkeiten weit voraus eilt.

Noch nie nahm in der biowissenschaftlichen Forschung die Geräte- und Methoden-Entwicklung einen solch hervorragenden Platz ein, wie im Genom-Projekt. DNA-Sequenzierungs-Maschinen, Roboter für chemische und bio-

logische Zwecke - insbesondere für die routinemäßige Klonierung, Kartierung und Sequenzierung, DNA-Kartierungsgeräte, Massenspektrometer, magnetische Kernresonanz-Spektrometer, Geräte zur Röntgen-Kristallstrukturanalyse gehören zur Ausrüstung großer am Projekt beteiligter Laboratorien.

Schon jetzt, nachdem die ersten Teilsequenzen des Genoms vorliegen, treten in der Biologie früher auf diesem Gebiet nicht bekannte kombinatorische Probleme, wie etwa beim Sequenz-Vergleich und der weiteren Analyse der in der Sequenz gespeicherten Informationen auf. Die Entwicklung neuer Algorithmen und in den Biowissenschaften bisher nicht verwendeter Methoden und Geräte der Informationsverarbeitung macht sich daher erforderlich.

Wichtige und oftmals erste Anwendungsformen von Ergebnissen der Grundlagenforschung in den experimentellen Biowissenschaften stellen Teste und gekoppelte Testsysteme dar. Schon länger bekannt und international eingeführt sind Neugeborenen-Teste wie die auf die Stoffwechseldefekte Phenylketonurie oder Galaktosämie, durch deren Früherkennung bei Einhaltung einer entsprechenden Diät schwere geistige Behinderungen vermieden werden können. Bei diesen und ähnlichen Testen werden in der Regel Eiweiße oder andere Stoffwechselprodukte qualitativ und auch quantitativ ermittelt. Eine genaue Erfassung der den zahlreichen genetisch determinierten Erkrankungen zugrunde liegenden mutierten Gene zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung, nach Möglichkeit vorgeburtlich, ist durch die direkte automatisierbare DNA-Analyse möglich; entsprechende Verfahren werden im Rahmen des Genom-Projektes und kommerziell von Gentechnologie-Firmen entwickelt.

Ich möchte hier nicht auf Einzelheiten dieser Test-Möglichkeiten eingehen und auch nicht die Krankheitsbilder aufzählen, bei denen bereits heute, mit Sicherheit aber in naher Zukunft, ein Test-Verfahren zur Verfügung stehen wird; vielmehr will ich auf einige Probleme hinweisen, die mit dieser Entwicklung verbunden sind.

Zunächst muß gesagt werden, daß sich hier zwar eine sehr positive Entwicklung anbahnen kann; es besteht jedoch kein Grund dafür, in eine Art Test-Euphorie zu verfallen. Behutsamkeit und Abgewogenheit ist auch deswegen angezeigt, weil wissenschaftliche und zur Zeit auch besonders genetische Begriffe eine besondere Anziehungskraft ausüben und manchen subjektiven und ideologisch motivierten Vorstellungen eine Aura der Wissenschaftlichkeit verleihen. Mit dem Fortschreiten der Arbeiten im Genom-Forschungsprojekt wird es möglich sein, einige Hundert der häufigsten erblichen Krankheitsdispositionen durch Teste zu ermitteln. Das

grundlegend Neue an den DNA-Test-Verfahren besteht u.a. darin, daß hier nicht erst die an dem entsprechenden Symptom leidenden Patienten, sondern auch die heterozygoten Überträger und selbst noch Gesunden eindeutig erfaßt werden, eine Möglichkeit, die vordem nur bedingt durch eine familiäre Stammbaumanalyse zu realisieren war. Schließlich können durch das DNA-Screening frühzeitig auch Dispositionen erfaßt werden, die sich erst im fortgeschrittenen Alter krankhaft manifestieren.

Sehen wir einmal von der Nutzung genetischer Tests zur Unterstützung bei der Auswahl geeigneter Therapie-Verfahren ab, so werden die Ergebnisse der modernen Teste wissenschaftlich durch den genetisch ausgebildeten Mediziner interpretiert und auf dem Wege der genetischen Beratung bzw. in der klinischen Praxis für den Patienten oder den Klienten nutzbar gemacht. So, wie bereits jetzt der mit der genetischen Beratung betraute Arzt und Humangenetiker im Verlauf seiner beratenden Tätigkeit über die rein naturwissenschaftlich-medizinischen Aspekte hinaus mit Problemen konfrontiert wird, deren Lösung bzw. Hilfe zur Lösung die Erörterung ethischer Aspekte erfordert und eine Orientierung an ethischen Normen verlangt, wird die Erarbeitung des Programms des Human-Genom-Projektes von Beginn an mit Diskussionen über ethische Belange begleitet. Seinen äußeren Niederschlag fand dies in dem Bestreben von J. Watson und anderen bei der thematisch-inhaltlichen und finanziellen Vorbereitung des Projektes, ein Volumen von mindestens 3 % des 3 Mrd. $-Vorhabens für Forschungen und andere Aktivitäten auf dem Gebiet der ethischen und sozialen Folgerungen und Konsequenzen vorzusehen.

Welches sind die wichtigsten ethischen, sozialen und auch juristischen Fragen, die mit der Genomforschung akut werden?

Das grundsätzliche Problem aller Screening-Teste besteht darin, daß sie die Möglichkeit in sich tragen, von einem Mittel ärztlich kontrollierter Vorsorge, d.h. Diagnose und Prognose, zu einem Instrument "sozialer Kontrolle" (v. d. Daele) zu werden. "Das Testen ist nicht bloß ein medizinisches Verfahren, sondern eine Form, gesellschaftliche Kategorien zu schaffen" schreibt Dorothy Nelken in ihrem lesenswerten Beitrag "Die gesellschaftliche Sprengkraft genetischer Information", erschienen in dem von Kevles und Hood herausgegebenem Buch "Der Supercode - Die genetische Karte des Menschen".

Genetische Tests werden heute oft als Erweiterungen anderer gebräuchlicher Testverfahren, wie schulischer und anderer psychologischer Tests angesehen. Vereinfacht ausgedrückt dienen diese immer der Auslese, oft auch der Ausgrenzung oder dem Ausschluß. Teste und ihre Interpretationen können

vor allem auch dazu dienen, gesellschaftlich verursachte Störungen zu einem Problem in der Verantwortung des einzelnen umzudeuten. Ein auf wirtschaftliche Effizienz orientiertes Unternehmen wird bei einem Überangebot von Arbeitskräften eher einen im Allergie-Anfälligkeits-Test auffallenden Arbeiter von der Beschäftigung ausschließen als kostenintensive Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz durchzuführen, um ein - wenn auch stark vereinfachtes - Beispiel anzuführen.

Bei den Testverfahren, die durch die Ergebnisse der im Genom-Projekt geförderten Forschungen ermöglicht werden, wird es sich vor allem um solche handeln, die zur präsymptomatischen Diagnose von Erkrankungen führen. Am Beispiel der Chorea Huntington, dem erblichen Veitstanz, aber auch bei der Mukoviszidose, werden Probleme der Beratung, die neben den medizinischen, vor allem soziale und psychologische Aspekte umfassen muß, in der Fachliteratur intensiv diskutiert. Es geht um sehr sensible Fragen, etwa welche Informationen zu welchem Zeitpunkt gegeben werden sollten; welches einklagbare Recht auf Informiert-Sein besteht; welche Verpflichtung der Arzt auf Information des Patienten oder der Weitergabe der Information an Dritte - etwa Familienangehörige - o.ä. hat. Ich erwähne diese Problematik hier nur, enthalte mich aber aus Inkompetenz jeglicher Wertung. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß in Deutschland der Berufsverband "Medizinische Genetik e.V." und die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit und ethische Fragen der "Gesellschaft für Humangenetik e. V." in unregelmäßigen Abständen Stellungnahmen zu Problemen der Genomforschung beim Menschen und der Anwendung abgeleiteter Verfahren veröffentlichen.

Die Problematik wird noch schwieriger und vor allem auch emotional noch belasteter, wenn es sich bei den untersuchten genetisch determinierten Eigenschaften um Verhaltens-Symptome handelt. Jüngstes Beispiel hierfür ist der in der FAZ ausgetragene Disput zwischen Benno Müller-Hill und dem neurobiologisch tätigen Humangenetiker H. H. Ropers, in dessen Arbeitsgruppe der vermutete Zusammenhang zwischen einem biochemisch faßbaren, genetisch determinierten Stoffwechsel-Defekt und einem zur Kriminalität führenden aggressiven Verhalten untersucht wird. Jeder Versuch der Herstellung eines linearen Bezuges zwischen einer identifizierbaren DNA-Sequenz und einer aus dem komplexen Verhaltensmuster isolierten Komponente ist hier zweifellos genauso unangebracht wie das auch noch anzutreffende Verneinen jeglichen genetischen Anteils an der Herausbildung des menschlichen Verhaltens. Es gilt nicht die Augen vor den Realitäten zu verschließen. In einem lesens- und diskussionswerten Beitrag in der „Nature" fordert Müller-Hill Gesetze, die den genetisch Benachteiligten schützen. Die

soziale Gerechtigkeit - so lautet seine These - hat die genetische Ungerechtigkeit zu kompensieren. Schon gibt es Befürchtungen, daß im Zuge eines modernisierten Biologismus die gesellschaftlichen Ausgrenzungen zunehmen, die Stratifikation der Gesellschaft nach zusätzlichen, biologisch-orientierten Kategorien verläuft. Wird eine "genetische Unterschicht" geschaffen? - lautet die vielleicht noch etwas überspitzte Besorgnis.

Ich erwähne abschließend einige rechtliche Probleme. Da ist zunächst die Frage: Wem gehören die ermittelten DNA-Sequenzen? Daß dies nicht ein rein akademisches Problem ist, zeigt die Tatsache, daß sich hieran ein ernster Streit entzündete, der u. a. J. Watson 1992 zur Aufgabe seiner Stellung als Direktor des Human Genome Research Center veranlaßte.

1987 gründete Nobelpreisträger Walter Gilbert die Biotechnologie-Firma Genome Corporation und informierte darüber, daß er für die von ihm in Zukunft identifizierten Sequenzen ein Urheberrecht beanspruchen und sie in das copy-right-Register eintragen lassen würde. Das NIH beantragte dann, international Aufsehen erregend, die Patentierung von 337 speziellen Sequenzen.

Das Problem der Patentierbarkeit ist seit der breiten Anwendung gentechnischer Methoden insbesondere in der industriellen Mikrobiologie und in anderen Bereichen der biotechnologischen Produktion aktuell. Ein Analogon wurde außerdem in der Patentierfähigkeit von Software-Codes in der Computer-Industrie gesehen. Wir wollen uns hier nicht mit Einzelheiten dieses Problems befassen, ob z.B. die Publikation einer Teilsequenz die spätere Patentierung der gesamten Gen-Sequenz verhindert, oder mit verwandten Fällen wie der Patentierfähigkeit der onco-Maus. Die Angelegenheit wird noch dadurch komplizierter, daß sich das Patentrecht der USA von dem der europäischen Länder unterscheidet. Letztlich kommt es darauf an: Wenn Sequenzen patentierbar sind, dann haben sie nur solange einen monetären Wert, solange sie nicht veröffentlicht, also noch nicht Allgemeingut sind. Patentanwälte drängen daher auf Zurückhaltung von Daten bis zur abgeschlossenen Patenterteilung möglichst auch im Ausland.

Hier offenbart sich ein in zahlreichen Gebieten industrienaher Forschung, nicht unbekannter Widerspruch zwischen Sicherung der wissenschaftlichen Priorität und dem Schutzrecht bei der industriellen Nutzung. Gravierender als die Prioritätenfrage ist jedoch wohl, daß zeitliche Chancen für die potentielle Heilung schwer erkrankter Menschen vergeben werden können.

Ein weiterer Bezug zu juristischen Problemen stellt sich mit dem Begriff "genetischer Fingerabdruck" her. In der Gerichtsmedizin werden schon seit langem Erkenntnisse der Humangenetik angewandt. Ich erinnere nur an die

Bestimmung der Blut- und Serum-Gruppen, durch die Verdächtige mit einer hohen aber nicht 100prozentigen Wahrscheinlichkeit aus einer Gruppe von Personen ausgeschlossen werden können. Ein individueller Beweis ist auch unter Einbeziehung weiterer Protein-Merkmale wie des menschlichen Leukozyten-Antigens (HLA) nicht möglich, wobei hier noch Probleme durch die ungenügende Stabilität auftreten, so daß nur frische Proben verwendet werden können, die meist jedoch bei gerichtsmedizinischen Untersuchungen nicht zur Verfügung stehen. Hier bot sich die Nutzung von DNA-Merkmalen an, was zu einer intensiven Entwicklung führte, die heute als forensische Molekularbiologie bezeichnet wird.

Da der genetische Fingerabdruck heute auch außerhalb der Fachwissenschaft bei der immer mehr zunehmenden Kriminalität nicht nur in Kriminalfilmen eine Rolle spielt, soll sein Grundprinzip noch kurz erläutert werden.

Der Test benutzt die schon beschriebenen DNA-Polymorphismen vom Typ des RFLP, in diesem Fall benachbarte Wiederholungen kurzer Sequenzen von einigen wenigen Nukleotiden. Die Anzahl der an bestimmten Stellen des Genoms lokalisierten Wiederholungen sind für jeden Menschen spezifisch und - was das Wichtige ist - sie variieren von Mensch zu Mensch. Durch die unterschiedliche Anzahl benachbarter Wiederholungen - tandem repeats - ergeben sich nach Spaltung der DNA mit Restriktions-Enzymen unterschiedlich lange Fragmente, die in der Gelelektrophorese sichtbar gemacht werden können. Der genetische Fingerabdruck ist das so erhaltene Bandenmuster; es wird aus einer sehr geringen Menge DNA dargestellt, die aus Blut, Speichel, Sperma, Gewebeteilen u.ä. stammen kann. Die Methode nutzt die außerordentlich hohe Variabilität in den Sequenzmotiven der DNA in Genom-Regionen, die offensichtlich keine sequenz-abhängige Information enthalten; ihre Spezifität ist jedoch so hoch, daß ein Individuum eindeutig gekennzeichnet wird. Da diese Sequenzen konstante Bestandteile des entsprechenden Chromosoms sind, werden sie nach den Mendelschen Gesetzmäßigkeiten vererbt. Die Methode des genetischen Fingerabdruckes, deren Technik hier nicht im einzelnen beschrieben werden kann, wurde nach ihrer Einführung Mitte der achtziger Jahre mehrfach optimiert und gehört heute zum erfolgreichen Repertoire der forensischen Medizin beim Vaterschaftsnachweis und bei der Aufklärung von Straftaten. Es erübrigt sich darauf hinzuweisen, daß auch diese Methode unter Kritik steht und natürlich auch bei Akzeptanz nur ein Glied in einer Beweiskette sein kann.

Aus dem bisher gesagten wird deutlich geworden sein, daß mit dem intensiven Fortschreiten der Forschungen auf dem Gebiet der Humangenetik, insbesondere im Rahmen des Human-Genom-Forschungsprojektes eine kaum vorstellbare Zunahme der Verfügbarkeit von Informationen über den Status der

Einzelperson verbunden ist. So kann eine auf der Grundlage genetischer Analysen erhaltene Information, die eine Voraussage über das Risiko einer im individuellen Leben zu erwartenden Erkrankung enthält, für die Person bzw. die nächsten Angehörigen wichtig sein, um das Ausbrechen der Krankheit zu verhindern, ihre Auswirkungen zu lindern oder die Konsequenzen für die Lebensführung frühzeitig zu bedenken bzw. den Folgen der Erkrankung anderweitig begegnen zu können. Zur gleichen Zeit können solche prognostischen Informationen über die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Erkrankungen, Behinderung oder Tod auch wesentlichen Einfluß auf den Abschluß von Versicherungsverträgen und ähnlichen Vereinbarungen haben. Von Versicherungsgesellschaften wird deshalb heute vor allem in den USA vor entsprechenden Abschlüssen die Einsichtnahme in genetische Analysen angestrebt. Über die Zulässigkeit und moralische Vertretbarkeit und in diesem Zusammenhang über das Problem der Offenbarungspflicht von Arbeitnehmern wird z. Z. international diskutiert. Einen wichtigen Beitrag leistet dazu die Arbeitsgruppe für "Ethische, legale und soziale Folgerungen der menschlichen Genom-Forschung" des National Institutes of Health und des Department of Energy der USA. Diese hatte u.a. einen speziellen Bericht über "Genetische Information und Versicherungswesen" in Auftrag gegeben, dem bezeichnenderweise der in der Arbeitsgruppe vertretene "American Council of Life Insurances" nicht zustimmte.

Pragmatische Amerikaner haben festgestellt, daß die 1991 für das damals auf 15 Jahre geplante Projekt vorgesehenen Aufgaben Kosten verursachen werden, die dem Aufwand von drei Flügen der amerikanischen Raumfähre entsprechen. Im Hinblick auf die Chancen der Verhinderung und Linderung menschlichen Leidens durch frühzeitige Diagnose, gezielte Entwicklung von Therapeutika und therapeutischer Strategien und schließlich auch durch die Möglichkeit des Treffens selbstbestimmter familiärer Entscheidungen sollte die Kostenfrage keine erstrangige Bedeutung haben.

Bei aller Begeisterung für die neuen technischen Möglichkeiten und für die Tiefe der wissenschaftlichen Einsicht in die genetische Struktur des Menschen, die die Erforschung des menschlichen Genoms erwarten läßt, vergessen wir nicht, daß das Mensch-Sein nicht allein von der genetischen Information gestaltet wird. Ich kann daher einem der Großen der Genom-Forschung, Walter Gilbert, nur unter wesentlichen Vorbehalten zustimmen, wenn er meint, daß die Frage: Was spezifiziert den menschlichen Organismus und macht uns zu Menschen? durch das Genom-Projekt beantwortet werden kann. Zweifellos werden die modernen genetischen Forschungen zu einem neuen Verständnis unserer selbst von Grund auf, d.h. auf der Basis unserer genetischen Information beitragen, aber ich wehre mich gegen die Vorstellung, daß alles das, was wir für das spezifisch Menschliche

halten, das, was eben das Mensch-Sein ausmacht, prädeterminiert in der Basensequenz unserer DNA enthalten ist.

Auch nach der vollständigen Entzifferung der Basensequenz der DNA werden wir weder eine umfassende Kenntnis über die Funktion der sequenzierten Gene haben, noch Aussagen über den jeweiligen Anteil von genetischer Informationund inneren sowie äußeren Entwicklungsbedingungen an der Realisierung des genetischen Potentials des sich entwickelnden Organismus machen können. Das gleiche trifft für die komplizierten Probleme der Regulation der Genaktivität in Zeit und Raum zu. Das wird noch langfristig weitere biochemische, physiologische und entwicklungsbiologische Forschungen erfordern. Lewontin bemerkt dazu treffend: "Der Organismus ist in jedem Moment seines Lebens die einzigartige Konsequenz der Entwicklungsgeschichte, die aus der Wechselwirkung zwischen inneren und äußeren Faktoren hervorgeht."

Dennoch ist natürlich die Bedeutung der Genom-Forschung für die Weiterentwicklung der Medizin unumstritten. Um einen der Entdecker der Struktur der DNA und Mitbegründer der Molekulargenetik, J. Watson, zu Wort kommen zulassen: "Wer Krankheiten erforscht, ohne die Gene zu berücksichtigen, verhält sich wie ein schlechter Detektiv, der einen Mordfall aufklären will, ohne den Mörder zu finden."

Die Anwendung der Erkenntnisse der Genom-Forschung beim Menschen widerspiegelt in deutlicher Weise den Einfluß gesellschaftlicher Faktoren auf die Interpretation und die Anwendung von Ergebnissen naturwissenschaftlicher Forschung, ja schon auf die den Verlauf der Untersuchung mitbestimmende Art und Richtung der Fragestellung. Diese enge Vernetzung naturwissenschaftlicher (biologischer und medizinischer) Faktoren mit gesellschaftlichen Ursachen bei der Bedingung und Beeinflussung von Erkrankungen und die Auffassung, daß manche "dieser Erkrankungen an der Wurzel zahlreicher gegenwärtiger gesellschaftlicher Probleme liegen" (Koshland), führt in der öffentlichen Diskussion in zunehmendem Maße zu sehr einseitigen Schlußfolgerungen. Zu diesen gehört offensichtlich die Zuordnung von Obdachlosigkeit und anderen gesellschaftlich bedingten Zuständen zu den Konsequenzen genetischer Erkrankungen, die durch die Genomforschung verhindert bzw. gelindert werden könnten. Wie anders ist in diesem Zusammenhang ein solcher Satz in *Science* 246 (1989) S. 189 zu verstehen: "Aber es gibt auch eine Amoralität der Unterlassung - dem Versagen der Anwendung dieser großen neuen Technologie, um den Armen, den Schwachen und den Unterprivilegierten zu helfen." (Koshland). Eine genetische Technologie, die den Unterprivilegierten in einer sozial ungerechten Gesellschaft hilft, dürfte wohl auch durch sensationellste Entdeckungen der Molekularbiologie nicht erfunden werden können. Generell darf bei Anerkennung der immer mehr

zunehmenden Bedeutung der genetischen Komponente in der menschlichen Entwicklung diese auch nicht einseitig überbewertet werden. In einem wirtschaftlich reichen Land wie den USA stellen z.B. nicht genetische Defekte das wichtigste gesundheitliche Risiko für Neugeborene dar, sondern das durch Umweltfaktoren verursachte niedrige Geburtsgewicht (Duster).

Wissen um die individuelle genetische Verschiedenheit kann zur Macht von Menschen über andere Menschen mißbraucht werden. Wird die Gesellschaft, in der wir leben willens und in der Lage sein, angesichts der neuen biotechnischen Möglichkeiten die Privatsphäre des einzelnen hinreichend zu schützen? Was ist die "Norm" des Menschen, auf die sich jede "Abweichung" zu beziehen hat? Als am Beginn des Projektes die Frage stand, welches nun das Standard-Genom sein sollte, das vollständig sequenziert wird und die entsprechende "Spender"-Person in die Gefahr geriet, zu einem "Welt-Standard" zu werden, entschloß man sich in realistischer Einschätzung der damit verbundenen und auch verwandter Probleme als Standard ein Genom zu wählen, das sich aus Chromosomen verschiedener Individuen verschiedener geographischer Herkunft zusammensetzt. Die am Ende des Projektes ablesbare DNA-Sequenz wird daher ein Mosaik einer hypothetischen Durchschnittsperson sein, das niemandem tatsächlich entspricht.

Bei der Erarbeitung der konkreten Forschungsvorhaben und vor allem bei der Interpretation der Ergebnisse wird zumindest in den offiziellen Verlautbarungen bisher weitgehend die berechtigte Sensibilität der Öffentlichkeit gegenüber Problemen der Humangenetik berücksichtigt. Das wird besonders in den Materialien der "Arbeitsgruppe zu ethischen, legalen und sozialen Konsequenzen der Genomforschung beim Menschen" deutlich, denen allerdings eine stärkere Verbreitung zu wünschen wäre. Dennoch sollten auch warnende Stimmen nicht überhört werden. Die klassische Eugenik bestand in einem Programm der genetischen "Verbesserung" der Bevölkerung, endend - wie bereits am Anfang dieses Vortrages betont - in der Selektion und Ausmerzung der "Unerwünschten". Wir erleben gegenwärtig eine Blütezeit der genetischen Konsultationen und Beratungen, die im Sinne einer qualifizierten medizinischen Genetik geführt, notwendig und erwünscht sind. Die Vermittlung genetischen Wissens insbesondere an Personen, die in Problem-Fällen vor familiären Entscheidungen stehen, sollte zur Normalität gehören. Die Einsicht, daß die Reaktionsnorm auch von uns Menschen durch unsere eigene in der DNA enthaltene genetische Information beeinflußt und bei den verschiedenen Eigenschaften in unterschiedlichem Maße in Wechselwirkung mit den natürlichen und sozialen Entwicklungsbedingungen geprägt wird, führt nicht zwangsläufig zu einem biologischen Determinismus, der anstelle der Persönlichkeit den Spielball ihrer Gene sieht.

Die gesellschaftliche Vordertür zur Eugenik ist zweifellos durch die geschichtlichen Erfahrungen mit den Verbrechen des Rassenwahns verschlossen. Es ist jedoch notwendig, auch weiterhin aufmerksam zu beobachten, daß sie sich nicht, umgeben mit einem neuen Mantel der Wissenschaftlichkeit durch die Hintertür (Duster) und auf einer anderen Ebene wieder einschleicht.

Literatur

Annas, G. J. and Sh. Elias (Eds.): Gene Mapping; Using Law and Ethics as Guides. Oxford University Press, Oxford, 1992.

Bishop, J. E. und M. Waldholz: Landkarte der Gene; Das Genom-Projekt. Droemersche Verlagsanstalt Th. Knaur Nachf., München, 1991.

Cavalli-Sforza, L. L., P. Menozzi and A. Piazza: Demic expansions and human evolution. Science 259 (1993) 639-646.

Davies, K. E. and S. M. Tilghman: Genetic and Physical Mapping. Genome Analysis Vol. 1, Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, 1990.

Davis, J.: Mapping the Code. The Human Genome Project and the Choices of Modern Science. Wiley Science Editions. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1990.

Dulbecco, R.: Turning point in cancer research: Sequencing the human genome. Science 231 (1986) 1055-1056.

Duster, T.: Backdoor to Eugenics. Routledge, Chapman and Hall, Inc. New York, 1990.

Kevles, D. J.: In the Name of Eugenics: Genetics and the Uses of Human Heredity. Alfred A. Knopf, New York, 1985.

Kevles, D. J. und L. Hood (Eds.): Der Supercode; Die genetische Karte des Menschen. Artemis Verlags GmbH München, 1993.

King, P. A.: The Past as Prologue: Race, Class and Gene Discrimination. In: Annas, G. J. and Sh. Elias, 1992.

Lewontin, R. C.: Human Diversity. Scientific American Books, Inc. New York, 1982.

Lewontin, R. C.: The Doctrine of DNA. Biology as Ideology. Penguine Books, London 1993.

National Research Council: Mapping and Sequencing the Human Genome. National Academy Press, Washington, 1988.

Nelkin, D. and L. Tancredi: Dangerous Diagnostics; The Social Power of Biological Information. Basic Books. Inc., Publishers New York, 1989.

Strachan, T.: The Human Genome BIOS Scientific. Publishers Limited Oxford, 1992.

Verma, R. S.: Genetic Techniques for Mapping and Sequencing the Genome: an Overview. Adv. in Genome Biology, Vol. 1 (1992) 1-7.

Watson, J. D., N. H., Hopkins, J. W. Roberts, J. A. Steitz and A. M. Weiner: Molecular Biology of the Gene. The Benjamin/Cummings Publ. Comp., Inc. Menlo Park, Calif. USA, 1988.

Günter Albrecht und Dieter Nebel

Risiko Technik

Vortrag, gehalten vor dem Plenum der Leibniz-Sozietät am 17. Februar 1994[1]

1. Einleitung

Die Technik ist das Hauptinstrument zur Ausbeutung der Natur durch den Menschen. Sie erfordert eine differenzierte Bewertung für industriell entwickelte und für Entwicklungsländer. Der Tenor „Globaler Wandel" dieser Vortragsreihe muß deshalb Technik für beide Ländertypen umfassen. Es wird hier versucht, den oft benutzten Begriff „Globaler Wandel" in den unterschiedlichen gesellschaftlichen Umgebungen auf die gesamtgesellschaftlichen Wirkungen der Technik hin zu untersuchen.

In entwickelten Ländern sind Technik und Technologie zumeist auf die Realisierung von Marktwert gerichtet. Gleiches gilt für entsprechende Forschung und Entwicklung zur Vorbereitung von Produkt- oder Prozeßinnovationen. Privatkapitalistische Aneignung des Mehrwertes ist wesentliche Triebkraft.

Dagegen ist in vielen Entwicklungsländern das nackte Überlebenwollen häufige und wesentliche Triebkraft. Während im „sozialen" Kampf zwischen den Eliten einerseits oft importierte, hochtechnologische Rüstungen genutzt werden, deren Finanzierung zumeist aus Entwicklungshilfemitteln der reichen Länder erfolgt, fehlen andererseits elementare Technologien, um auch nur selbstversorgerisch Nahrungsmittel herzustellen.

„Ökologische Güter" wie z. B. saubere Luft, sauberes Wasser oder gar eine intakte Umwelt werden in beiden Ländertypen beschädigt, in den Industrieländern vor allem, weil die „ökologischen Güter" zumeist außerhalb der Kostenkalkulation individueller Unternehmen oder einzelner Menschen bleiben. So hat das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung für 1992 und nur für Westdeutschland 610 Mrd. DM an Kosten durch jährliche Umwelt- und Gesundheitsschäden bilanziert. Dem standen Umweltinvestitionen von 35 Mrd. DM gegenüber [1]. D. h., die unbeglichenen Kosten durch Umwelt- und Gesundheitsschäden in Höhe von 575 Mrd. DM sind ein direktes Maß für den Raubbau von Ressourcen zu Lasten künftiger

[1] für die Sitzungsberichte der Leibniz Sozietät überarbeitete Fassung des Vortrags

Generationen, weil Stoffwechselprozesse der Umwelt solange relaxieren, daß selbst bei sofortiger drastischer Änderung des heutigen Verhaltens Jahrzehnte bis zur Ausheilung der Umweltverletzung benötigt werden.

Das Thema „Risiko Technik" muß folglich die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen einschließen, grenzüberschreitende und z.T. langsam wirkende, globale Aspekte berücksichtigen sowie das Verhalten von Individuen und Gesellschaften in Wechselwirkung mit Techniken differenziert implizieren. Denn die Technik ist gerade in ihrem Wechselspiel mit dem Menschen als ihr Schöpfer, ihr Betreiber, Nutznießer und Risikobetroffener, aber auch z.T. als ihr Mißbraucher und als ihr größter Risikofaktor von Interesse, wenn, wie es aussieht, moderne Technik den Menschen nicht nur nutzt, sondern auch schadet oder vielleicht sogar existentielle Fragen auf wirft. Man kann noch weitergehen: Voraussetzung moderner Techniken sind die Erkenntnisse der Wissenschaft. Sie vermögen neue Techniken anzuregen, wie z.B. die Gentechnologie. Um jedoch wissenschaftliche Erkenntnisse in neue Techniken oder Technologien umzusetzen, bedarf es eines technischen Umfeldes sowie in der Regel beträchtlicher Mittel. Letztere stehen Ländern mit bescheidener Wirtschaftskraft zumeist nicht zur Verfügung. Deshalb werden solche Länder aus eigener Kraft das technische Niveau der Industrieländer schwerlich erreichen. Daraus ergibt sich ein internationales Spannungsfeld mit der Tendenz zur Verstärkung: Die moderne Technik hat sich zu einer der Methoden entwickelt, mit denen die fortgeschrittenen Länder die Welt politisch beherrschen oder zumindest kontrollieren. Damit wird die Technik friedensbedrohend.

Auch in den industriell entwickelten Ländern zeigt die Technik ihr Doppelgesicht. So trägt sie zweifellos zur Erhöhung der Lebensqualität vieler Menschen dieser Länder bei. Aber vor diesen Ländern steht zugleich ein neuer Schub der Automation: Die bei SDI und ähnlichen militärischen Zielen gewonnenen Erkenntnisse werden der zivilen Technik zugänglich gemacht. Das wird zweifellos zur qualitativen Verbesserung zahlreicher Produkte und ihrer Verbilligung, aber auch zur weiteren Monotonisierung der Arbeit führen. Der Lebensstandard von Teilen der Bevölkerung wird sich einerseits weiter verbessern. Andererseits werden zunehmend viele Menschen auf Dauer aus dem Arbeitsprozeß freigesetzt. Mit der Verbesserung der Lebensqualität eines Teils der Bevölkerung geht also eine irreversible Pauperisierung einher.

Ohne den vielfältigen Nutzen der Informationstechnik abwerten zu wollen, werden durch deren Kommerzialisierung, vor allem des Fernsehens, die Menschen bewußt manipuliert. Durch eine Informationsflut zumeist billigster Unterhaltung, über Gewalt und Sensationen, wird der Verbraucher abgelenkt,

seine angeborenen Anlagen zum selbständig Denkenden und Handelnden zu entwickeln. Die Menschen werden zu Abhängigen einer manipulierenden Technik. Der Gemeinschaftssinn in der Gesellschaft geht verloren.

Im folgenden werden wir uns vor allem Fragen der Energie und des Verkehrs unter dem Aspekt „Risiko Technik" etwas detaillierter zuwenden.

2. Einige Risikoaspekte der Energetik

Im Brundtland-Bericht [2] ist treffend formuliert, daß „Energie für das tägliche Überleben der Menschen unabdingbar ist. Die künftige Entwicklung hängt entscheidend von der langfristigen Verfügbarkeit wachsender Energiemengen aus Quellen ab, die zuverlässig, sicher und ökologisch „gesund" sind. Gegenwärtig steht weder eine Einzelquelle noch eine Kombination mehrerer Quellen zur Verfügung, die dem künftigen Bedarf genügen könnten.

Gegenwärtig stammt die überwiegende Primärenergie aus nicht erneuerbaren Ressourcen. Die groben Proportionen zeigt Tabelle 1 [3]:

Tabelle 1:

Weltenergieversorgung (in Mio. t Steinkohleeinheiten)

Energieträger	1980	1989
Erdöl	3.997	4.157
Kohle	2.632	3.220
Erdgas	1.834	2.451
Wasserkraft	217	260
Kernenergie	84	237
Gesamt	8.764	10.325

Dagegen betrug der gesamte Anteil der erneuerbaren Resourcen (Wasserkraft, Holz, Dung, Wind, Geothermie und Solarenergie) 1980 im Weltmaßstab ca. 17%. Kernbrut- und Fusionsreaktoren gehören auch zu dieser Kategorie, haben sich bisher aber nicht durchsetzen lassen. Insbesondere für letztere müssen noch prinzipiell neue Wirkprinzipien erfunden werden, weil z. Z. unklar ist, wie größere Energieflüsse z. B. aus einem Tokamak durch seine tiefgekühlte Umgebung hindurch abgeführt werden können. Wie allgemein bekannt ist, beanspruchen ca. 20% der (reichen) Weltbevölkerung ca. 80% des Energieverbrauchs. Sie erzeugen damit ca. 80% der umwelt-

belastenden Verbrennungsrückstände. Würden andererseits die Schwellen- und Entwicklungsländer unter Beibehaltung der bisherigen Verbrauchsgewohnheiten der reichen Länder zu deren Verbrauchsniveau aufschließen, dann wären vierfach höhere Pollutionen die Folge. Im Vergleich dazu ist z.B. die ca. 30%ige Konzentrationserhöhung von CO_2 in der Atmosphäre in den letzten 200 Jahren eine Verschwindungsgröße. Aber bereits diese CO_2-Konzentration wird von zahlreichen Autoren mit dem Beginn eines atmosphärischen Treibhauseffektes - neben anderen Einflüssen geringerer Ordnung - in Zusammenhang gebracht. Insofern sind trotz aller gebotenen Skepsis von den zahlreichen Fallstudien zur Energieverbrauchsentwicklung bis zum Jahre 2030 diejenigen von J. Goldemberg u. a. (1985) [4] für niedrigen Verbrauch von gewissem Interesse.

Tabelle 2:

Ergebnis der Fallstudie zur Energieverbrauchsentwicklung bis 2020 für niedrigen Verbrauch [4] (TW Jahre/Jahr = TW)

Jahr	Industrieländer	Entwicklungsländer
1980	7,0 TW	3,3 TW
2020	3,9 TW	7,3 TW

Diese Umkehr der Verbräuche unter Konstanthaltung des Weltenergieverbrauchs erfordert allerdings den radikalen Abbau von Verschwendungen und die konsequente rationelle Energieanwendung. Aus technischer Sicht wird dies nicht für unmöglich gehalten, z.B. durch PKW mit einem Verbrauch von 3-4 l Benzin pro 100 km, durch Gasturbinen-Kombikraftwerke mit über 80 % Wirkungsgrad bei konsequenter Wärme-Kraft-Kopplung, durch Brennstoffzellen großen Maßstabs, durch Verkehrsverlagerungen von der Straße auf Schiene und Binnenschiffe sowie durch viele andere energiesparende Technologien. In einer vernünftigen Welt könnten bei einem solchen Umbau der Energieverbrauchsstruktur darüber hinaus pollutionsintensive Energieträger schrittweise substituiert werden, z.B. durch Kernkraftwerke mit inhärenter Sicherheit, Solaranlagen großen Maßstabs in Wüsten, durch Alkohol-Treibstoff aus Zuckerrohr nach dem Beispiel Brasiliens usw.

Daß kapitalistische Investitionen solcher Größenordnungen durchaus in Entwicklungsländer gelockt werden können, zeigen die Beispiele der bevölkerungsreichen Schwellenländer Indien, China und Indonesien. Eine gewisse politische Mindeststabilität ist allerdings dafür erforderlich. Die Frage ist nur,

ob der Wille aufgebracht wird, echte technische und ökonomische Unterstützung unter Beachtung künftiger ökologischer Erfordernisse zu leisten. Hier sind gegenwärtig noch erhebliche Zweifel angebracht.

Der Sonderfall Kernenergie

Obwohl die Kernenergie (KE) nur zu ca. 2,5 % am Primärenergieverbrauch beteiligt ist, erzeugen heute ca. 30 Länder ca. 17 % des Elektroenergiebedarfs daraus.

Im Normalbetrieb ohne Havarien sind gesundheitliche Risiken sehr gering. So beträgt die mittlere Strahlenbelastung der Menschen in Kernkraftwerken (KKW) und in deren Nähe nur ca. 1/100 der durchschnittlichen Belastung durch medizinische Diagnostiken und Therapien mit Röntgenstrahlung. Gegenüber den „traditionellen Risiken" besteht hier jedoch bei großen Havarien die Gefahr der überregionalen Kontamination und Verstrahlung mit Radionukliden langer Halbwertszeit sowie das Problem der bisher weitgehend ungeklärten Entsorgungsstrategie für stark radioaktive Abfälle und KKW-Demontagen, z.T. mit Halbwertszeiten bis zu 10.000 Jahren.

Versuche, das Risiko von Havarien mittels Wahrscheinlichkeitsanalysen abzuschätzen, erwiesen sich als nahezu unmöglich. Dies gilt auch für Fehler an Komponenten des technischen Systems z.B. durch Materialermüdung, Schweißnahtrisse oder durch Steuerfehler des hochredundanten Reaktorsteuerungssystems. Auch durch systematische Betriebsüberwachung und regelmäßige Inspektionen können solche Fehler nicht ausgeschlossen werden, sind aber minimierbar. Ein Restrisiko bleibt. Ein „Größter Angenommener Unfall" (GAU) wurde jedoch bisher durch ein Versagen des technischen Systems nicht registriert. Dies muß als Erfolg hoher internationaler und nationaler Standards und Vorschriften gewertet werden.

Demgegenüber wurden die bisherigen schwerwiegenden Vorkommnisse durch menschliches Versagen verursacht. So wurden im März 1979 im KKW Three Miles Island/Harrisburg, USA [6] nach Wartungsarbeiten am Sekundärkreislauf des Reaktors drei Pumpen des Notkühlsystems aus Versehen geschlossen gelassen. Dies blieb zwei Wochen unbeachtet, obwohl die Betriebsanleitung deren Öffnung bei aktivem Reaktor zwingend vorschrieb. Als dann zwei Speisewasserpumpen versagten, konnte die automatische Einschaltung des Notkühlsystems nicht wirksam werden. Daraufhin wurde der Reaktor automatisch abgeschaltet. Durch eine falsche Druckablesung wurden schließlich von den Operatoren die restlichen beiden Speisewasserpumpen abgestellt. Dies führte zur Überhitzung des Primärkreislaufes und dem „blow down" von ca. 1.000t superheißen, hochradioaktiven Wassers aus den

Sicherheitsventilen. Über eine stattgefundene Kernschmelze gab es widersprüchliche Informationen. Der Vorfall hatte mindestens zwei lehrreiche Aspekte: das menschliche Versagen mit zwei unabhängigen Fehlhandlungen sowie danach die Verharmlosung des Unfalls gegenüber der Öffentlichkeit als angeblich „keinen ernsthaften Unfall" [7].

Ganz anders verlief der schwerwiegende Unfall in Tschernobyl [8]. Schon von der Konstruktion her ist der Reaktor RBMK-1000 weniger gegen Kernschmelze gesichert als ein Druckwasser-Reaktor: Als Moderator dient Graphit, welches nicht wie Wasser verdampfen und damit die Kettenreaktion unterbrechen kann.

Auslöser des Unfalls war ein Experiment vor Abschaltung zur planmäßigen Revision: Man wollte prüfen, wie lange die Rotationsenergie eines auslaufenden Turbinensatzes zur elektrischen Versorgung der Kühlmittelpumpen ausreicht. Dabei wurde das Notkühlsystem vorschriftswidrig außer Betrieb gesetzt. Durch einen Bedienfehler wurde schließlich die Reaktorleistung nicht auf 20-30 %, sondern auf ca. 1% heruntergefahren. Dies reichte nicht mehr zur Versorgung der Kühlmittelpumpen aus. Dadurch wurden Betriebszustände erreicht, die das Regelsystem der Anlage nicht mehr beherrschen konnte. Infolge der nicht ausreichenden Kühlung kam es reaktorintern zu einem extremen Leistungsanstieg ca. um den Faktor 100 bei Temperaturen um 4000-5000 Grad C. Die Explosion der Druckröhren für das Wasser-Dampf-Gemisch verursachte einen solchen Überdruck, daß die obere Deckplatte des Reaktors mit einem Gewicht von ca. 1000t senkrecht gestellt wurde. Dadurch sowie eine weitere Explosion wurden ca. 1% des radioaktiven Materials in große Höhen emittiert. Auch hier ist Sorglosigkeit sowie die Verkopplung mehrerer Fehlhandlungen die eigentliche Unfallursache gewesen.

In dieses Bild menschlichen Versagens ordnen sich viele weitere Ereignisse ein, wie der Vorfall in Biblis 1987, wo die nicht erfolgte Schließung der Erstabsperrung einer Prüfleitung nach Inspektion zu einem Druckstoß auf ein Sicherheitsventil führte. Auch die Verklappung ganzer ausgedienter Schiffsreaktoren in die Barentssee durch die sowjetische Marine gehört in dieses Bild. Insofern hatte unser verstorbenes Mitglied Klaus Fuchs recht, wenn er immer wieder die Perfektionierung der Mensch-Anlagen-Wechselwirkung sowie ein besonders ausgeprägtes Verantwortungsbewußtsein aller mit dieser sensiblen Technik Befaßten forderte. Aber er hatte Unrecht bei der Analyse von Möglichkeiten Tschernobyl-ähnlicher Vorkommnisse an WWR-Reaktoren durch eine Gruppe von Mitgliedern unserer Akademie: Harrisburg - Analogien wären möglich gewesen.

Zusammenfassend läßt sich aber feststellen, daß bei strengster Anwendung der technischen Kontrollmaßnahmen sowie moderner Betriebsüberwachung ein annehmbar kleines Risiko für Kraftwerksreaktoren erreichbar ist. Unbefriedigend bleibt, daß mit den erzeugten radioaktiven Abprodukten für einen Zeitraum bis zu mehreren 10.000 Jahren eine potentielle Gefährdung geschaffen wird, deren Konsequenzen nicht endgültig beurteilbar sind. Deutlicher als bei anderen Technologien zeigt sich hier, daß eine Weiternutzung der Kernenergie für friedliche Zwecke nur im Konsens mit der Bevölkerung erreichbar ist. Daß dies nicht unmöglich scheint, belegen die Beispiele Frankreichs und Japans. Ohne Gefahr einer Elektroenergieverknappung -mit ziemlich radikalen Änderungen der Lebensgewohnheiten der Menschen- wird man mittelfristig nicht auf die weltweit fast 20% Elektroenergieerzeugung aus KKW verzichten können. Also bleibt die nachträgliche Aufrüstung mit modernster Sicherheitstechnik und vor allem die Ausschaltung subjektiv verursachter Havarien durch geeignete Trainingsmaßnahmen. Damit könnte die Zeit gewonnen werden, um für den Ersatz verschlissener Kraftwerke sowie die weltweit absehbare Bedarfssteigerung an Elektroenergie neue Reaktortypen mit inhärenter Sicherheit (z.B. den Hochtemperatur-Reaktor) im Interesse der Vermeidung von CO_2Emissionen [8a] zur Einsatzreife zu bringen und/oder die ernsthafte Entwicklung der sauberen Kohlevergasung für die breite Anwendung in Gasturbinen-Kombikraftwerken mit hohen Wirkungsgraden voranzutreiben. Gleichgültig, welche Schwerpunktoption sich herauskristallisiert oder ob ein Mix zu bevorzugen ist, wird die Nutzung aller Möglichkeiten regenerativer Energiequellen sowie vor allem die rationelle Energieanwendung an Gewicht gewinnen. Aber erstere genügen bei weitem nicht zur langfristigen und vollständigen Substitution jetziger Elektroenergieerzeuger

Erneuerbare Energiequellen

Der Brundtlandbericht nennt als Weltreserve in diesem Sektor ca. 10TW. Das entspricht ziemlich genau der gegenwärtigen Gesamtinanspruchnahme von Primärenergie in der Welt.

In Deutschland wurden 1992 immerhin 2GW aus erneuerbaren Quellen bezogen, davon das weitaus meiste aus Wasserkraft. Auffällig ist der extrem geringe Solarstromanteil. Dafür gibt es mindestens die folgenden Ursachen: spät begonnene Entwicklung mit dem Argument zu geringer solarer Einstrahlung in Mitteleuropa und vor allem noch zu hoher Preis. Man kann dies aber auch anders lesen: Wasserkraft ist ein Schwerpunkt für wasserreiche, bergige und zumeist sonnenarme Länder; Solarenergie könnte ein Schwerpunkt für wasserarme, sonnenreiche (wüstenreiche) Länder werden. Mit Solarstrom

könnte darüber hinaus elektrolytisch erzeugter Wasserstoff als abproduktfreier Brennstoff über Pipelines verfügbar gemacht werden.

Ein unkonventionelles Beispiel für billige Solarzellen ist die Grätzel-Zelle. Hier wurde versucht, die Photosynthese technisch nachzuahmen [12]. Als photoempfindliche Schicht wirkt eine metallorganische Ruthenium-Komplex-Schicht mit einem Empfindlichkeitsmaximum im Blaugrünen. Als Elektronensammler wurde eine granulare Titandioxid-Schicht benutzt. Für die elektrische Verbindung zur 2. Elektrode sorgt ein Jodinjodid-Elektrolyt. Krätzel gab einen Wirkungsgrad bei wolkigem Wetter von 11 % an und schätzt, daß der Preis dieser Zellen bei ca. 1/10 des Preises von Si-Solarzellen liegt. Damit sind 1-2 Dollar/Watt in greifbare Nähe gerückt. Für den großtechnischen Einsatz in Wüstenregionen sind sicher noch etliche Probleme zu lösen. Neben hinreichender Langzeitstabilisierung betrifft dies andere Komplexverbindungen mit einem Empfindlichkeitsmaximum im Gelbroten oder nahen Infraroten sowie auch die Vermeidung von Staubablagerungen im Langzeitbetrieb.

Die Entwicklung robuster und billiger Photovoltaikanlagen zur Stromversorgung in Entwicklungsländern könnte eine konkrete Entwicklungshilfe durch die industriell entwickelten Länder werden. Damit kann der wachsende Energiebedarf wenigstens partiell in umweltfreundliche Bahnen gelenkt werden. Aber dies bedarf wohl der gestaltenden Einflußnahme der industriell entwickelten Staaten.

Maßnahmen und Vorschläge zur Reduktion der Umweltbelastung durch Kraftwerke

Die Rauchgasentschwefelung wird seit ca. 15 Jahren mit einem Wirkungsgrad von ca. 80% erfolgreich angewendet. Das Endprodukt ist Gips. Die Entstickung von Rauchgasen wird seit ca. 5 Jahren großtechnisch in Japan mittels katalytisch reduzierender Trockenverfahren mit Aktivkohlekoks oder CuO angewendet. Die Entstickung mit Elektronenstrahlverfahren bei 300-800 keV unter Zusatz von Ammoniak -zugleich zur Gülleneutralisation- [11] konnte bisher noch nicht zur großtechnischen Anwendung gebracht werden, obwohl Vorteile wie einfache Prozeßführung, günstiges Regelverhalten, niedrige Betriebskosten und geringer Energiebedarf sowie das trockene Endprodukt Kunstdünger bestechen. Aber wahrscheinlich stellen der hohe Investitionsbedarf und der „Geruch nach Kerntechnik" gegenwärtige Barrieren dar. Am schwierigsten ist die Beseitigung von CO_2. Hierzu gibt es bisher nur Vorschläge, wie sie z. B. von Schüßler zusammengestellt worden sind [10]. Sie betreffen die CO_2-Einpressung in leere Öl- oder Gasfelder bei um ca. 3,5

höherer Gasdichte, die Verbringung in die Tiefsee, (wobei die ökologischen Folgen völlig unklar sind, obgleich dadurch eine Streckung der künftigen Belastungen ermöglicht werden könnte) sowie die solare Umsetzung des CO_2 durch einzellige Algenkulturen mit „doppeltem Algenappetit" wie Regenwald.

Wir erkennen, daß die CO_2-Eliminierung aus Abgasen von Kraftwerken mit fossilen Brennstoffen die größten Probleme bereitet, denn die Realisierung der genannten Vorschläge ist an sehr spezifische Standorte und zum Teil an erhebliche Flächeninanspruchnahmen gebunden. Folglich wird man voraussichtlich den entgegengesetzten Weg der wesentlich besseren Ausnutzung der Primärenergie durch höhere Wirkungsgrade sowie vor allem rationellere Energieanwendung, besonders bei Elektrotechnologien gehen müssen. Andererseits wird deutlich, daß durch den Betrieb von KKW eine deren Anteil an der weltweiten Stromproduktion von 18 % entsprechende Menge CO_2 NICHT emittiert wird. Das sind immerhin ca. 2 Mrd. t/a, die sonst zur weltweiten anthropogenen Gesamtemission von ca. 29 Mrd. t /a CO_2 hinzukämen. Hierdurch wird also ein Risikofaktor (atmosphärischer CO_2-Anteil) durch andere (eventueller Nuklearunfall und Entsorgungsproblem) substituiert. Aber der Kulminierung einer Risikokategorie wird entgegengewirkt.

3. Transport und Verkehr

Es ist merkwürdig, daß die explizite Behandlung von Transport und Verkehr als globale Risikoquelle sowohl im Brundtlandbericht [2] als auch bei Meadows/Randers [13] fehlen.

Betrachten wir den gesamten Primärenergieverbrauch der BRD im Jahre 1992, so beansprucht der Verkehr mit 111 GW oder 30,6% den Löwenanteil noch vor dem Bedarf der Kraftwerke. Das ist in den reichen Ländern genähert analog. Schlüsselt man dies auf die verschiedenen Verkehrsträger auf [14], so wird in Tabelle 3 die untergeordnete Rolle der öffentlichen Verkehrsmittel gegenüber dem Individualverkehr mit PKW und LKW sichtbar. Dies ist in den meisten Industrieländern offenbar politisch so gewollt, z.B. durch die staatlichen Subventionen des Straßenbaus zu Lasten des Schienennetzes und die weitere Herabsetzung von LKW-Steuern.

Tabelle 3:

Verkehrsstruktur in der BRD 1993

	Personenverkehr (in % Pers.km)	Güterverkehr (in % t km)
PKW	82,2	
Bus, U-Bahn, Straßenbahn	9	
Eisenbahn	6,4	18
Flugzeug	2,4	0,1
LKW		62,6
Binnenschiffahrt		15,3
Pipeline		4

Dabei sind die Autoabgase durch ihren hohen Stickoxidgehalt infolge der ständig höhergezüchteten Verbrennungstemperaturen besonders umweltschädlich, wenngleich moderne 3-Wege-Katalysatoren die Emission auf unter 20 % der Emissionen ohne Katalysator reduzieren können.

In den Schwellenländern läuft bereits der Trend zur Motorisierung analog zu den Industrieländern auf vollen Touren. So ist z.B. in China geplant, ab dem Jahr 2000 2 Mio. Stück VW- PKW/a herzustellen [15]. Das ist mehr als der dort gegenwärtig insgesamt vorhandene PKW-Bestand. Peugeot, Citroen, Chrysler, Mazda und Nissan überlegen, dort gleichfalls zu investieren [15]. Drängen also die bisher rund 80 % der untermotorisierten Menschheit auf das Motorisierungsniveau der Industrieländer und werden dabei nicht zugleich drastische Maßnahmen zur Minimierung der atmosphärischen Umweltbelastung getroffen, dann kann dies zu einer Verfünffachung der autoverkehrsbedingten oder ca. +150 % der gesamten, anthropogen verursachten atmosphärischen Umweltbelastung führen. Die anhaltende Bevölkerungsexplosion würde das noch verschärfen. Im Vergleich dazu ist die Zunahme von CO_2 in der Atmosphäre in den letzten 200 Jahren von ca. 30 % fast eine Verschwindungsgröße [16]

Leider scheinen die großen Autokonzerne bisher nur unvollständige Schlußfolgerungen gezogen zu haben. Sonst wäre ein Zitat aus einem Manifest, das auch Daimler-Benz-Chef Edzard Reuter mit unterschrieben hat, nicht zu verstehen: „Alle sind gleichermaßen ratlos, keiner scheint sich über die ob-

waltenden Tatsachen Rechenschaft zu geben, weder in der Welt noch bei uns zu Hause" [15]. So bleibt die Gefahr, daß die großen Konzerne ohne Rücksicht auf den Zustand der Welt das große Geschäft auf der Basis fertiger, noch ungenügend umweltfreundlicher Entwicklungen wittern und dabei von ihren Regierungen unterstützt werden.

Bei alledem sind die elementaren Risiken des Straßenverkehrs mit ca. 10.000 Toten pro Jahr allein in der BRD noch nicht berücksichtigt. Auf die Industrieländer hochgerechnet sind das mehr als 100.000 Tote pro Jahr. Uns scheint, daß der Straßenverkehr ein besonders anschauliches Beispiel für massenhaftes Fehlverhalten der Menschen ist, wobei globale und individuelle Risiken bewußt oder unbewußt verdrängt werden, obwohl diese Risiken zumindest durch Tempolimits und den rascheren Übergang - zu technisch bereits möglichen - verbrauchs- und schadstoffarmen Autos begrenzt werden könnten. Es ist deshalb zu fragen, ob einige der sogenannten Grundwerte heutiger moderner Gesellschaften wie z.B. die unbeschränkte Freiheit des Individualverkehrs und des Profitstrebens wie auch der Drang zur Selbstdarstellung mittels Statussymbols noch künftig Bestand haben können.

Al Gore [16] bezweifelt, daß neue Technologien die Lösung böten. Er sieht in ihnen sogar die Ursache der gegenwärtigen Krise. Dem können wir uns nicht anschließen. Nehmen wir als Beispiel Hochgeschwindigkeitszüge oder sogar die Magnetschwebebahn Transrapid. Bei letzterer werden für die Levitation starke Magnete verwendet. Der Antrieb erfolgt mittels geschwindigkeitssynchronem Linearmotor. Durch die entfallende Rollreibung wird hohe Energieökonomie und hoher Fahrkomfort erreicht. Die Geschwindigkeit erreicht fast 500 km/h und kommt als Vorteil erst bei großen Stationsabständen zum Tragen. Der Vergleich mit dem Flugzeug hinkt: Es gibt keine lauten Triebwerke. Natürlich sind Hochgeschwindigkeitszüge nicht „die Lösung" des Verkehrsproblems, aber sie können Lösungen zur Entschärfung des Straßenverkehrs werden, wenn sie in Konkurrenz zum Auto angenommen werden. Dazu kann das Preis- Leistungsverhältnis verhelfen, wenn die Verursacher des Straßenverkehrs angemessen an den realen Umweltkosten sowie an den staatlichen Investitionen in den Straßenbau beteiligt werden. Schließlich könnten damit Fehlentscheidungen zu Lasten der Schiene korrigiert werden, die sich tunlichst nicht in Schwellen- und Entwicklungsländern wieder holen sollten.

Auch beim Luftverkehr ist der Risikofaktor Mensch häufigste Unfallursache. Wegen der relativ hohen Sicherheit des Luftverkehrs soll jedoch hier auf weitere Erörterungen verzichtet werden.

Beim Seeverkehr machen vor allem Tankerhavarien Schlagzeilen. Auch sie sind zumeist profitbedingt und vermeidbar, und zwar z.B. konstruktiv durch doppelte Bordwände, was teurer wird und betriebskostenseitig durch gut ausgebildetes und ausreichendes Personal sowie Einhaltung der vorgeschriebenen Routen, was ebenfalls teurer ist. Gemessen an Umweltbelastung, Frachtpreisen, Sicherheit und Energieverbrauch ist die Binnenschiffahrt nicht zu schlagen. Sie realisiert in der BRD ca. 15 % des Transportaufkommens. Probleme bestehen hinsichtlich der Schnelligkeit sowie der Forderung nach größeren Schiffen und dem damit verbundenen Wegeausbau. Eine flexiblere Logistik könnte hier entschärfend wirken.

4. Schlußfolgerungen

Das Thema „Risiko Technik" steht in engstem Zusammenhang mit dem „Risiko Mensch". Die Analyse zeigt, daß menschliches und z.T. massenhaftes Versagen in seinen vielfältigen Formen Hauptursache von großen Havarien oder schleichender Umweltzerstörung ist. Durch eine vernünftig handelnde Gesellschaft und verantwortungsbewußte Individuen sind jedoch Risiken der Technik drastisch minimierbar. Es bleiben zwar Restrisiken, aber die Technik ist in der Lage, die großen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte zu lösen. Die wenigen Beispiele sollten zur Illustration dieser These dienen. Ob dazu allerdings gegenwärtig gültige Werte und Verhaltensmuster geeignet sind, darf indes bezweifelt werden.

Zieht man also aus dem Thema „Risiko Technik" Schlußfolgerungen, so geht dies nicht losgelöst von dem Risikofaktor Mensch und führt uns bis hin zur Prognose weltweiter Konflikte, falls die Flexibilität des modernen Kapitalismus nicht rechtzeitig gegenzusteuern vermag. Meadows und Randers [13] stellen hierzu - vielleicht etwas optimistisch - fest: „Technologie und Markt reagieren entsprechend dem Wertesystem in der Gesellschaft bzw. deren führender Schicht. Wenn das vorherrschende Ziel Wachstum ist, wird solange wie möglich Wachstum gefördert. Sind jedoch soziale Gerechtigkeit und langfristige Existenzfähigkeit vorherrschende Zielvorstellungen, dienen Technologie und Markt auch diesen Zielen". Offensichtlich sind die gegenwärtigen Gesellschaften der Länder der 1. Welt noch unzureichend willens, ihr Wertesystem zu ändern. Hoffnungsvolle Ansätze von Al Gore [17], einen Marshall-Plan für die 3. Welt in Gang zu bringen, könnten hier neue Impulse geben.

Herr Khalatbari hat wahrscheinlich recht, wenn er kürzlich in dieser Vortragsreihe feststellte, daß am Ende des 20. Jahrhunderts zwar die wissenschaftlich-technischen Errungenschaften auf der Höhe der Zeit sind, das

Niveau der Regierungen und des allgemeinen Bewußtseins aber dem Stande des 18. Jahrhunderts entsprechen. Dies zu durchbrechen bedeutet aber wahrscheinlich die Liquidierung der Auffassung in den reichen Ländern, daß Fortschritt in erster Linie individueller Anspruch auf Konsum und materiellen Wohlstand ist, unabhängig vom Zustand der Welt und ihrer Ökologie.

Nachdem sich herausstellt, daß das eigentliche Risiko der Technik vor allem in der Umweltbelastung und dem Risikofaktor Mensch besteht, erhebt sich die Frage nach vernünftigen, ökologisch begründeten Begrenzungen der Umweltbelastungen in Abhängigkeit von der Zeit sowie die Frage, ob und wie sich der zu Lasten der Umwelt und der 3. Welt erworbene Reichtum gerechter verteilen läßt. Letzteres könnte durch Entwicklung von Techniken und Verfahren geschehen, die sowohl in den Ländern der 1. Welt, vor allem aber in der 3. Welt wirklich und umweltverträglich gebraucht werden. Ein solcher Umbau eines großen Teils der technischen Basis der Menschheit kostet viel Geld und Zeit. Viele der gegenwärtig geäußerten Meinungen über das Wechselspiel von Technik-Mensch-Gesellschaft-Ethik genügen dem nicht. Uns scheinen vor allem Analysen zu fehlen, auf welchen kritischen (kürzesten) Wegen die menschliche Gesellschaft minimale Risiken für ihre weitere Existenz erreicht.

Weil dies die Marktwirtschaft mit ihrer gegenwärtigen Profitorientiertheit gemäß den heute noch gültigen Werten offensichtlich nicht kann, müssen die politisch entscheidenden Instanzen der Gesellschaft durch Gesetze Einfluß nehmen, wobei unabhängige Wissenschaftler der verschiedensten Disziplinen im internationalen Konsens versuchen werden, Antworten zu finden, die die Gesetzgebung benötigt.

Die Regierungen und internationalen Organisationen müssen durch die Öffentlichkeit gezwungen werden, die Dogmen und offenbar nicht mehr hinreichenden Werte der Gesellschaft um des Menschen Überleben zu sichern, zu revidieren und dadurch letztlich die Wirtschaft zu zwingen, die Risiken der Technik zu minimieren.

Quellenverzeichnis

[1] „Der Spiegel", Dokument Nr. 2, April 1993

[2] Unsere gemeinsame Zukunft" (Brundtland-Bericht) Staatsverlag der DDR, 1988

[3] Energietrends, S.4, 1/1991

[4] J. Goldemberg et al., Annual Rev. of Energ , Vol. 10, 1985

[5] „Der Spiegel", S. 242, 19/1993

[6] The Kemen Report, Crit.Mass Journ. Vol. 5, S. 4, 1979

[7] J. G. Herbein (Edison-Vicepresident), zitiert in „Der Spiegel", S. 26, v. 9. 4. 1979

[8] J. Wolters, G. Breitenbach, W. Kröger, Atomwirtschaft, S. 286, 1986 J. Seidel „Kernenergie", S. 87, 1990

[8a] E. Teuchert, Physik in unserer Zeit, Bd. 14, S. 131, 1983 J. N. Barkenbus, Energ Polic , S. 49, Febr. 1988

[9] B. Gilland, Endeavour Bd. 14, S.80,1990

[10] U. Schüßler, Physik in unserer Zeit, Bd. 21, S. 155, 1990

[11] S. Jordan, H. R. Paur, W. Schikarski, Physik in unserer Zeit, Bd. 19, S. 8, 1988

[12] M. Grätzel, preprint, Inst. de Chimie Physique Lausanne 1989

[13] D. u. D. Meadows, J. Randers, „Die neuen Grenzen des Wachstums", S. 228, Berthelsmann 1992

[14] Berliner Zeitung nach ifo-Schätzung, S. 9, 12. 1. 1994

[15] „Spiegel spezial", S. 14, 4/1993

[16] C. D. Schönwiese, Naturwiss. Rundschau, S. 387, Bd. 41, 1988

[17] Al Gore, „Wege zum Gleichgewicht", S. Fischer Verlag, 1992

Franz-Heinrich Lange

Perspektiven einer methodischen Systemtheorie - Brücken zur Informatik

Vortrag, gehalten in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 25. November 1993[1]

Problemstellung:
Eigenschaften und Verwendung von doppelt ausgesteuerten Systemen zwecks Modellierung und Charakterisierung von informationsverarbeitenden Methoden

Ausgehend von der Feststellung, daß es keine universelle Systemtheorie für die Informationstechnik gibt, sondern nur anwendungsgebundene Systemtheorien für die Teildisziplinen der Nachrichten-, der Meß- und der Regelungstechnik, ergab sich die Frage, woran dies liegt und inwieweit sich dieses Ziel einer umfassenden Systemtheorie erreichen läßt (Bild 1).

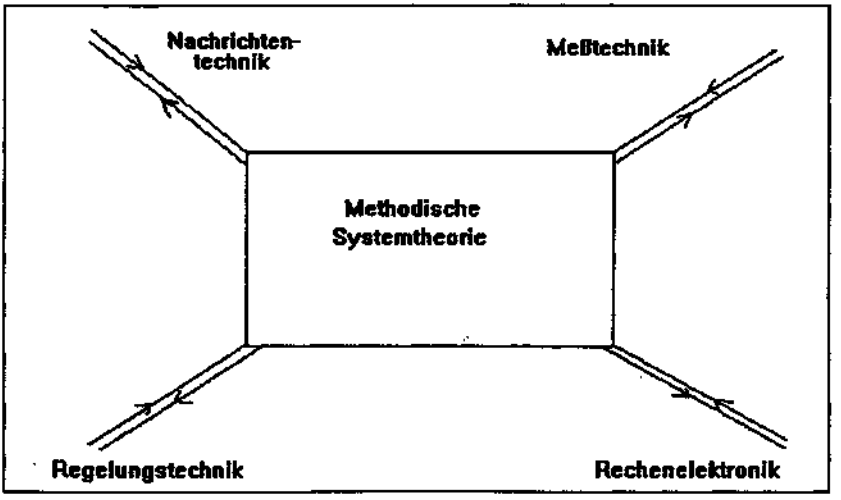


Abb. 1: Die methodische Systemtheorie als Sammelbecken der Methoden

[1] für die Sitzungsberichte der Leibniz Sozietät überarbeitete Fassung

Die Notwendigkeit ist unbestritten, da der von Jahrzehnt zu Jahrzehnt anwachsende Wissensbestand sich im Rahmen der Hochschulausbildung kaum noch befriedigend vermitteln läßt. Auch für Forschung und Entwicklung besteht ein Bedarf eines Sammelbeckens der Methoden der Signalverarbeitung, um gegenseitig Erfahrungen auszutauschen und um Doppelentwicklungen zu vermeiden, zumindestens im wissenschaftlichen Bereich.

Modellierungsprobleme

Der eigentliche Hemmschuh für den Ausbau einer methodischen Systemtheorie ist nach Ansicht des Autors die Tatsache, daß man an einem zu primitiven Systemmodell festhielt, das nur für die linearen zeitinvarianten Systeme (*LTI*-Systeme) der Nachrichtentechnik - für die Zwecke der Frequenzselektion - ursprünglich eingeführt wurde und sich dafür auch voll bewährt hat.

Nach Abschluß der Entwicklung der Filtertheorie standen die zeitlich instationären Systeme im Vordergrund des Interesses. Es erfolgte ein Qualitätssprung dank der Computertechnik und der Informatik. Das Interesse an der spektralen Darstellung ist so weit gesunken, daß für sie die Gefahr besteht, aus dem Lehrplan des Grundlagenstudiums gestrichen zu werden. Dieses Schicksal hat schon manches Arbeitsgebiet erlitten. Es soll zu dieser Situation ein Ausweg gezeigt werden.

Dieser Ausweg besteht darin, daß die verschiedenartigen Methoden der Nachrichten-, Meß- und Regelungstechnik unabhängig von ihren Anwendungen in einer universellen Systemtheorie zusammengefaßt werden. Es besteht für die Ingenieurpraxis das Bedürfnis nach einer möglichst aussagekräftigen und knappen Charakterisierung der Funktionsweise des Systems. Hierzu bedarf es eines geeigneten Modells.

Übergang von einer einfachen zu einer doppelten Systemaussteuerung

Wir gehen hierbei von dem üblichen Black-Box-Modell eines einfach ausgesteuerten Systems aus. Nach Bild 2 erkennt man hieraus die drei Hauptaufgaben der Informationstechnik:

a) die Untersuchung des Systemausgangssignals in der Nachrichtentechnik für die Informationsübertragung,

b) die Untersuchung des Systemeingangssignals in der Meßtechnik zur Informationsgewinnung,

c) die Untersuchung der Systemstruktur, vorzugsweise in der Regelungstechnik zur Informationsverarbeitung.

Bei diesen drei Aufgaben treten unterschiedliche Optimierungskriterien auf. Bei (a) die Übertragungsgüte, bei (b) die Meßgenauigkeit und bei (c) die Stabilität des Systems. Eine strenge Trennung ist hierbei nicht möglich, da es sich nur um Schwerpunktaufgaben handelt, die methodisch untereinander ausgetauscht werden. Gerade hierin liegt die Notwendigkeit einer methodischen Systemtheorie begründet.

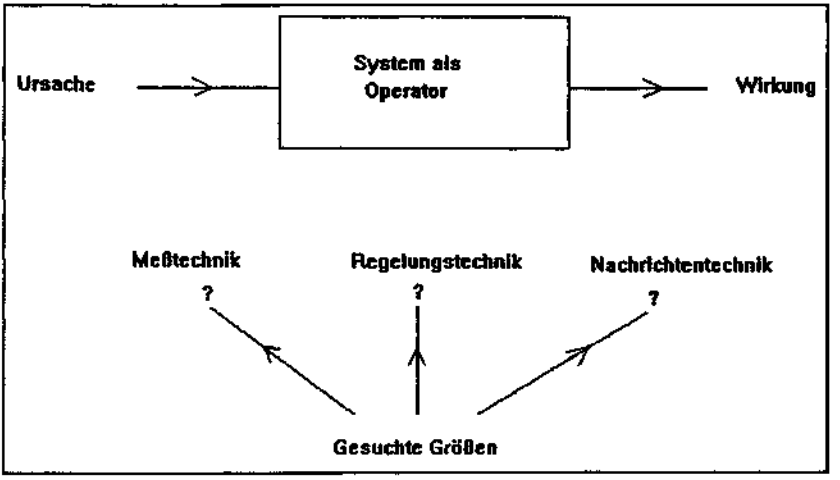


Abb. 2: Das Blackboxmodell für einfach ausgesteuerte Systeme

Die Arbeitsweise kann in einer Analyse bestehen, vorzugsweise in der Physik und anderen Naturwissenschaften oder in einer Synthese, die typisch für die technischen Wissenschaften ist.

Bei **einfacher** Systemaussteuerung kann die Signalwandlung eindeutig linear oder nichtlinear sein. Daher werden in Lehrbüchern der Nachrichtentechnik lineare und nichtlineare Systeme unterschieden. Die Linearität bedeutet die Gültigkeit des Additionstheorems. In linearen Netzwerken (LTI-Systemen) entstehen keine neuen Frequenzen, additive Komponenten durchlaufen das lineare Netzwerk (z. B. ein Filter) ohne Wechselwirkung. Die nachfolgenden Ausführungen werden aufzeigen, warum diese Selbstverständlichkeiten hier erwähnt werden. Für die Wirkungsweise von dynamischen Systemen gilt ganz generell die Ursache-Wirkung-Relation:

$$y(t)=Op\ \{x(t)\}$$

Ein lineares System muß die Bedingungen erfüllen

$$y(t)=Op\{x1(t)+x2(t)\}=Op\{x1(t)\}+Op\{x2(t)\}$$

mit $y(t)$ als Ausgangssignal und $x(t)$ als Eingangssignal. Genau so lautet das Additionstheorem für spektrale Funktionen.

Der Weg zum Verbundsystem

Für rein ohmsche Signalwandler (ohne Induktivitäten und Kapazitäten) gilt die Potenzreihenentwicklung:

$$y(t)=a0 + a1x(t) \quad + \quad a2x2(t) + a3x3(t) + L$$

linearer Anteil + nichtlinearer Anteil

Betrachten wir den linearen Anteil bei Einfluß von langsam einwirkenden Störungen. Dann wird der Koeffizient a_0 oder a_1 zeitvariabel. Man nennt diese Störerscheinung *Drift*. Wenn das einwirkende Störspektrum tiefrequent ist, also nicht das Eingangssignalspektrum überdeckt, dann spricht man in der Schwingungstechnik von *rheolinearen* Systemen.

Nachfolgend setzen wir den Faktor a_0 gleich Null und bezeichnen das Störsignal $a_1(t)$ mit $x_1(t)$ und das Nutzsignal mit $x_2(t)$. Dann ergibt sich als Systemfunktion:

$$y(t)=x1(t) \times x2(t)$$

Dies stellt einen ***Zeitfunktions-Multiplikator*** dar.

Die Abbildung dieser Relation in den spektralen Bildbereich durch Fouriertransformation ergibt die Beziehung

$$Y(jw)=X1(jw) * X2(jw).$$

Dieses Faltungsintegral, auch als Faltungsprodukt bezeichnet, ist für eine Systemanalyse und Systemsynthese ungeeignet, da sich die spektralen Eigenschaften der beiden Faktoren $x_1(t)$ und $x_2(t)$ bei der Faltung vermischen.

Zumindest in der deutschen Fachliteratur hat man das doppelt ausgesteuerte System des Zeitfunktionsmultiplikators "stark vernachlässigt" (Zitat von G. Wunsch).

Einige Autoren bezeichnen ein doppelt ausgesteuertes System bei Aussteuerung nur eines Eingangs und Festlegung des anderen Eingangs als ein ***bilineares System***.

Nachfolgend wird ein doppelt ausgesteuertes System als ***Verbundsystem*** (Bild 3) bezeichnet. Es ist merkwürdig, daß sich auf einem Grundlagengebiet

wie der Systemtheorie noch etwas Neues feststellen läßt. In unserem Fall handelt es sich um die Klassifikation der Methoden, die doppelt ausgesteuerte Systeme benutzen.

Der Grundgedanke, der hier auf Neuland führt, besteht in der Erweiterung der multiplikativen Verknüpfung auf andere Relationen und damit in dem Ausbau einer Methodischen Systemtheorie, die die instationären Systeme mit umfaßt und die sich nicht auf die LTI-Systeme beschränkt. Um ihren integrierenden Charakter zu bewahren, soll, wie Abb. 1 veranschaulicht, der technische Anwendungszweck nicht als Klassifikationsmerkmal dienen. Hieran besteht kein Mangel, denn es gibt sehr ausführliche Fachliteratur für die wichtigsten Fachgebiete.

Die Klassifikation der Verbundsysteme soll sich beschränken auf

(a) die Verknüpfungsoperation,

(b) Typ des Eingangssignals (z. B. der Nachricht oder der Meßinformation),

(c) das Hilfs- oder Referenzsignal als die zweite Aussteuerung eines Verbundsystems.

Ein Verbundsystem realisiert im Idealfall ein System, das zwei Informationsflüsse zu einem resultierenden Informationsfluß oder zu einer resultierenden Information umwandelt (Bild 3).

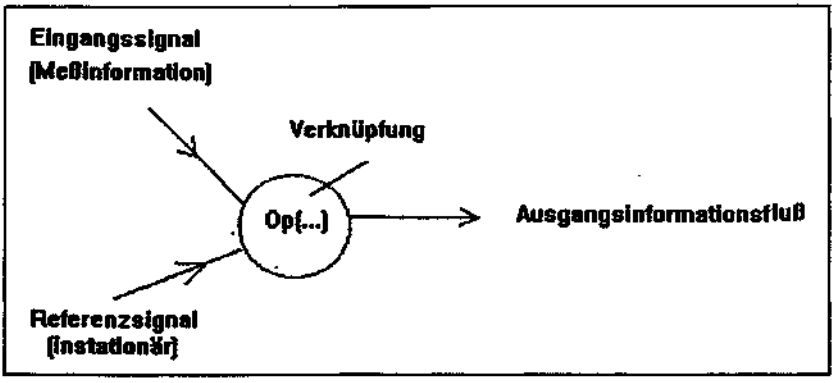


Abb. 3: Reziproke Systeme: Vertauschung der Verknüpfungsrelationen

Verbundsysteme zur Modellierung instationärer Systeme

Die Verallgemeinerung eines multiplikativen Verbundsystems lautet im Zeitbereich einfach

$$y(t)=Op\{x1(t), x2(t)\} .$$

Der Operator charakterisiert die Verknüpfung der Informationsflüsse. Es werden drei Verknüpfungen unterschieden, nämlich Verbundsysteme mit

(1) multiplikativer,

(2) gewichteter additiver,

(3) logischer

Verknüpfung. (1) ist der Ausgangspunkt, (2) dient der Erweiterung und Einordnung der LTI-Systeme und (3) bedeutet eine Erweiterung der klassischen Systemtheorie.

Ehe nachfolgend hierzu einige charakteristische Beispiele für eine methodische Systemtheorie angeführt werden, die die derzeitige Entwicklungstendenz charakterisieren und zur Gedankenwelt der Informatik hinführen, sollen einige Eigenschaften oder Begriffe der Verbundsysteme erläutert werden.

Reziproke Systeme

Die Angabe der Verknüpfungsrelation ist nur dann eindeutig, wenn angegeben wird, ob sie für den Zeitbereich, den Spektralbereich oder einen anderen Bildbereich gilt. So besteht der Unterschied zwischen einem LTI-System und einem Zeitfunktionsmultiplikator in einer Vertauschung der Verknüpfungsrelationen (vgl. Bild 4). Ein derartiges Systempaar nennen wir reziproke Systeme. Es fehlt hier noch eine Untersuchung zur Verallgemeinerung des Begriffes.

Systemklasse	**Eingangs-Ausgangs-Relation**	
	im Zeitbereich	**im Spektralbereich**
lineare Netzwerke	Faltungsprodukt	algebraisches Produkt
Zeitfunktionsmultiplikator	algebraisches Produkt	Faltungsprodukt

Abb. 4: Reziproke Systeme: Vertauschung der Verknüpfungsrelationen

Verallgemeinerung der Verknüpfungsoperation

Das erwähnte reziproke Paar LTI-System und Multiplikator im Zeitbereich ist das erste Beispiel für die Verallgemeinerung einer multiplikativen Verknüpfung. Darauf weist auch die in der Fachliteratur übliche Bezeichnung *Faltungsprodukt* hin.

Es gelingt damit auf eine einfache Weise, die linearen und zeitinvarianten Systeme in die Klasse der Verbundsysteme einzuordnen.

Hierbei bleibt offen, welche Verknüpfungsoperation den LTI-Systemen zugeordnet wird. Die Bezeichnung Faltungsprodukt erscheint von unserem Standpunkt aus nicht zutreffend, da es sich bei den LTI-Systemen um eine gewichtete Addition handelt. Wir ziehen die Einordnung in die Klasse der gewichtet additiven Verbundsysteme für die LTI-Systeme vor. Dies ist aber eine unbedeutende Frage.

Wenn man die aus der klassischen Einteilung bekannten

(1) Linearen Systeme

(2) Rhenolinearen Systeme

(3) Nichtlinearen Systeme

als einfach ausgesteuerte Systeme bezeichnet, so darf man die Verbundsysteme nicht einfach als vierte Systemklasse hinzunehmen. Man kann die unter (1) bis (3) genannten klassischen Systeme vielmehr in die Verbundsysteme eingliedern. Mit dieser Auffassung gewinnt aber die ***Verbundanalyse*** erheblich an Bedeutung.

Linearität und Nichtlinearität - pseudolineare Systeme

Um Widersprüche zu vermeiden, empfiehlt es sich, bei den Verbundsystemen die Begriffe lineare Systeme und nichtlineare Systeme zu ersetzen durch die Begriffe lineare Operatoren und nichtlineare Operatoren ! Hat doch ein Verbundsystem eingangsseitig zwei Freiheitsgrade der Aussteuerung und kann daher auch zwei sich scheinbar widersprüchliche Eigenschaften haben, wie Linearität und Nichtlinearität. In der Atomphysik nennt man nach Max Born (1928) dies Komplementarität wie bei der Erscheinung eines Elektrons als Welle oder als Korpuskel. Ob dieser Vergleich mehr als nur formale Bedeutung hat, bleibt eine offene Frage.

Nachfolgend wird hier der Begriff ***Pseudolinearität*** verwendet. Dieser Begriff erweist sich für Verbundsysteme als typisch, wie nachfolgende Beispiele zeigen (Bild 5).

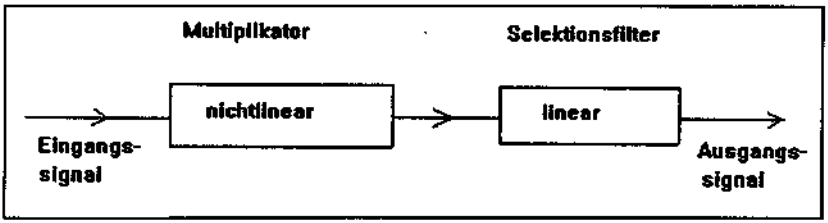


Abb. 5: Pseudolineare System für die Informationsübertragung

Pseudolinearität liegt vor, wenn auf eine nichtlineare Signalwandlung ein lineares Filter folgt, das die unerwünschten spektralen Komponenten unterdrückt, so daß das Additionstheorem erfüllt ist. Das resultierende Gesamtverhalten ist dann linear! In einem solchen linearen Systemkomplex entstehen auch neue Frequenzen, was bei einfach ausgesteuerten Systemen nicht möglich ist.

Man beachte, daß der Begriff Linearität mathematisch eindeutig durch die Gültigkeit des Additionstheorems festgelegt ist und nicht etwa durch die Eigenschaft des Systems, daß keine neuen Frequenzen entstehen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Systemtheorie als Grundlagenvorlesung einiger Ergänzungen bedarf, für die das Verständnis im Anfang des Studiums fehlt. Erst nach den Spezialvorlesungen in der Nachrichten-, Meß- oder Regelungstechnik wird eine zusammenfassende Darstellung oder Methodik als ***methodische Systemtheorie*** zweckmäßig sein, wie Bild 6 darstellt.

Die methodische Systemtheorie umfaßt die Methoden der

- Nachrichtentechnik
- Meßtechnik
- Regelungstechnik
- Rechentechnik
- Informatik

nach dem Grundstudium einer Einführung in die "Signale und Systeme"

Abb. 6: Konzept einer methodischen Übersichts-Vorlesung im Hauptstudium

Beispiel für multiplikative Verknüpfungen

(a) Amplitudenmodulator

Ausgerechnet der uralte Amplitudenmodulator der Rundfunktechnik (Bild 7) ist ein typisches Beispiel eines Verbundsystems. In den Lehrbüchern der Nachrichtentechnik äußern sich die Autoren nicht über die Zugehörigkeit zu den linearen oder zu den nichtlinearen Systemen, auch wenn diese Einteilung benutzt wird. Der AM wird nebenbei eingeordnet. In der Tat läßt sich die Frage nicht eindeutig beantworten. Es handelt sich hier um ein typisches pseudolineares System (vgl. Bild 5). Es entstehen zwar neue Frequenzen, aber durch die Verschiebung auf die Trägerfrequenz bleibt das Basisspektrum (Nachricht) in den beiden Seitenbändern erhalten und kann durch Demodulation unverzerrt und verlustfrei zurückgewonnen werden. Das nachfolgende Bandfilter unterdrückt das Basisband nach der Modulation, die durch die Aussteuerung einer nichtlinearen quadratischen Kennlinie realisiert wird. Alles, was bereits oben über die Verbundsysteme gesagt wurden, gilt auch hier. Trotz der nichtlinearen Umwandlung bleibt für das Komplexsystem aus Verbundsystem und linearem Filter das Additionstheorem gültig. Dies garantiert die Übertragungsgüte und Verzerrungsfreiheit.

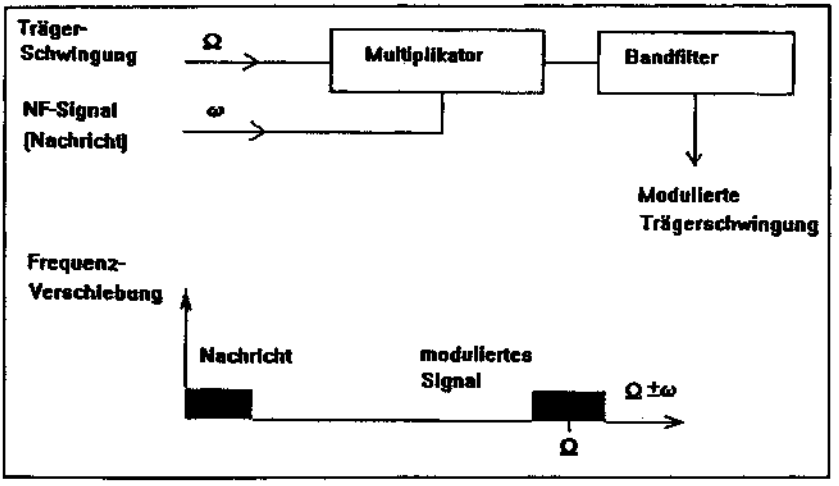


Abb. 7: Amplituden-Modulator als Verbundsystem

(b) Phasenkopplungssysteme (PLL-phase locked loop)

Dieses als bekannt vorausgesetzte System mit multiplikativer Verknüpfung von harmonischen Schwingungen (quarzgesteuerte Frequenznormale und mechanische Antriebsfrequenz) verdient hier als interessantes und vielseitig

verwendbares Verbundsystem erwähnt zu werden. Es wird einerseits zur Regelung einer mechanischen Antriebsfrequenz verwendet, andererseits aber auch zur Demodulation von frequenzmodulierten Schwingungen.

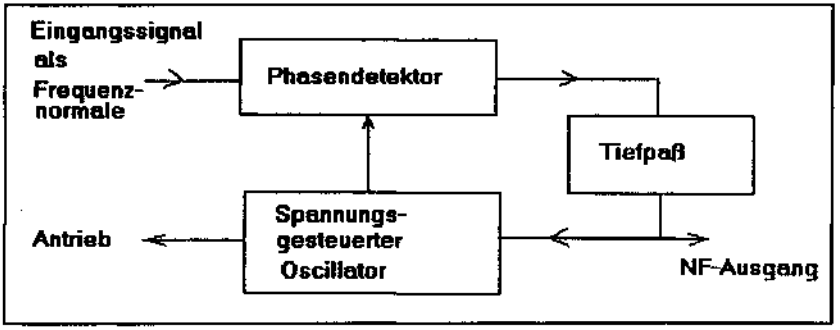


Abb. 8: Anwendung der Phasenkopplung: hoch genaue Antriebsregelung oder zur Frequenzmodulation

Bild 8 zeigt das Prinzipschema. Es besteht aus einem Phasendetektor in Form eines Multiplikators, einem nachfolgenden Tiefpaß und einem spannungsgeregelten Oszillator (VCO), der mit dem mechanischen Antrieb im Falle der Geschwindigkeitsregelung verbunden ist. Damit handelt sich auch hier um ein pseudolineares System. Gleichgewicht ist vorhanden, wenn der Multiplikator keine Regelspannung abgibt und dies ist bei einer Phasenverschiebung von 90 Grad der Fall, unabhängig von den Amplituden der harmonischen Schwingungen. Im Fall einer additiven Verknüpfung müßte die Phasenverschiebung 180 Grad sein bei Amplitudengleichheit der beiden harmonischen Schwingungen.

(c) Korrelator als Verbundsystem

Als drittes Verbundsystem mit multiplikativer Verknüpfung betrachten wir den Korrelator, der zahlreiche Anwendungen anbietet, so z. B. die berührungslose Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessung oder die tieffrequente Schwingungs- und Strömungsanalyse auf dem Umweg über Autokorrelationsanalyse und anschließende Fouriertransformation in das zugehörige Leistungsspektrum, wenn dies meßtechnisch nicht direkt ermittelt werden kann (vgl. Bild 9).

Der Korrelator eröffnet das Tor zu dem Gebiet der regellosen Prozesse, d. h. zur Stochastik mit dem Begriff der statistischen Verwandtschaft (=Korrelation) von Vorgängen. Das Referenzsignal erscheint hier nicht als Hilfssignal, sondern als gleichberechtigter Informationsfluß nach Bild 3.

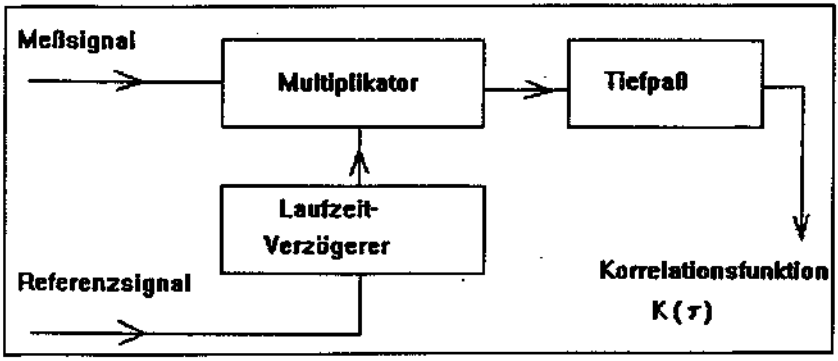


Abb. 9: Der Korrelator, ein Verbundsystem

Auch hier handelt es sich wieder um die Kombination von einer nichtlinearen Signalwandlung mit einer nachfolgenden spektralen Selektion. Im Gegensatz zum Amplitudenmodulator wird hier kein Bandpaß, sondern ein Tiefpaß benötigt. Dieser unterdrückt im Idealfall (hinreichend lange Integrationszeit) alle Wechselstromkomponenten des Ausgangs-Signals des Multiplikators. Nur gleichfrequente spektrale Komponenten liefern einen Beitrag zur Korrelationsfunktion $K(t)$. Bei konstanter Zeitverzögerung stellt das Ausgangssignal des Korrelators keinen Informationsfluß, sondern nur eine Information dar.

Zeitdiskrete Verbundsysteme

Es wird allgemein angenommen, daß allein mit einem A/D-Wandler der Übergang von der Analogtechnik zur Digitaltechnik vollzogen wird. Aber daß dadurch auch neue Methoden gewonnen werden, wird in diesem Zusammenhang nicht beachtet, auch wenn diese Methoden an sich bekannt sind.

Wenden wir uns also den zeitdiskreten Verbundsystemen und ihren methodischen Eigentümlichkeiten zu, zunächst ein Hinweis auf die Signaltheorie.

Man hat zwei Sorten von Signalen zu unterscheiden: die sogenannten ***Leistungssignale*** und die ***Energiesignale.*** Im ersten Fall wird ein fortlaufender Prozeß betrachtet, der im Grenzfall zeitlich unbegrenzt andauert und der fortlaufend bearbeitet wird. Im Fall einer multiplikativen Verknüpfung handelt es sich um ein inneres Produkt, das gebildet wird. Es werden in jedem Zeitpunkt t die beiden Signalamplituden miteinander multipliziert.

Energiesignale, speziell in binärer Form mit den beiden Amplitudenwerten 0 und 1 als Kodewörter, umfassen einen Zeitabschnitt (als Kodewortlänge) mit n zeitdiskreten Elementarsignalen. Zur Kodierung von n Kodeworten benötigt man $ld(n)$ Binärsignalstellen. Die Signalverarbeitung geschieht hier durch Vertauschung der Reihenfolge der Binärstellen und von Hinzufügen von Stellen als Prüfbits.

Die multiplikative Verknüpfung von derartigen binärwertigen Signalen erfolgt hier auf verschiedene Weise. Als Beispiel soll nachfolgend die

Polynommultiplikation

dienen. Zeitdiskrete Verbundsysteme dieser Art dienen der Erhöhung der Störfestigkeit. Für diese Annahme finden Methoden und Begriffe der abstrakten Algebra Anwendung.

Die Störfestigkeit kann nach der Informationstheorie von Shannon und von Kotelnikow durch Redundanz, also durch einen Mehraufwand bei der Signalverarbeitung erreicht werden. Dies wird in der Analogtechnik bei der Frequenzmodulation mittels einer Vergrößerung der Bandbreite realisiert.

In der Digitaltechnik wird das gleiche Ziel mittels eines Mehraufwandes an Stellenzahl des Kodewortes erreicht.

Das Prinzip der ***Polynom-Kodierung*** zur automatischen Fehlerkorektur soll an einem Beispiel erläutert werden. Sie erfolgt in vier Schritten:

1. Die Binärwerte $a_0\ a_1\ a_2\ a_3\ a_4$ eines 5stelligen Kodewortes lauten $1\ 0\ 1\ 0\ 1$. Sie werden als binäre Koeffizienten eines Polynoms in der Form $1+x^2+x^4=I(x)$ verwendet. x stellt hier eine Unbestimmte dar und wird in ihren Potenzen zur Kennzeichnung der Position im Kodewort verwendet. Die Potenzen mit den Null-Koeffizienten fallen einfach fort. $I(x)$ nennt man das *Informationspolynom.*

2. Es erfolgt nun zur Einfügung einer Redundanz eine Polynommultiplikation mit einem sogenannten *Generatorpolynom* $G(x)$. Man erhält dann das *Sendepolynom* $S(x)=G(x)\times I(x)$. hierbei wählt man für $G(x)$ einen irreduzierbaren Faktor des Kreisteilungspolynom x^n-1. Gerechnet wird Modulo (x^n-1), d.h. $x^n-1=0$. Der sich ergebende zweite Faktor sei das *Dekodierungspolynom* für die Fehlerkorrektur $H(x)$. Es gilt also $G(x)\times H(x)=x^n-1=0$.

3. Wenn bei der Übertragung des Sendepolynoms $S(x)$ eine Stelle i invers übertragen wird (1 statt 0 oder 0 statt 1), dann kann man dies durch Addition

von x^i modellieren. Das Fehlerpolynom lautet $F(x)=x^i$. Am Empfangsort kommt das gestörte Sendesignal in der Form an

$$E(x) = G(x) \times I(x) + x^i \ .$$

4. Nun kommt der Sinn des Ganzen: Wenn man am Empfangsort das empfangene Signal $E(x)$ mit dem dort bekannten Dekodierungspolynom $H(x)$ multipliziert, dann erhält man den Fehler in der Form $x^i \times H(x)$ und durch Division mit $H(x)$ den Fehler x^i . Denn es gilt

$$E(x) \times H(x) = [I(x) \times G(x) + x^i] \times H(x) = I(x) \times (x^n - 1) + x^i \times H(x) = x^i \times H(x) \ .$$

Die Korrektur der i-ten Binärstelle kann automatisch erfolgen.

Man beachte, daß es sich bei dieser multiplikativen Verknüpfung um kein inneres Produkt handelt. Es werden Signalamplituden miteinander verknüpft, die zu verschiedenen Zeiten am Empfangsort eingetroffen sind. Beim inneren Produkt dagegen werden gleichzeitig eingetroffene Signalamplituden miteinander verbunden (Bild 10).

Schritte der Signalumwandlung:

1. Bildung des Informationspolynoms $I(x)$ mit den binären Koeffizienten des Informationssignals.
2. Multiplikation des Informationspolynoms mit einem Generatorpolynom G(x) als irreduzibler Teiler des Kreispolynoms $(x^n-1)=0: I(x) \cdot G(x)$ als Sendepolynom.
3. Annahme eines einfachen Fehlers F(x) bei der Übertragung. Das Empfangssignal lautet dann: $E(x)=I(x) \cdot G(x)+F(x)$.
4. Multiplikation des Empfangssignals E(x) mit dem Dekodierungspolynom $H(x)$. Man erhält dann: $I(x) \cdot G(x) \cdot H(x)+F(x) \cdot H(x)$, wenn $H(x)$ der zweite Faktor des Kreisteilungspolynoms ist, d. h. wenn die Beziehung gilt: $G(x) \cdot H(x)=(x^n-1)=0$! $H(x)$ wirkt hier als Nullteiler. Da $H(x)$ bekannt ist, erhält man auf der Empfangsseite die Fehlstelle $F(x)$ und kann sie korrigieren.

Abb. 10: Fehlerkorrektur von binären Signalen mittels Polynomkodierung

Verbundsysteme mit (gewichteter) additiver Verknüpfung

Der Grundgedanke der Verbundanalyse ist die Doppelaussteuerung. Sie kann, wie bereits erwähnt, nicht nur mit einer multiplikativen Verknüpfung, sondern auch mit einer additiven Verknüpfung verbunden sein. Wie oben bemerkt, treten bei LTI-Systemen beide Verknüpfungen auf - die multiplika-

tive Verknüpfung von Werten des Eingangssignals und der Impulsreaktion und die Addition dieser Produkte als Approximation des Faltungsintegrals.

Rückkopplungsschaltungen

Hierbei wird das zweite Signal nicht einer zweiten Informationsquelle, sondern zu einem Bruchteil dem Ausgangssignal entnommen, entweder gleichphasig (Mitkopplung zur Selbsterregung) oder gegenphasig (Gegenkopplung zur Entzerrung). Dieses uralte Prinzip der Funktechnik erfuhr erst im letzten Jahrzehnt eine überraschende Erweiterung durch die Entdeckung, daß auch regellose (stochastische oder chaotische) Prozesse determiniert erzeugt werden können. Dies wurde möglich durch den Einbau von nichtlinearen Bauelementen (Chua-Schwingkreis).

Fraktale Systeme

Nicht zu den Verbundsystemen gehörig, aber eng verwandt sind die fraktalen Systeme von Mandelbrot (USA). Die bestehen aus einem rückgekoppelten digitalen Computer, der eine Folge von komplexen Zahlen berechnet, angefangen mit einem Ausgangspunkt einer komplexen Zahl Zk nach einer vorgegebenen Relation, z.B. Zk+1=Z2k+p oder Zk+1=l(1+.Zk) als logistiche Gleichung in fortlaufender Folge, bis ein Endzustand erreicht wird, der farbig gekennzeichnet wird. So wird ein Teilbereich der komplexen Zahlenebene kontinuierlich mit bizarren Figuren *(Apfelmännchen)* bedeckt. Verblüffend ist dabei, daß mit einer primitv einfachen Relation solche komplizierten Muster determiniert werden können.

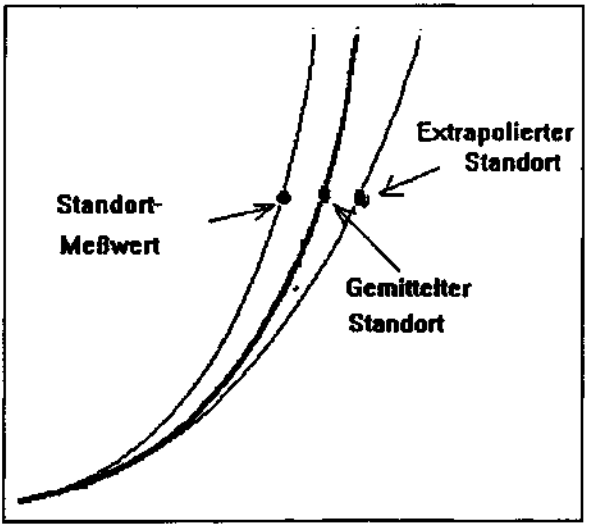


Abb. 11: Grundgedanke des Kalmanfilters: Bewertung nach der Fehlervarianz der Werte

Kalmanfilter

Das Kalmanfilter stellt ein echtes additives Verbundsystem nach Abb. 11 dar und wird in der Schiffahrt zur Navigation angewendet. Es kombiniert eine Messung des Standortes mit einer Extrapolation auf Grund des bisherigen Kursverlaufes.

Es soll eine gewichtete Mittelwertbildung beider Standortwerte vorgenommen werden, bei der die Methode mit der größeren Genauigkeit, also mit geringerem Störrauschen ein größeres Gewicht erhält.

Der Ansatz lautet: Der Schätzwert ist gleich dem Extrapolationswert plus dem Gewichtsfaktor, multipliziert mit der Differenz von Meßwert minus Extrapolationswert .

Der Gewichtsfaktor *C* lautet:

$$C = \frac{\sigma^2_{exp}}{\sigma^2_{exp} + \sigma^2_{meß}}$$

Wenn das Meßrauschen sehr groß ist ($\sigma^2_{meß} >> \sigma^2_{exp}$), dann geht *C* gegen Null und es gilt Schätzwert gleich Extrapolationswert.

Wenn das Extrapolationsrauschen sehr groß ist ($\sigma^2_{exp} >> \sigma^2_{meß}$), dann geht *C* gegen *1* und es gilt Schätzwert gleich Meßwert.

Diese Ausgleichsmethode läßt sich formal bei jeder doppelten Messung (mit 2 verschiedenen Methoden) anwenden. Man muß dabei jedoch die zu vergleichenden Werte in dem gleichen Maßsystem (Maßraum) bewerten.

Digitale Schaltungstechnik

Additive Verknüpfung ist das Kernstück der Informationsverarbeitung in der Rechenelektronik. Hier finden seit jeher Laufzeitketten Verwendung. Als Beispiel sei hier nur das Schema der Impulskompression von Hüttman (1944) erwähnt. Die Wichtung wird hierbei durch einen Polarisationswechsel vorgenommen.

Hier besteht eine enge Verbindung zur Informatik und ihrer spezifischen Auffassung zur Informationsverarbeitung im engeren Sinne, in der Nachrichtentechnik als Digitaltechnik bezeichnet. In der Computerwissenschaft kommt die Automatentheorie hinzu, die leider nicht die Entwicklung der Computertechnik wesentlich beeinflußt hat

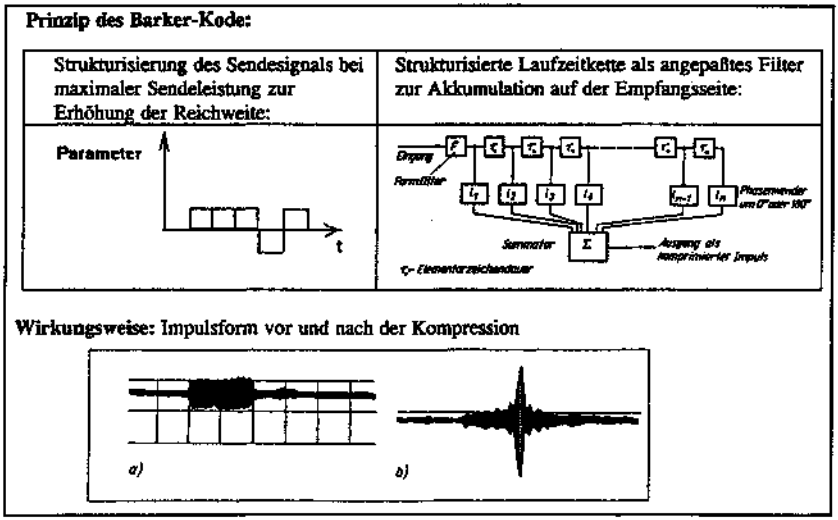


Abb. 12: Prinzip der Impulskompression mit angepaßten Filtern

Eine Darstellung dieses umfangreichen Spezialgebietes vom Standpunkt der Informationstechnik ist das Buch von A. Finger "Digitale Signalstrukturen in der Informationstechnik" (Verlag Technik, Berlin 1985) mit einem ausführlichen Literaturverzeichnis bis zum Anfang der 80er Jahre.

Verbundsysteme mit logischen Verknüpfungen - Brücken zur Informatik

Bereits oben wurde erwähnt, daß die Informatik nicht nur die mathematisch-algebraischen Verknüpfungsoperationen, sondern auch die logischen Verknüpfungen verwendet.

Dies hatte zur Folge, daß dank dieser Erweiterung des theoretischen Werkzeugs die Informationsverarbeitung nicht nur ***quantitative*** (zahlenmäßige) ***Meßwerte*** liefert, sondern auch ***qualitative Entscheidungen.*** Es entstand in der Fachliteratur dadurch ein Streit, daß dieser Tatbestand die Grenzen der Meßtechnik überschreitet. Dies muß vom Standpunkt der Gesetzgeber (Eich-, Maß- und Toleranzvorschriften) bejaht werden. Hier liegt die Grenze der Meßtechnik und der Beginn der Informatik. Es existiert eine Grauzone, in der eine Zuordnung unklar ist, z. B. bei binären Entscheidungen (Ja-Nein-Angaben).

So ergibt ein Radarempfänger (Meßstochastik!) eine Ja- oder Nein-Entscheidung, ob ein Ortungssignal eingetroffen ist oder nicht. Der Zeitpunkt des Eintreffens wird jedoch quantitativ ausgenutzt, um die Laufzeit des Ortungs-

signals zu ermitteln und damit eine quantitative Meßgröße, die Objektentfernung.

Weitere Perspektiven der methodischen Systemtheorie

Die ursprüngliche Aufgabe der Informationstechnik und der Informatik war das Auffinden eines Algorithmus zur Berechnung einer Meßgröße unter Benutzung des großen Komplexes von Informationen, d. h. die Aufstellung eines Programms (Software).

Der Trend der Weiterentwicklungen ging dabei in zwei Richtungen:

(a) Anwendung von logischen Verknüpfungen (Expertensysteme)

(b) Analyse des Zusammenwirkens von mehreren gleichberechtigten Prozessen (Petrinetze).

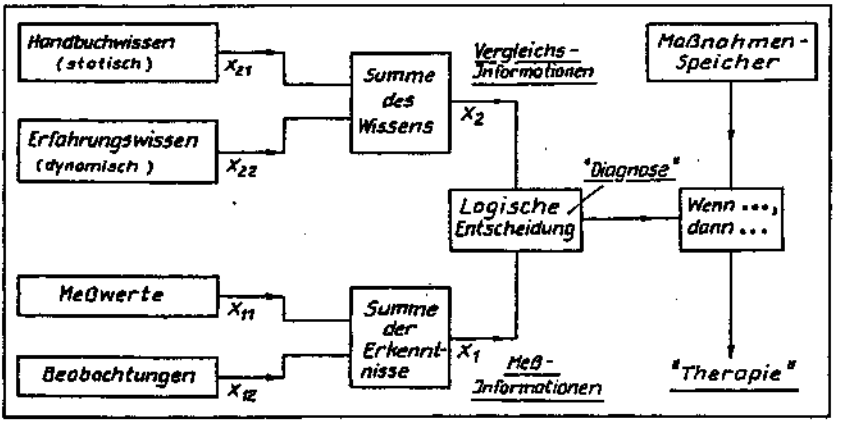


Abb. 13: Schema eines Expertensystems

Logische Verknüpfungen

Bild 13 zeigt das Schema eines Expertensystems als Kombination von mehreren Verbundsystemen. Es wird aus dem Handbuchwissen (statische Aussage) und dem Erfahrungswissen (dynamische Aussage) die problemrelevante Summe des Wissens festgestellt. Desgleichen wird durch ein zweites Verbundsystem aus den vorhandenen Meßwerten (objektive Aussagen) und aus den erfolgten Beobachtungen (subjektive Aussagen) als Prozeßanalyse als Summe der Erkenntnisse festgestellt. Die Summe des vorhandenen Wissens (vergangenheitsbezogen) und die Summe der gewonnenen Erkenntnisse (gegenwarts-bezogen) wird in einem verallgemeinerten Korrelator miteinander verglichen und daraus wird die Diagnose gestellt.

Das vierte Verbundsystem arbeitet als logische Verknüpfung mit den Relationen wenn ..., dann... (Implikation). Aus dem festgestellten Sachverhalt, der Diagnose, wird aus einem Maßnahmespeicher die entsprechende zugeordnete Therapie entnommen.

Die eigentlichen Schwierigkeiten bestehen bei den Experten-Systemen, den Wissenbestand logisch und widerspruchslos zu ordnen und binär zu kodieren. Daher kommen sie nur für einige Wissensgebiete in Frage, z. B. für die Medizin, Geologie, Havarietechnik und Prüfwesen u. a., also jeweils für eine beschränkte *Mikrowelt.* Das Fachgebiet muß stark eingegrenzt werden. Trotzdem stellen Expertensysteme ernst zu nehmende Beispiele für Systeme mit *künstlicher Intelligenz* dar.

Entscheidungsfindung mittels Petrinetzen

Die meisten Aufgaben der Automatisierungstechnik sind dank des Einsatzes der Computer für eindeutige Zielstellungen gelöst worden, für eine *Mono-Optimierung.* Hierbei triumphiert die Rechenelektronik mittels ihrer Programmierung.

Erheblich schwieriger ist die *Poly-Optimierung*, bei der mehrere Optimierungskriterien existieren, die sich oft widersprechen, z. B. der Widerspruch von Kosten und Leistung. Es ist ein alltägliches Problem der Technik.

Carl Adam Petri hat in seiner Dissertation 1961 als Mathematiker ein allgemein gültiges Modell für den Informationsaustausch zwischen Teilsystemen oder Zuständen (!) geschaffen, das seinen Namen trägt: Petrinetze. Es handelt sich hierbei um den Informationsaustausch zwischen gleichberechtigten Partnern, also um den gleichzeitigen Informationsfluß verschiedener Teilprozesse. Es ist dies ein *Kommunikationsnetz ohne eine zentrale Steuerung, ohne einen zentralen Algorithmus.* Ein Anwendungsbeispiel ist das Handelsnetz einer Volkswirtschaft in friedlichen Zeiten. Es wird hier von *Nebenläufigkeit* gesprochen, (engl. concurrency). Das Netz wird reduziert auf eine Menge von *Zuständen* (oder Objekten oder Teilsystemen), die passiv sind und einer Menge von dazwischen geschalteten Informationswandlern. Sie folgen stets wechselseitig aufeinander (Bild 14).

Ein anderes Anwendungsbeispiel ist ein universelles, globales Nachrichtennetz, bei denen jede Teilstation Informationen empfängt und weitergibt. Die graphische Netzdarstellung hat vor einer einfachen Matrizenanordnung den Vorteil, daß man leicht erkennt, welche Teilsysteme (Zustände) voneinander unabhängig sind, sich also nicht beeinflussen können. Das Petrinetz stellt also kein Schritt für Schritt ablaufendes Verfahren dar, das am Ende die Lösung eines einzigen Problems findet. *Die Zielstellung ist hier der möglichst ungestörte Ablauf von mehreren parallel laufenden Prozessen.* Es ist eine

Polyoptimierung, realisiert durch mehrfach ausgesteuerte Verbundsysteme. Es zeigt zugleich die vielseitige Bedeutung des Begriffes *Verbundsystem.*

Ein Petrinetz besteht aus Zuständen (z) und Informationswandlern (i). Einige Zustände sind voneinander unabhängig, hier stark umrandet.

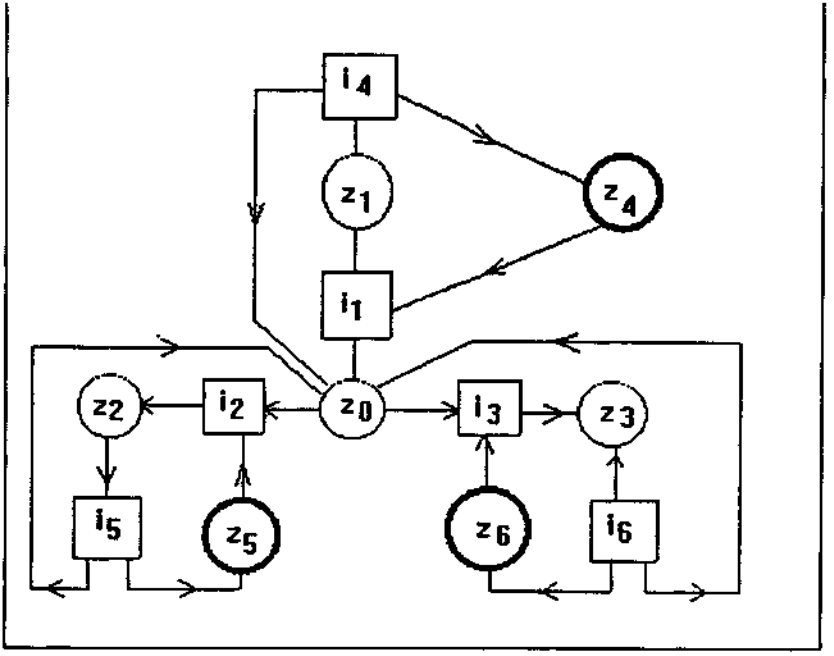


Abb. 14: Schema eines Petrinetzes für dreifachen, voneinander unabhängigen Parallelbetrieb

Die technische Weiterentwicklung ist eindeutig gekennzeichnet durch eine immer weitergehende Anpassung der Modellierung an den tatsächlichen Prozeßablauf und die auftretenden Störungen durch Umwelteinflüsse. Daher sind die Steuerungsbefehle an sich unscharf, bis durch die den Prozeß begleitende Umweltbeobachtung der Eingriff in den Prozeß präzisiert werden kann, wie es jeder Autofahrer erlebt. Das technische Problem ist die Automatisierung dieser Strategie. Dies führt in die Welt unscharfer Systeme.

Zusammenfassung

Es wird gezeigt, daß sich ein doppelt ausgesteuertes System - ein Verbundsystem - sowohl als Modell für zeitlich stationäre und lineare Systeme, d. h.

für LTI-Systeme, als auch für nichtstationäre Systeme eignet. Im letzteren Fall kann man, ausgehend von Verbundsystemen mit multiplikatorischer Verknüpfung, eine Fülle von klassischen Systemen einordnen und charakterisieren. Mit der Erweiterung auf Systeme mit logischer Verknüpfung ergibt sich eine Brücke zur Informatik, die wegen der unterschiedlichen Auffassungen von "Informationsverarbeitung" noch weiter ausbaufähig erscheint.

Insgesamt wurde versucht, altbekannte Dinge einmal unter einem anderen Gesichtswinkel zu betrachten und hierbei auf einige Lücken und Erweiterungsbedarf der klassischen Systemtheorie hinzuweisen. Schon die alten griechischen Philosophen stellten bei der Betrachtung der Welt fest: "Panta rhei" (alles fließt). Dies gilt ganz besonders für die Informationstechnik, die in ununterbrochener Weiterentwicklung begriffen ist.

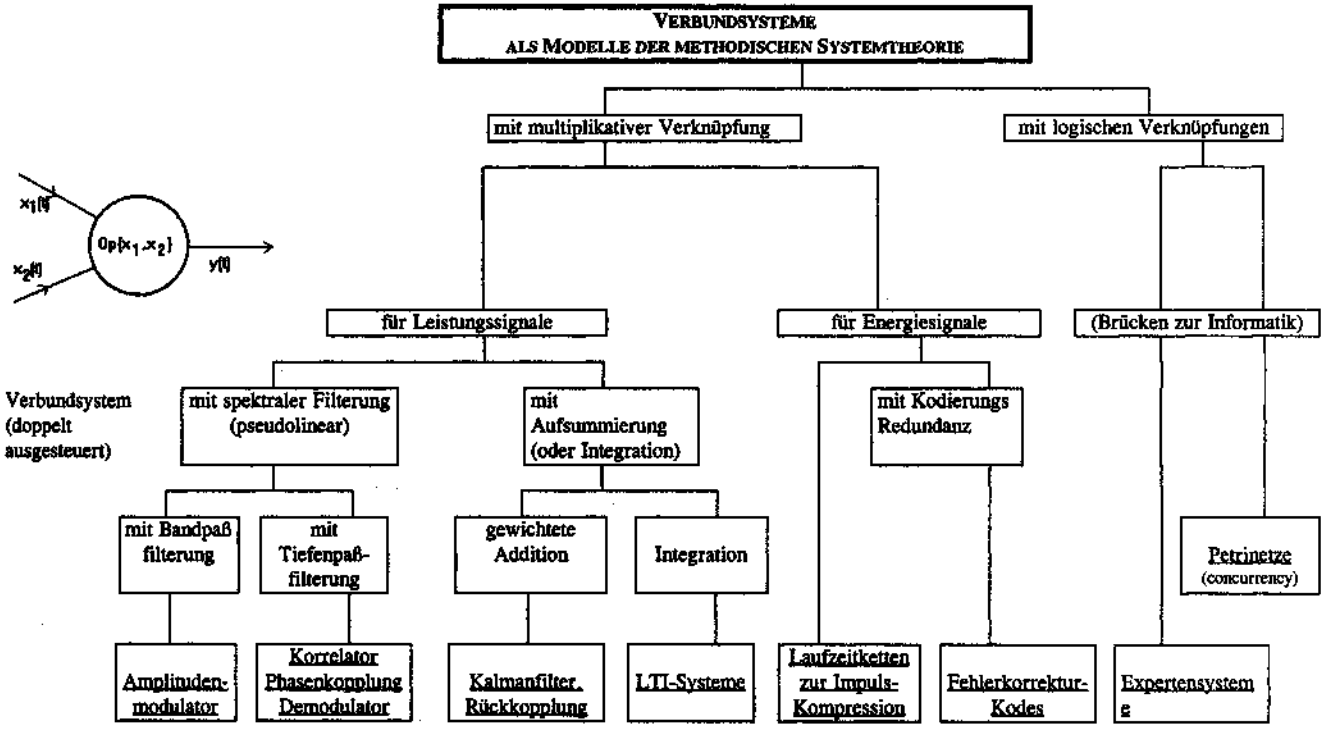
Abschließend sind drei Anlagen beigefügt, die die wichtigsten Überlegungen enthalten.

Anlage 1: Verbundsysteme als Modelle einer methodischen Systemtheorie.

Anlage 2: stellt die Einordnung der Verbundsysteme in die methodische Systemtheorie dar.

Anlage 3: grenzt die Verbundanalyse gegen die klassische Theorie der linearen Systeme ab und charakterisiert den methodischen Unterschied zwischen Informationsübertragung und der Informationsverarbeitung.

Anlage 1

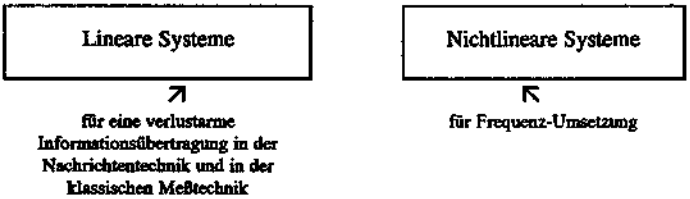


unterstrichen: Typenmuster

Anlage 2

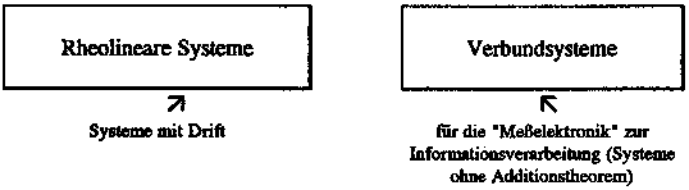
EINORDNUNG DER "VERBUNDSYSTEME" IN DIE METHODISCHE SYSTEMTHEORIE

Einfach ausgesteuerte Systeme (zeitinvariant)



Systeme mit Additionstheoren: Linearität auch am Eingang (Sensoren zur Informationsgewinnung und am Ausgang (Informationsabgabe durch Instrumente u. a.)

Doppelt ausgesteuerte Systeme (zeitvariant)

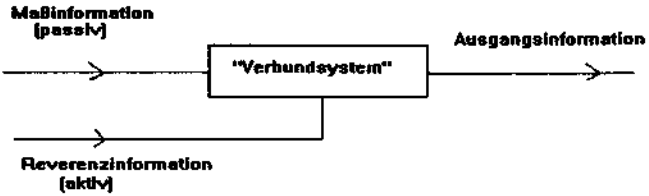


Die Verbundsysteme stellen die logische**Weiterentwicklung der rheolinearen Systeme** (der driftenden Systeme) dar.

Unterschied:

Bei den **Verbundsystemen** überlappen sich das Nutzsignalspektrum und das Störsignalspektrum, bei den rheolinearen Systemen dagegen nicht.

Schema der Informationsverarbeitung in der "Meßelektronik"



Anlage 3

Abgrenzung der Verbundanalyse gegen die klassische Theorie der Linearen Systeme

Aufgabe:	Informationsverarbeitung statt Informationsübertragung
Technik:	Meßelektronik statt Nachrichtentechnik
Prinzip:	Ungültigkeit des Additionstheorems, Auftreten von Wechselwirkungen zwischen additiven Komponenten
Optimierung:	Meßgenauigkeit oder Empfindlichkeit (soweit notwendig), Informationsverlust zulässig
Verknüpfungsrelationen:	im Zeitbereich algebraische Multiplikation, im Spektralbereich Faltungsprodukt
Modellierung:	Zeitfunktionsmultiplikator für zeitvariante Proportionalität!
Charakterisierung:	Aussagen über die Eingangssignale für die Meßinformation (informatorisch passiv) und für die Referenzinformation (informatorisch aktiv) und über die Verknüpfungsrelation
Entwicklungs-perspektiven	a) Anwendung von nichtspektralen Bildbereichen, speziell für binärwertige Energiesignale (z. B. mit Polynommultiplikation), b) Anwendung von logischen Verknüpfungen mit Brücken zur Informatik (Expertensysteme), c) Anwendung auf Differentialgleichungen mit zeitvarianten Koeffizienten

Bernhard Graefrath

Die „Neue Weltordnung" und die UNO

Vortrag, gehalten im Plenum der Leibniz-Sozietät am 17. März 1994[1]

1. Mit Beginn der 90er Jahre ist für die Menschheit eine neue Situation entstanden, jedenfalls unübersehbar geworden. Das Scheitern des sozialistischen Versuchs in den europäischen Ländern, insbesondere die Auflösung der Sowjetunion, haben zu einer tiefgreifenden Veränderung der internationalen Lage geführt. Sie wird häufig einfach dadurch umschrieben, daß man vom Verschwinden des „Kalten Krieges" oder der Zeit nach dem „Kalten Krieg" spricht. Es handelt sich aber um mehr als das Ende des „Kalten Krieges", die Beendigung eines Gleichgewichts nuklearer Bedrohung oder das Ende der Nachkriegszeit. All das sind rein negative Aussagen; sie sind unzureichend und wenig hilfreich, die neuen Elemente der internationalen Lage zu erfassen. Bush hat von einer „Neuen Weltordnung" gesprochen, andere ziehen vor, von einer „Neuen Weltunordnung" zu sprechen. Aber auch das sind keine Definitionen, die etwas aussagen. Der Slogan von der „Neuen Weltordnung" besagt im Grunde nur, daß wir es zur Zeit mit einer Ordnung zu tun haben, die unter der eindeutigen Vorherrschaft der USA steht. Die andere Variante deutet wenigstens an, daß das nicht einmal Ordnung im Sinne der Sicherung friedlicher Beziehungen zwischen den Völkern bedeutet.

2. Die verbreitete Vorstellung, daß das Ende des „Kalten Krieges" automatisch ein Mehr an Frieden oder Sicherheit bedeutet, war außerordentlich oberflächlich und hat sich bereits als falsch erwiesen. Das konnte nicht überraschen. Schließlich war in der Zeit vor dem sozialistischen Experiment der Krieg ein Normalzustand in den internationalen Beziehungen und dementsprechend in der herrschenden Lehre vom Völkerrecht. Er wurde als von Gott gewollt, als heilsam und gut bezeichnet. Es gab Regeln, wie man ihn zu beginnen, zu führen, zu beenden und wie man sich gegenüber nicht am Krieg beteiligten Mächten zu verhalten habe. Ein Verbot des Krieges oder der Intervention gab es nicht. Demzufolge gab es auch keine Verantwortlichkeit für die Entfesselung eines Krieges oder die gewaltsame Intervention. Die Annexion war ein normales Institut des Völkerrechts, die Völker waren nicht Subjekte mit Selbstbestimmungsrecht, sondern Objekt kolonialer Eroberung und Ausbeutung. Das Völkerrecht dieser Zeit war im Grunde „ein Herr-

[1] für die Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät überarbeitete Fassung des Vortrags

schaftsrecht der 'zivilisierten' über die nichteuropäischen Staaten". Zur Zeit besteht durchaus die Gefahr, daß es in einen ähnlichen Zustand zurückfällt.

3. Die Existenz der sozialistischen Staaten hat immerhin wesentlich dazu beigetragen, daß das Gewaltverbot als Grundprinzip des Völkerrechts verkündet und nach dem II. Weltkrieg auch als grundlegende Norm eingeführt wurde. Von gleicher Tragweite ist die Einführung und schrittweise Durchsetzung des Selbstbestimmungsrechts der Völker als internationaler Norm. Jedoch waren die sozialistischen Staaten zu keiner Zeit in der Lage, wenigstens in einem Teil der Welt eine sozialistische Weltordnung zu begründen, die sich von den Gesetzen des kapitalistischen Marktes befreit hätte. Ich lasse dahingestellt, ob sie das wollten, dafür wenigstens eine Konzeption hatten und ob es überhaupt möglich gewesen wäre. Trotzdem aber hat ihre Existenz und ihre Orientierung auf das Recht der Völker zu wesentlichen Veränderungen in den internationalen Beziehungen und im Völkerrecht geführt, die die sozialistischen Staaten überdauert haben. Diese - und ich gebrauche das Wort absichtlich - Errungenschaften in der Entwicklung des Völkerrechts gilt es zu verteidigen und weiterzuentwickeln. Ich hatte 1967 Gelegenheit, vor einem ähnlichen Gremium, der Klasse für Philosophie, Geschichte, Staats-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der Deutschen Akademie der Wissenschaften, zu diesem Thema zu sprechen und die Bedeutung der grundlegenden Prinzipien im gegenwärtigen Völkerrecht herauszuarbeiten.

4. Warum das Verschwinden der europäischen sozialistischen Staaten oder die Wiederherstellung der Alleinherrschaft kapitalistischer Verhältnisse in Europa als Beitrag zur Stärkung des Friedens verstanden werden soll, ist im Grunde nicht nachvollziehbar. Eine solche Vorstellung ist gewissermaßen ein Fortdenken in den Kategorien des "Kalten Krieges". Tatsächlich sind die großen europäischen Kriege ebenso wie die Minderheitenprobleme, die heute wieder so sehr in den Vordergrund treten, entweder vor dem sozialistischen Experiment oder trotz der Existenz der Sowjetunion entstanden. Sie sind Begleiterscheinungen der Entwicklung und Durchsetzung der bürgerlichen Gesellschaft, der Zerstörung traditioneller Bindungen. Ich halte es für wichtig, daran zu erinnern, daß der Sozialismus in Europa als Versuch verstanden werden kann, eben solche Zustände zu überwinden, die zu Massenelend, kolonialer Unterdrückung und Krieg geführt hatten. Seine historische Motivation und Dynamik wird völlig entstellt, wenn man die jetzigen Zustände, die zu einem erheblichen Teil ein Wiederaufleben des Alten sind, dem gescheiterten Versuch anlastet, eine sozialistische Alternative zu schaffen. Wahr ist allerdings, daß es mit dem sozialistischen Ansatz nicht gelungen ist, die menschenunwürdigen Zustände zu beseitigen. Das bedeutet aber gerade, daß das Bedürfnis für eine Alternative nicht aus der Welt ist.

5. Das Problem liegt offenbar gerade darin, daß die „Neue Weltordnung" keine neue Ordnung ist. Neu ist die Situation, aber nicht das Ordnungssystem, mit dem die Menschheit versucht, sie zu meistern. Es gibt einen dramatischen Widerspruch zwischen der Größe und Komplexität der globalen Probleme, vor denen die Menschheit steht, und der Dürftigkeit und Unterentwicklung ihrer politischen Organisationsform.

Die Situation wird gekennzeichnet durch den Wegfall einer - wenn auch illusionistischen - Alternativordnung, gewaltige Veränderungen im wissenschaftlich-technischen Bereich und das Fortbestehen völkerrechtlicher Prinzipien und Regeln, für deren Einführung und Durchsetzung die sozialistischen Staaten nachhaltig gewirkt haben. In dieser Situation treten die USA dank ihres militärischen, ökonomischen und wissenschaftlichen Übergewichts als Hegemonial- und Führungsmacht auf. Daß das keine Friedensgarantie ist, haben die militärischen Aktionen gegen Grenada, Panama, den Irak, Somalia und Libyen zur Genüge bewiesen.

Zu den bedeutsamen Veränderungen gegenüber der vorsozialistischen Zeit gehören der Zusammenbruch des Kolonialismus und die Entstehung neuer politischer und ökonomischer Machtkonstellationen in Asien und Europa. Dazu gehören aber auch tiefgreifende Veränderungen im System der Kommunikation, in den wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten, eine extreme Polarisierung von Arm und Reich, bevölkerungspolitische Probleme und Migrationen, die größer sind als je zuvor. Zugleich ist die gegenseitige Abhängigkeit in dieser Welt unvergleichlich größer und auch sichtbarer geworden, woraus sich eine Vielzahl, im einzelnen sehr unterschiedlicher Konsequenzen ergeben.

Eine prinzipiell neue Lage aber ist für die Menschheit dadurch eingetreten, daß die Vernichtbarkeit des Planeten durch den Menschen zu einer realen Gefahr angewachsen ist. Sie geht nicht nur von der beispiellosen Anhäufung von Massenvernichtungswaffen und der Anfälligkeit für kriminelle Anschläge aus. Schwerwiegender und qualitativ neu ist, daß zum ersten Mal in der Geschichte der Menschheit die ökologischen und sozialen Gefahren, die von ihrer Produktionsweise ausgehen, bedrohlicher geworden sind als die militärischen. Diese Aussage soll nicht die Gefahren verniedlichen, die mit einem Kernwaffenkrieg verbunden wären. Aber da man sich über Konsequenzen eines Nuklearkrieges ziemlich im klaren ist, ist die Gefahr, die mit der Möglichkeit eines solchen Krieges für den Fortbestand der Menschheit verbunden ist, wahrscheinlich nicht größer als Gefahren, die durch die Gentechnik oder eine andauernde unkontrollierte Umweltbelastung durch menschliche Aktivitäten hervorgerufen werden, die im Prinzip nur den Gesetzen des kapitalistischen Wirtschaftssystems gehorchen.

Durch dieses Bedrohungsszenario, das im Grunde darin besteht, daß einfach so weitergewurstelt wird wie bisher, hat sich der Inhalt des Begriffs "internationale Sicherheit" grundlegend verändert. Er hat völlig neue Dimensionen angenommen. Anders ausgedrückt, selbst mit der Realisierung des völkerrechtlichen Gewaltverbots, wovon wir noch immer weit entfernt sind, ließe sich unter den gegebenen Bedingungen der Fortbestand der Menschheit nicht sichern. Die übermäßige Konzentration auf militärische Fragen im Zusammenhang mit der Friedenssicherung wird den entscheidenden Fragen einer zukünftigen Sicherung des Überlebens der Menschheit nicht gerecht. Heute sind deutlicher als je zuvor die ökologischen und sozialen Probleme erkennbar, vor denen die Menschheit steht. Sie markieren nachdrücklich die Grenzen eines Systems, das im ideologisch-politischen Bereich und seinen Rechtsvorstellungen auf der Gleichberechtigung der Menschen, Völker und Staaten aufbaut, im ökonomischen Bereich aber den Markt mit seinen Gesetzen und damit das Recht des Stärkeren auf den Thron hebt. Damit stehen eben völlig neue Fragen der internationalen Sicherheit.

Zugleich zeichnet sich eine grundsätzliche Bedrohung der Menschenrechte ab. Indem sich die moderne bürgerliche Gesellschaft als Zweidrittelgesellschaft versteht, nimmt sie faktisch Abschied von der Gleichberechtigung der Menschen, der Grundlage aller Menschenrechtskonzeptionen.

6. Im internationalen Rahmen führt die unbeschränkte Macht des Marktes und die dominierende Rolle des ökonomisch und militärisch Stärksten zu Bemühungen, das mühselig institutionalisierte Gewalt- und Interventionsverbot des geltenden Völkerrechts auszuhöhlen und die bestehenden globalen Organisationen dem Kommando nationaler oder partieller Interessen, selbst anonymer ökonomischer Kräfte unterzuordnen. Die intensiven Versuche, die humanitäre Intervention zu rechtfertigen und das Selbstbestimmungsrecht der Völker von der Zustimmung bestimmter Mächte abhängig zu machen, sind dafür hervorstechende Beispiele. Bekannte Formen imperialistischer Großmachtpolitik lassen sich unschwer erkennen.

Die Befreiung von den Fesseln des Kolonialismus hat den Völkern zwar eine politische Unabhängigkeit gebracht, zur Gründung eigener Staaten geführt und die Herstellung einer äußeren Gleichberechtigung erlaubt, sie hat ihnen aber nicht gestattet, sich aus der ökonomischen Zwangsjacke zu lösen, die ihnen durch das internationale Wirtschaftssystem angelegt ist. Sie sehen ihre politische Unabhängigkeit durch eine ökonomische Abhängigkeit unterlaufen, die ihnen keinen Raum zur Entwicklung läßt und viele Regierungen von Entwicklungsländern zu bloßen Schuldeneintreibern der Industrieländer und der Banken degradiert. Die formale Gleichberechtigung ökonomisch Unglei-

cher erweist sich für den einzelnen Menschen wie für die Völker als Zementierung der materiellen Ungleichheit.

Was im nationalen Rahmen als Zweidrittelgesellschaft beschrieben wird und international kaum eine Einviertelgesellschaft ist, bedeutet praktisch den Verzicht auf die Universalität der Menschenrechte, von der jedoch ständig die Rede ist. Das Konzept der Menschenrechte als einer Einheit von politischen und Bürgerrechten mit wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Rechten, das auf der Gleichberechtigung und der Gleichwertigkeit des Menschen beruht, ist für den Fortbestand der Menschheit unverzichtbar, aber es ist unvereinbar mit einem Gesellschaftsmodell, bei dem für Milliarden Menschen, für ganze Völker der, gleichberechtigte Genuß der Menschenrechte abgeschrieben oder unmöglich gemacht wird.

7. Wie so oft in der Geschichte begegnen die Völker der Bedrohung mit der Artikulierung von Rechtsforderungen, heute mit der Proklamation und dem Kampf um das Recht auf Entwicklung. Das Recht auf Entwicklung als Recht zum Überleben wurde als gesondertes Recht aus der Summe der Menschenrechte und dem Selbstbestimmungsrecht der Völker herausgefiltert. Nach der Erringung der politischen Unabhängigkeit stellt es sich als der zweite Schritt auf dem Wege der Völker zur Selbstbestimmung dar.

Das Recht auf Entwicklung wurde 1986 in Form einer Deklaration der UN-Generalversammlung verkündet, nachdem deutlich geworden war, daß unter den gegebenen gesellschaftlichen Bedingungen mit dem formalen Prinzip der Gleichberechtigung weder das Überleben einzelner Menschen noch einer Vielzahl von Völkern rechtlich abgesichert werden kann. Die Besonderheit des Rechts auf Entwicklung besteht darin, daß es von Anfang an konzeptionell das prokruste Bett landläufiger juristischer Dogmatik sprengt. Es läßt sich nicht dem einen oder anderen Rechtszweig zuordnen, aber auch nicht auf Naturrecht reduzieren. Es spricht Individuen, Staaten und Völker gleichermaßen als Subjekte an, bewegt sich ungehemmt im Völker- wie im Staatsrecht, unterscheidet nicht zwischen politischen und sozialen Rechten, stellt Teilhabe- und Abwehrrechte auf eine Stufe, unterstellt die ansonsten viel umstrittene Drittwirkung von Menschenrechten mit großer Selbstverständlichkeit, und es beschränkt sich nicht auf die Verkündung von Rechten, sondern benennt sogleich auch die Träger der korrespondierenden Pflichten.

Die Forderung nach einem Recht auf Entwicklung wurde in unmittelbare Verbindung mit dem Verlangen nach einer Neuen Internationalen Wirtschaftsordnung gebracht, für die in der Deklaration über die Entwicklung einer Neuen Internationalen Wirtschaftsordnung und der Charta der Ökonomischen Rechte und Pflichten der Staaten programmatische Vorstellungen

entwickelt wurden. Ihre Verwirklichung ist - auch das steht seit dem Beginn der 90iger Jahre fest - an den Gesetzen, die den Weltmarkt regieren, gescheitert.

Das Recht auf Entwicklung aber hat überlebt, seine Bedeutung ist eher noch gewachsen. Es trägt wesentlich dazu bei, den Widerspruch bewußt zu machen, der zwischen dem Grundsatz der Gleichberechtigung der Völker und der Tatsache besteht, daß unsere Welt nicht überleben würde, wenn die Völker der sogenannten Entwicklungsländer das Recht für sich in Anspruch nähmen, pro Kopf soviel Energie, Wasser oder Luft zu verbrauchen oder Abfall zu produzieren wie die entwickelten Industrieländer. Im Grunde hängt das Überleben der europäischen Gesellschaft, der Fortbestand des Reichtums der Industrieländer davon ab, daß sie eine solche Entwicklung nicht zulassen. Sie stehen sogar vor dem Problem, sich gegen die Zuwanderung von Menschen abzuschotten, die ihr Recht auf Entwicklung in ihren Heimatländern nicht gewährleistet sehen. Mit zunehmender struktureller Arbeitslosigkeit und systematischer dauerhafter Schädigung der Umwelt in und durch die Produktionsweise in den hochindustrialisierten Ländern gewinnt das Recht auf Entwicklung auch für die Menschen in den Industrieländern immer größere praktische Bedeutung.

Unter diesen Bedingungen wird der Begriff „Neue Weltordnung" von den Beteiligten bzw. Betroffenen höchst unterschiedlich interpretiert. Während einige darunter Autorisierung ihrer Vormachtstellung und Abbau rechtlicher Schranken verstehen, die der Ausübung ihrer Herrschaft entgegenstehen, versuchen die Betroffenen und die kleineren Länder eine Verbesserung der internationalen Ordnung zur Sicherung des Überlebens der Menschheit durch den Ausbau rechtlicher Regelungen und die Stärkung der Stellung internationaler Organisationen herbeizuführen. Es sind die Schwachen, die den Kampf ums Recht führen, in der Hoffnung, es als Mittel zur Erzwingung bzw. Wahrung ihrer Gleichberechtigung und zum Schutz ihrer Überlebenschancen zu instrumentalisieren. Die Tragik ihrer Situation besteht darin, daß ihre Position durch das Verschwinden der sozialistischen Staaten in Europa nicht stärker sondern schwächer geworden ist.

8. Die veränderte internationale Situation hat natürlich gerade auch für das internationale Recht und die internationalen Organisationen neue Fragen aufgeworfen. Organisationen, die im Grunde Produkte des „Kalten Krieges" waren oder zu Instrumenten des „Kalten Krieges" umfunktioniert wurden wie die NATO und die KSZE, sind im wesentlichen überflüssig geworden und kämpfen mühselig ums Überleben. Sie versuchen fieberhaft, ihre Existenzberechtigung mit neuen Konzepten oder Institutionen nachzuweisen, passen aber ohne programmatische Veränderung nicht mehr in die Landschaft. Or-

ganisationen wie die Europäische Union und der Europarat haben große Schwierigkeiten, den europäischen Integrationsprozeß als gesamteuropäisches Phänomen zu bewältigen, das in der Lage wäre, auch kleineren und ärmeren Ländern eine Existenzmöglichkeit zu sichern, die Minderheitenprobleme in Europa in Grenzen zu halten und Länder aufzufangen, die aus dem Zerfallsprozeß der Sowjetunion und Jugoslawiens hervorgegangen sind. Sie bleiben eben im Grunde ein überdimensioniertes Kartell, das den Marktgesetzen gehorcht, ohne den Bedürfnissen der Völker gerecht zu werden oder ihnen rechtliche Gestalt geben zu können. Deshalb hat Frau Thatcher durchaus recht, wenn sie die Gefahr sieht, daß aus der Integration Europas so etwas wie die „Neuordnung Europas" wird, ein Begriff, der in der jüngeren deutschen Geschichte schon einmal eine verhängnisvolle Rolle gespielt hat. Auch die UNO, als die umfassendste internationale Organisation, in deren Charta sich die derzeitige Verfassung der internationalen Gemeinschaft widerspiegelt, ist von den tiefgreifenden Veränderungen der internationalen Situation betroffen. Jedoch bleibt sie in ihren Reformvorstellungen, die natürlich von den Interessen der sie beherrschenden Staaten geprägt sind, weit hinter den Anforderungen der Zeit zurück.

9. Die Vereinten Nationen sind ein auf die Friedenssicherung gerichteter Bund souveräner Staaten. Hervorgegangen aus der Einheitsfront gegen den Faschismus, wird das System der UN charakterisiert durch ein Bündel von internationalen Rechtsprinzipien, die auf der Gleichberechtigung der Völker und Staaten aufbauen und auf dem Gewaltverbot sowie der Pflicht zur friedlichen Streitbeilegung eine Pflicht zur friedlichen internationalen Zusammenarbeit etablieren. Der Durchsetzungsmechanismus für diese Ordnung beruht einerseits auf freiwilliger Kooperation der Staaten und andererseits auf der Möglichkeit von Zwangsmaßnahmen, die der Sicherheitsrat zur Wahrung oder Wiederherstellung des Friedens anordnen kann, wenn seine ständigen Mitglieder einstimmig sind. Man muß sich fragen, inwieweit der Prinzipienkatalog ausreicht, um der heutigen internationalen Situation gerecht zu werden, und ob die Organisationsstruktur, die verbindliche Entscheidungen nur zur Wahrung des Weltfriedens gestattet und dazu alle Macht in die Hände des Sicherheitsrates legt, den Anforderungen genügt bzw. welche Defizite sie aufweist.

Das Problem des geltenden Prinzipienkatalogs - mit dem die Grundnormen für die internationalen Beziehungen umschrieben werden - besteht darin, daß er sich damit begnügt, auf der formalen Gleichberechtigung zwischen ökonomisch ungleichen Staaten aufzubauen, das Gewalt- und Interventionsverbot im wesentlichen auf militärische Eingriffe begrenzt, die ökonomische Gewalt und Umweltbeeinträchtigung überhaupt nicht erfaßt. Zwar enthält

schon der derzeitige Katalog eine Pflicht zur friedlichen Zusammenarbeit, jedoch wird die Kooperationspflicht nicht näher definiert. Sie wird vor allem nicht durch Parameter bestimmt, die für die Gewährleistung des Rechts auf Entwicklung und das Überleben der Menschheit von entscheidender Bedeutung sind.

10. Die derzeitigen Reformdiskussionen in der und um die UN gehen an diesen zentralen Fragen völlig vorbei. Sie beschränken sich auf die Geltendmachung politischer Ansprüche innerhalb der bestehenden Struktur. Verschiedene Mächte streben nach einem ständigen Sitz im Sicherheitsrat. Die Diskussion konzentriert sich auf Fragen der Zusammensetzung und Größe des Sicherheitsrates nicht aber auf die inhaltlichen Fragen, die zur Gewährleistung der Sicherheit der Menschheit gelöst werden müssen. Typisch ist, daß die Ansprüche auf einen Sitz im Sicherheitsrat aus wirtschaftlicher Macht abgeleitet werden, ohne daß die wirtschaftliche Macht selbst zum Thema einer völkerrechtlichen Prinzipiendiskussion wird. Im Grunde beschränkt man sich darauf, gestützt auf die wirtschaftliche Macht, eine Sonderstellung bei den politischen Entscheidungen über militärische und andere Zwangsmaßnahmen zu fordern, obgleich das auf eine rechtliche Institutionalisierung der ökonomischen Ungleichheit hinausläuft.

Unter den gegenwärtigen Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Entwicklung, der Alleinexistenz des kapitalistischen Marktes und der nationalstaatlichen Organisation der Völker ist es aber für die Zukunft der Völker von entscheidender Bedeutung, daß Mechanismen entwickelt werden, die verhindern, daß ökonomische Macht zu rechtlicher Privilegierung führt und unmittelbar in politisch-militärische Machtausübung umgesetzt werden kann. Es käme darauf an, sie in völkerrechtliche Verpflichtungen einzubinden, und sei es nur, um zu verhindern, daß die Überlebensfähigkeit der Menschheit weiter unterminiert wird. Die Umweltkonferenz der UN in Rio de Janeiro hat dazu einen Ansatz geliefert, aber auch gezeigt, wie schwierig es ist, mit Argumenten der Vernunft gegen die Macht des Kapitals anzurennen. Die Uruguay-Runde des Gatt, die nun glücklich zu Ende gebracht wurde, beschränkt sich dagegen auf die weitere Entfaltung des Freihandels. Sie bewältigt nicht einmal das Thema von gestern und ist noch weit von den Fragen entfernt, vor denen die Entwicklungsländer seit einiger Zeit stehen und mit denen heute und morgen im Grunde die ganze Menschheit konfrontiert ist.

11. Kant hat in seinem philosophischen Entwurf „Zum ewigen Frieden" vor nahezu 200 Jahren im Prozeß der Gewährleistung des Friedens zwischen Präliminarartikeln und Definitivartikeln unterschieden. Es scheint, daß wir noch immer tief in den Präliminarien stecken. Sein zweiter Definitivartikel, demzufolge das Völkerrecht auf eine Föderation freier Staaten gegründet sein

soll, ging konzeptionell weit über einen Bund zur militärischen Friedenssicherung hinaus. Ein im wesentlichen auf die Abwehr des Krieges beschränktes Völkerrecht war für ihn nur „das negative Surrogat" einer civitas gentium, die für die Gewährleistung eines ewigen Friedens als notwendig erachtet wurde. Ich will auf diesen Aspekt nur hinweisen, um zu unterstreichen, wie unzureichend für ein Reformkonzept der UNO schon vom Ansatz her, erst recht unter den heutigen Bedingungen, eine bloße Orientierung auf Verbesserungen im militärischen Bereich der UNO ist. Solche Erwägungen stehen jedoch im Mittelpunkt der Diskussion, und schon jetzt sind die Ausgaben der UNO für sogenannte "friedenserhaltende Maßnahmen" größer als das gesamte Budget der UNO, das sich auf 1,3 Milliarden Dollar beläuft. So irreal unter den gegebenen Bedingungen die Vorstellung einer Weltregierung ist, so bedenklich schon die Funktion eines Weltpolizisten erscheint, solange sie praktisch von einer Supermacht wahrgenommen oder kommandiert wird, so notwendig erscheint andererseits eine Stärkung der demokratischen Legitimation der Organisation, ihrer legislativen Aufgaben und Möglichkeiten sowie eine Erweiterung von Kontrollrechten in sorgfältig definierten Bereichen, die für das Überleben der Menschheit wichtig sind. Die Alternative zum derzeitigen Zustand ist nicht Abbau von Souveränität der Mitgliedstaaten zugunsten von Interventionsrechten einer weitgehend pseudomultilateralen Institution, sondern Bindung der Souveränität der Staaten an Kooperationspflichten in weltweit bedeutsamen Bereichen und Sicherung eines kollektiven Entscheidungsprozesses, in dem die Interessen der Völker zur Geltung kommen.

12. Demgegenüber hat die UNO in den letzten Jahren unter dem Einfluß der USA einen Weg eingeschlagen, der für sie selbst wie für die Menschheit eher gefährlich ist. Der Wegfall des „Kalten Krieges" hat nicht- wie manche geglaubt und auch verkündet haben - dazu geführt, daß die UNO endlich die ihr von den Gründern zugedachte Rolle spielen kann. Ganz abgesehen davon, daß das heute für die Gewährleistung der internationalen Sicherheit nicht reichen würde. Es stellt sich heraus, daß dieser Mechanismus nicht sehr geeignet ist, in einer - wenn auch vorübergehenden - unipolaren Situation die internationale Kooperation auf der Grundlage der souveränen Gleichheit seiner Mitgliedstaaten zu organisieren.

Seit 1990 sind wir Zeugen einer Gratwanderung des Sicherheitsrates zwischen Rechtsanwendung und Rechtsanmaßung, Sie wird besonders in seinen Sanktionsbeschlüssen deutlich. Offenkundig wird, wie wenig das Sicherheitssystem der UN-Charta der derzeitigen internationalen Situation, in der die USA unverhohlen einen Führungsanspruch geltend machen und durchsetzen, gewachsen ist und wie leicht es für die Interessen einer dominierenden Macht instrumentalisiert werden kann.

Zu den fragwürdigen Beschlüssen des Sicherheitsrates gehört z.B. die „Autorisierung" der Aktion Wüstensturm (Res. 678 (1990)), durch die Kuweit und seine Verbündeten ermächtigt wurden, neben den UN-Sanktionen unter eigener Kontrolle Waffengewalt zur Beendigung der Okkupation Kuweits einzusetzen. Ein anderes Beispiel sind die Resolutionen 731 (1992) und 748 (1992), mit denen Libyen zur Auslieferung eigener Staatsbürger an die USA oder Großbritannien und zur Zahlung von Schadenersatz gezwungen und gleichzeitig eine Entscheidung des Internationalen Gerichtshofes aufgrund der Montrealer Konvention abgewendet werden sollte.

Auch die Resolutionen 687 (1991) und 692 (1991) markieren diese Gratwanderung. Mit ihnen wurde über den Irak eine Zwangsverwaltung verhängt und das Embargo, das zur Befreiung Kuweits von irakischer Okkupation angeordnet und gerechtfertigt war, auf die Erzwingung der Bezahlung von Reparationen und anderen Auslandsschulden angewandt, wofür es in der Charta keine Rechtsgrundlage gibt.

Zu den problematischen Resolutionen gehört auch die Resolution 794(1992) mit der der Sicherheitsrat den Generalsekretär und mit ihm zusammenarbeitende Mitgliedstaaten autorisierte, alle notwendigen Mittel anzuwenden, um sobald wie möglich „a secure environment for humanitarian relief actions in Somalia" herzustellen. Dieses delphische Mandat hat letztendlich schnell dazu beigetragen, die Blauhelme in eine Besatzungsgewalt ausübende Polizeitruppe umzufunktionieren, die den Tod zahlreicher Somalier und UN Soldaten verursachte. Das aber bewog den Sicherheitsrat lediglich dazu, die Sache weiter zu eskalieren und den Generalsekretär durch die Resolution 837 (1993) zu bevollmächtigen, alle notwendig erscheinenden Maßnahmen zur Strafverfolgung der Schuldigen, einschließlich ihrer Festnahme, Inhaftierung und Bestrafung zu ergreifen. Der Versuch, dieses Konzept mit Hilfe amerikanischer Rangers umzusetzen, hatte bekanntlich weitere Todesopfer unter der Zivilbevölkerung zur Folge. Er ist erst kürzlich aufgegeben worden.

Auch die Resolutionen 808 (1993) und 827(1993), mit denen der Sicherheitsrat die Errichtung eines Sondergerichts für Jugoslawien als Hilfsorgan des Sicherheitsrates beschlossen hat, werfen die Frage auf, ob der Sicherheitsrat im Rahmen seiner durch die Charta definierten Vollmachten handelt oder sich Rechte anmaßt, die ihm von den Staaten nicht übertragen wurden. Es dürfte nicht einfach sein zu erklären, woher der Sicherheitsrat Strafhoheit über Personen nimmt, wenn die UN keinerlei Personalhoheit haben. Grundsätzliche Fragen werden auch durch die umfangreichen "legislativen" Aktionen des Sicherheitsrates aufgeworfen, die z. B. in den Resolutionen 687 (1991), der Regelung von Reparationsansprüchen, und 827 (1993), der Kodi-

fikation von internationalen Straftatbeständen, enthalten sind und für die es keine Rechtsgrundlage in der Charta gibt.

Es ist kein Geheimnis, daß in den letzten Jahren im Sicherheitsrat nur noch Beschlüsse angenommen werden, die zuvor in geheimen Konsultationen zwischen den USA, Großbritannien und Frankreich ausgehandelt worden sind. Inzwischen übersteigt die Zahl der geheimen Konsultationen, über die es zwar statistische Angaben aber keine Protokolle gibt, die Zahl der öffentlichen Sitzungen. Die offiziellen Sitzungen des Sicherheitsrates sind geradezu zu einem formalen Abstimmungszeremoniell verkommen, das in den Bahnen abläuft, die in den geheimen Konsultationen festgelegt worden sind. Damit wird einer der elementaren Verfahrensgrundsätze, der selbst in der dürftigen Verfahrensordnung des Sicherheitsrates steht, nämlich daß der Betroffene gehört werden muß, praktisch verletzt und über Krieg und Frieden hinter verschlossenen Türen von einer Oligarchie ohne demokratische Kontrolle entschieden.

Die Tatsache, daß unter den gegenwärtigen Bedingungen das an sich fragwürdige Vetorecht der ständigen Mitglieder jegliche Schutzfunktion für die kleinen Staaten verloren hat und die UN immer mehr zum Instrument der USA-Außenpolitik werden, beunruhigt viele Staaten. Man sucht nach Wegen, sich gegen willkürliche Entscheidungen des Sicherheitsrates zu schützen, zumindest seiner Omnipotenz, die erst unter den gegenwärtigen Bedingungen sichtbar wird, Schranken zu setzen.

13. An sich wäre es gerade jetzt angesichts der Vielfalt internationaler Konflikte und zur Bewältigung der globalen Aufgaben notwendig, die Verbindlichkeit der UN-Beschlüsse sowie die Aktionsfähigkeit der UN- Organe, insbesondere des Sicherheitsrates zu stärken. Das setzt jedoch voraus, daß die Handlungen der UN-Organe nachdrücklich an die Respektierung der Charta und der jeweiligen völkerrechtlichen Regeln gebunden sind und einer effektiven Kontrolle unterliegen. Je mehr Macht einem Organ übertragen wird oder zuwächst, um so dringlicher ist es sicherzustellen, daß diese Macht auch nur „im Rahmen der Gesetze" ausgeübt wird. Im System der UN aber fehlt jegliche Kontrolle über die Tätigkeit des Sicherheitsrates.

Es gibt kein Organ, das generell die Legitimität der Beschlüsse des Sicherheitsrates kontrollieren kann. Der Bericht des Sicherheitsrates an die Generalversammlung ist bislang wie eine Formalie behandelt worden, hat jedenfalls nie zu einer inhaltlichen Diskussion oder Kritik der Arbeit des Sicherheitsrates geführt. Der Internationale Gerichtshof ist zwar das Hauptorgan der Rechtsprechung der Vereinten Nationen, hat jedoch keine generelle Befugnis, Beschlüsse des Sicherheitsrates oder anderer UN-Organe auf ihre

Verfassungsmäßigkeit zu prüfen. Allerdings kann der Gerichtshof in eine solche Situation kommen, wenn diese Problematik im Rahmen eines Rechtsstreites zwischen Staaten auftritt oder seine Zuständigkeit durch die Anforderung eines Gutachtens begründet ist. Selbst wenn in solchen Fällen der Internationale Gerichtshof die Legitimität von Entscheidungen des Sicherheitsrates kontrollieren würde, so könnte das den Wegfall der Hemmschwelle, die im Veto-Recht von Mächten mit unterschiedlichen politischen und ökonomischen Interessen lag, nicht ersetzen. Zum einen nicht, weil der IGH immer erst im nachhinein mit einer Sache befaßt sein wird, und zum anderen nicht, weil sein Handlungsspielraum viel zu eng bleibt. Auch läßt sich der IGH nicht ohne Charta-Änderung zu einer Art "Verfassungsgerichtshof" weiterentwickeln. Selbst wenn Schritte in diese Richtung unternommen werden, würde die Stärkung des IGH allein nicht ausreichen, das Übergewicht des Sicherheitsrates in der Struktur der UNO auszugleichen.

14. Die Funktionen der UNO in der neuen internationalen Situation sind zum Teil unverändert, zum Teil sind neue Aufgaben auf die Organisation zugekommen. Man denke etwa an peace-making, Umweltschutz, Menschenrechte. Jedoch bleiben die wichtigen Fragen der Weltwirtschaft weiterhin eine Domäne der Weltbank und des Weltwährungsfonds, die formal zwar zum System der UNO gerechnet werden, sich aber jeder Kontrolle der UNO entziehen und schon ihrer Struktur nach im Grunde Kapitalgesellschaften sind. Auch da, wo es sich eigentlich nicht um neue Aufgaben handelt, wie bei Maßnahmen zur Erhaltung oder Wiederherstellung des Friedens, stellt sich nunmehr, nachdem diese Bestimmungen zum ersten Mal praktisch werden, heraus, daß die Charta eigentlich nur sehr pauschale, oft elementare Regeln enthält. Sie garantieren weder eine Effizienz notwendiger Zwangsmaßnahmen noch einen Schutz gegen ihren Mißbrauch. Es wird offensichtlich, daß präzisere, den Aufgaben entsprechende Regeln notwendig sind. Das gilt z.B. für die Anwendung von Sanktionen, aber auch für Aktivitäten im Rahmen der friedlichen Streitbeilegung, im Bereich des Umweltschutzes, der Kontrolle des Waffenhandels etc.

Angesichts der neuen internationalen Situation wäre es notwendig, eine starke UN-Organisation zu haben. Sie sollte in der Lage sein, die Aufgaben aufzugreifen, vor denen die Menschheit heute steht, und Verhaltensregeln zu entwickeln, die im Interesse der Menschheit liegen, sich nicht auf den Schutz enger marktwirtschaftlicher oder nationaler Interessen beschränken. Aber die Tätigkeit der UNO wird nicht von den Interessen der Menschheit, sondern von ihren Mitgliedstaaten bestimmt. Deren ökonomische Macht im System der Weltwirtschaft spiegelt sich im Einfluß auf die Entscheidungen der Organisation wider. Als ständige Mitglieder im Sicherheitsrat sind sie in der

Lage, Entscheidungen herbeizuführen, die über Embargo und Blockade bis zur Anwendung von Waffengewalt gehen. Mit Hilfe ihres Vetorechtes haben sie auch die Macht, verbindliche Entscheidungen sowie eine Reform der UNO zu verhindern, wenn sie der Meinung sind, daß dies in ihrem Interesse liegt.

Da ohne die Zustimmung der ständigen Mitglieder des Sicherheitsrates keine Veränderung der UN-Charta möglich ist, kann man auch mit Hilfe von Mehrheitsentscheidungen keine Revision der Charta herbeiführen, die den Interessen der ständigen Mitglieder des Sicherheitsrates widerspricht. Diese Lage ändert sich im Grunde auch dann nicht, wenn die derzeitige unipolare Situation wieder einer multipolaren weicht, neue starke Industriestaaten zu ständigen Mitgliedern des Sicherheitsrates aufsteigen oder auf andere Weise ihren Einfluß auf die Organisation ausweiten. Kräfteverschiebungen innerhalb des gesellschaftlichen Systems werden auch in der UNO nicht dazu führen, daß sich anstelle von Marktgesetzen Menschheitsinteressen durchsetzen.

Das soll nicht heißen, daß es sinnlos ist, zur Vernunft zu mahnen; nur soll man sich über die Wirksamkeit solcher Mahnungen keinen Illusionen hingeben. Solange es keine alternative gesellschaftliche Kraft gibt, die zu neuen politischen Organisationsformen führt, muß man im Rahmen der existierenden nach Wegen suchen, die Interessen der Menschheit geltend zu machen. In dem Umfang, in dem es gelingt, die allgemeine Schädlichkeit einer Aktivität oder die weltweiten Gefahren, die von bestimmten Szenarien ausgehen, bewußt zu machen, gibt es auch unter den gegenwärtigen Bedingungen Möglichkeiten, Kräfte zu ihrer Vermeidung oder Überwindung zu mobilisieren. Das gilt auch für die UNO. Mit Hilfe von Mehrheitsbeschlüssen, die nicht dem Veto unterliegen, könnten die Staaten immerhin die von der Charta gelassenen Spielräume nutzen. So kann man z. B., ohne Bestimmungen der Charta zu verändern, Verfahren entwickeln und durch Verfahrensregeln - auch die Änderung vorhandener Verfahrensregeln - die Durchsetzung von Beschlüssen des Sicherheitsrates so absichern, daß einerseits deren Durchführung gewährleistet und andererseits ihrem mißbräuchlichen Einsatz ein Riegel vorgeschoben wird.

15. Man könnte eine einseitige Anwendung des Veto-Rechts ebenso wie einen Machtmißbrauch des Sicherheitsrates in gewissem Umfange abblokken, indem man über die Generalversammlung Staaten, die nicht Mitglied des Sicherheitsrates sind, in den Entscheidungsprozess des Sicherheitsrates einbezieht. Mit Verfahrensregeln lassen sich viele Schwachstellen oder Bereiche, die erst jetzt große Bedeutung erlangt haben oder zu schwerwiegenden Eingriffen in das Leben der Völker führen, ausbessern. Dazu sind von den Staaten bereits zahlreiche Vorschläge eingebracht worden. Sie reichen

von einer stärkeren Einschaltung der Generalversammlung durch Beschluß von Richtlinien und ernsthafte Prüfung von Berichten des Sicherheitsrates über Regeln, die das geheime Konsultationsverfahren transparent machen und die Betroffenen einbeziehen, bis zur Aktivierung des militärischen Stabsausschusses und klaren Abgrenzungen zwischen friedenserhaltenden Aktionen und Sanktionen. Im Grunde laufen alle diese und ähnliche Vorschläge darauf hinaus, den Machtmechanismus der UNO zu demokratisieren, ihn auch stärker einer demokratischen Kontrolle zu unterstellen.

Mit Hilfe präziserer Verfahrensregeln könnte auch klargestellt werden, welche Beschlüsse verbindlich sind. Es ist z. B. höchst fragwürdig, ob Sanktionen - wie vom Sicherheitsrat derzeit praktiziert - auch zur Durchsetzung von Beschlüssen dienen können, die nicht unmittelbar der Sicherung oder Wiederherstellung des Friedens dienen. Auch sollte man versuchen, der „legislativen" Tätigkeit des Sicherheitsrates deutlich Grenzen zu setzen, da ihm dazu jede demokratische Legitimation fehlt. Man könnte klar machen, daß eine Erzwingung von Empfehlungen zur Streitbeilegung nicht mit der Androhung oder Anwendung von Zwangsmaßnahmen erfolgen darf, wenn nicht ausdrücklich eine Friedensbedrohung festgestellt wird.

Die Anwendung der Kompetenzen des Sicherheitsrates zur Empfehlung von Streitbeilegungsverfahren sollte umfänglicher geschehen und dabei stärker auf bestehende Streitbeilegungsmechanismen zurückgegriffen werden. Artikel 27, der eine Stimmenthaltung am Streit beteiligter Sicherheitsratsmitglieder vorsieht, sollte endlich beachtet werden.

Es müßten ständige Kontingente nationaler Streitkräfte für den Sicherheitsrat, wie in der Charta vorgesehen, auf der Grundlage spezieller Verträge, bereitgestellt werden. Auf diese Weise könnte auch gesichert werden, daß eine Bevollmächtigung" von Staaten zur Anwendung von Waffengewalt - wie im Falle *Wüstensturm*, Somalia und Haiti - in Zukunft nicht mehr erfolgt. Es ist wichtig, darauf zu beharren, daß, wie in der Charta vorgesehen, spezielle Verträge zwischen der UNO und den Mitgliedstaaten abgeschlossen werden, die ihr Streitkräfte zur Verfügung stellen. Da der Abschluß solcher Verträge nach dem Verfassungsrecht der meisten Staaten der Zustimmung des Parlaments bedarf, wäre damit wenigstens gewährleistet, daß das militärische Potential der UNO einer gewissen demokratischen Kontrolle durch die Parlamente der betreffenden Mitgliedstaaten unterworfen ist.

16. Die Einrichtung eines internationalen Strafgerichtshofes ist längst überfällig. Um wirksam zu sein und nicht lediglich als Feigenblatt zu dienen, müßte er eine Kompetenz zur Strafverfolgung internationaler Verbrechen wie Aggression, Völkermord, schwerer Kriegsverbrechen und massenhafter

Verletzungen von Menschenrechten haben. Die Völkerrechtskommission hat bereits vor Jahresfrist dafür einen umfänglichen Entwurf vorgelegt. Er erfreut sich allerdings gerade bei den Staaten, die die Errichtung eines internationalen Strafgerichtshofes zur Verfolgung von Kriegsverbrechen in Jugoslawien beschlossen haben, nur sehr geringer Beliebtheit. Wenn man jedoch einen internationalen Strafgerichtshof „nur für die anderen" akzeptieren will oder seine Zuständigkeit völlig von der Zustimmung der beteiligten Staaten abhängig macht, dann stünde er nur auf dem Papier oder bliebe ein Instrument der Sieger. Das hat mit Stärkung der internationalen Sicherheit wenig zu tun. Gebraucht wird ein aktionsfähiges Instrument der internationalen Staatengemeinschaft, das als Teil des internationalen Sicherheitssystems wirksam werden kann.

Überhaupt gilt es, das Instrumentarium zur friedlichen Streitbeilegung und Konfliktbewältigung auszubauen und stärker einzusetzen. Die völlig einseitige und im Prinzip irreführende Orientierung auf die Stärkung und Perfektionierung der militärischen und anderen Zwangsmaßnahmen muß notwendig in die Sackgasse führen. Solange es keine Stärkung auf demokratischem Untergrund ruhender politisch föderaler Strukturen in der UNO gibt, bleibt der Ausbau von Zwangsmaßnahmen, insbesondere militärischer Aktivitäten, die über die unmittelbare Abwehr von Friedensbedrohung und Aggression hinausgehen, ein fragwürdiges Unterfangen, das zu mißbräuchlicher Nutzung geradezu anreizt. Die Vermischung von Friedenserhaltung und Frieden erzwingender Maßnahmen, wie wir sie in Jugoslawien und Somalia beobachten, und die vielfach in den Massenmedien gefordert wird, ist unverantwortlich. Ein unklares Mandat bei militärischen Aktionen muß zu unnötigen Opfern unter der betroffenen Bevölkerung und den für Kampfhandlungen unzureichend ausgerüsteten Soldaten führen. Die Vorstellung, daß man friedenserhaltende Maßnahmen in einem Bürgerkrieg auch ohne die Zustimmung der betroffenen Parteien mit Gewalt durchsetzen kann, ist falsch. Sie ebnet den Weg in den Krieg, macht die UN praktisch zu einer kriegführenden Partei und sollte schnellstens aufgegeben werden.

17. Zur Stärkung der streitbeilegenden Mittel gehört auch die umfassendere Nutzung des Internationalen Gerichtshofes in den Haag. Noch immer wird seine allgemeine Zuständigkeit nur von einer erschütternden Minderheit von Staaten anerkannt und die Ständigen Mitglieder des Sicherheitsrates gehen dabei mit schlechtem Beispiel voran. Hier bedarf es keiner schwierigen Chartaänderungen. Es ist lediglich politischer Wille gefragt. Wenn die Stärkung der UN und ihres Friedenspotentials mehr als Rhetorik sein soll, dann hindert die Staaten nichts, hier sofort durch selbständige politische Handlung Abhilfe zu schaffen. Durch eine einfache Resolution der Generalversammlung könnte man darüber hinaus den Generalsekretär bevollmächtigen, beim IGH Gut-

achten anzufordern. Vorschläge in dieser Richtung gibt es seit Jahren. Die Kompetenz des IGH, auch die Rechtmäßigkeit von Beschlüssen des Sicherheitsrates zu überprüfen, wann immer er Jurisdiktion über einen Streitfall hat oder zur Abgabe eines Gutachtens aufgefordert ist, könnte so bekräftigt und ausgebaut werden. Aber auch wenn es gelingt, die Rolle des IGH zu stärken, wird er in der derzeitigen internationalen Machtstruktur nicht die Funktion eines Verfassungsgerichts erlangen.

18. Die Vereinten Nationen sind nicht als Entwurf für einen Weltstaat geschaffen worden, und sie sind auch jetzt kein Weltstaat oder auch nur eine Weltregierung, selbst wenn sich der Sicherheitsrat zur Zeit so geriert. Die „Verfassung" der Staatengemeinschaft beruht weiterhin auf dem Chartaprinzip der „souveränen Gleichheit" und dem Selbstbestimmungsrecht der Völker. Sie sind keineswegs anachronistisch sondern Grundprinzipien einer demokratischen internationalen Ordnung. Schon deshalb bleibt auch in absehbarer Zukunft das Grundanliegen der UNO die kooperative Friedenssicherung zwischen den Mitgliedstaaten und nicht die zwangsweise Streitbeilegung.

Frieden, in dem breiten Begriff von internationaler Sicherheit, wird heute eher durch politische Kooperation und Stärkung der demokratischen Komponente als durch den Ausbau zentraler und militärischer Machtstrukturen erreicht. Das erfordert weitreichende, koordinierte Maßnahmen zur Unterbindung des internationalen Waffenhandels, zum Schutze der Umwelt, zur Regelung des Energie- und Wasserhaushalts, um nur einige der globalen Probleme zu nennen, die heute ganz oben auf der „Sicherheitsagenda" der Menschheit stehen. Solche Zielstellungen aber werden sich nicht ohne tiefgreifende Einschnitte und Kontrollen im Bereich der Verwertungsgesetze des Kapitals verwirklichen lassen. Das wird die Entwicklung föderaler Strukturen in den wesentlichen globalen Problembereichen notwendig machen. Sie können auf vertraglicher Grundlage entwickelt werden und sollten die derzeitige Struktur durch spezialisierte Verwaltungseinheiten im Rahmen der UNO oder über Spezialorganisationen ergänzen. Ihnen könnten und sollten die Staaten im eigenen Interesse spezielle Kompetenzen in bezug auf die Regelung von Aktivitäten in solchen Problembereichen übertragen. Jedenfalls muß die Sonderstellung, die es zur Zeit noch einigen Mächten ermöglicht, die Organisation für ihre politischen Ziele zu instrumentalisieren, nicht aktualisiert, sondern abgebaut werden, damit der Weg zu einer weitergehenden föderalen Bindung der Staaten frei wird. Wenn es nicht gelingt, die UNO auf einen solchen Weg zu bringen, wird sie mehr noch als bisher den Interessen weniger reicher Staaten dienstbar gemacht und daran gehindert, die Anstrengungen der Völker für ein Überleben in Frieden zu koordinieren

MITTEILUNGEN
DER
LEIBNIZ-SOZIETÄT

Samuel Mitja Rapoport

Rede zum Leibniz-Tag am 30. Juni 1994

Bericht des Präsidenten über die zurückliegende Arbeit der Leibniz-Sozietät

Meine sehr verehrten Damen und Herren, werte Mitglieder und Gäste!

In meinem Bericht vor einem Jahr sprach ich über uns als ein neues Gebilde, wobei noch vieles im Fluß sei. Heute kann ich an dieser Stelle sagen, daß trotz aller Schwierigkeiten und vielleicht auch der Verzagtheit, die es bei manchem von uns zu überwinden galt, unsere Sozietät sich innerlich und äußerlich konsolidiert hat.

Ich glaube in unser aller Sinne zu sprechen, wenn ich behaupte, daß der Leibniz-Tag für uns wieder zum Selbstverständnis geworden ist. Er ist unersetzlich für die innere Legitimation unserer Sozietät, und mir scheint, daß er unentbehrlich ist für das wissenschaftliche Leben in unserer Region. Er ist Sinnbild der Kontinuität einer fast 300jährigen Wissenschaftsgeschichte. Aber wir dürfen nicht vergessen, daß die ehrwürdige Tradition, die wir nicht missen wollen, in den Wirren von "Wende" und Nachwende unterzugehen drohte. Wir glauben Anzeichen dafür zu spüren, daß die Sicht auf Vergangenheit, Tradition und Erbe allmählich - vielleicht allzu allmählich - wieder sachlicher, toleranter und vernünftiger wird. Von seiten unserer Sozietät werden wir jede Möglichkeit des wissenschaftlichen Austausches, der Förderung der Wissenschaftstradition wahrnehmen und alle Bestrebungen, das Ansehen der Wissenschaft zu stärken, unterstützen.

Wir bekräftigen unseren Wunsch nach einem kollegialen Neben- und Miteinander zur Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Wir sind der Überzeugung, daß das geistige Leben in Berlin und darüber hinaus für beide - die Berlin-Brandenburgische Akademie und die Leibniz-Sozietät - Platz bietet. Ein abgestimmtes Wirken im Hinblick auf das 300jährige Jubiläum der Berliner Akademie könnte ein Schwerpunkt sein. Aber es gibt sicher auch andere Möglichkeiten des Zusammenwirkens bei aktuellen Unternehmungen und Veranstaltungen. Wir jedenfalls haben keine Berührungsängste.

Wir begrüßen das Vorhaben der Berlin-Brandenburgischen Akademie, Vorgeschichte, Problem und Perspektive der Wissenschaft im vereinten Deutschland durch eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe objektiv und sachlich zu erforschen. Die diesem Thema gewidmete Podiumsdiskussion am 16. Juni 1994 hätte sicherlich davon profitiert, wenn ein Vertreter des Runden Tisches der Akademie der Wissenschaften der DDR, womöglich sein Vorsitzender, unser Mitglied Hermann Klenner, ein wichtiger Zeitzeuge, als Diskussionsteilnehmer aufgefordert worden

wäre. Immerhin war der Runde Tisch die demokratische Vertretung aller Angehörigen und Mitglieder der Akademie der Wissenschaften der DDR sowie Initiator und Leiter ihres Erneuerungsprozesses. Auch wäre die Teilnahme des damals demokratisch gewählten Präsidenten der Akademie, unseres Mitglieds Horst Klinkmann, ein Gebot der Fairneß gewesen. Es ist nur zu hoffen, daß die weitere Tätigkeit der Arbeitsgruppe der von ihr proklamierten Ausgewogenheit besser gerecht wird und daß dabei die negativen Aspekte bei der Gründung der Berlin-Brandenburgischen Akademie offen dargelegt werden.

Dazu gehören u. a. die praktische Negierung der in langwierigen Diskussionen gefundenen Formulierung in Artikel 38 des Einigungsvertrages bezüglich der Gelehrtensozietät der Akademie der Wissenschaften der DDR, welche deren Weiterexistenz und Kontinuität sichern sollte, sowie das Übergehen der Planungsgruppe, welche nach dem Gesetz über die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften für die Zusammensetzung des Wahlgremiums verantwortlich war. Dazu gehört, das sei nochmals gesagt, die Briefaktion des Berliner Wissenschaftssenators über das Erlöschen der Mitgliedschaft von in- und ausländischen Mitgliedern, ein administrativer Akt, der jeglichem Geist der Autonomie einer Akademie zuwiderläuft - ein einzigartiges Vorkommnis in der Wissenschaftsgeschichte.

Wir haben uns sehr bemüht, mit den auswärtigen Mitgliedern der Akademie der Wissenschaften der DDR durch Briefe Kontakt zu finden, um ihnen unser tiefes Bedauern über diese Verwaltungsschreiben auszudrücken und um festzustellen, daß die Akademiemitglieder nichts, aber auch gar nichts, mit dem Erlöschen der Mitgliedschaft Auswärtiger Wissenschaftler zu tun haben und daß sie die Schreiben der Berliner Senatsverwaltung als rechtswidrig betrachten und als groben Verstoß gegen den Respekt, den die auswärtigen Akademie-Mitglieder aufgrund ihrer Leistungen und ihres Ansehens beanspruchen können. Weiterhin sollten sie über die Aktivitäten der Leibniz-Sozietät informiert werden. Entsprechende Briefe wurden auch an die Präsidenten der Akademien der Wissenschaften gerichtet, mit denen die Akademie der Wissenschaften der DDR durch vielfältige - auch vertragliche - Beziehungen verbunden war. Leider gelang es uns nicht, alle auswärtigen Mitglieder zu erreichen, z. T. aufgrund der Umwälzungen in ihren eigenen Ländern. Dennoch fanden unsere Briefe eine für uns erfreuliche Resonanz.

Vier Adressaten erklärten ihre Mitgliedschaft in der Leibniz-Sozietät, darunter Nobelpreisträger Prochorow, und weitere sieben ihre Bereitschaft, wissenschaftliche und menschliche Kontakte fortzusetzen. Aus diesen Briefen geht auch Befremden und Empörung über die Schreiben der Berliner Senatsverwaltung hervor. Ich zitiere aus dem Brief eines namhaften auswärtigen Mitglieds, in dem es heißt: "Vielen Dank für Ihren Brief vom 20. Mai 1994 mit der interessanten Information über den Ursprung und rechtlichen Hintergrund des wirklich sehr überraschenden und sehr befremdlichen Schreibens der Berliner Senatsverwaltung, in

dem mir eröffnet wurde, daß meine Mitgliedschaft erloschen sei." Andere äußern sich noch deutlicher. Die Mitglieder der Leibniz-Sozietät sind gern bereit, im Rahmen des Themas "Wissenschaft und Wiedervereinigung" an den geplanten Forschungsvorhaben, wissenschaftlichen Tagungen und öffentlichen Diskussionsveranstaltungen aktiv mitzuwirken.

Wir vermerken mit Befriedigung, daß die langfristigen Forschungsaufgaben der Akademie der Wissenschaften der DDR, die z. T. in das vorige Jahrhundert zurückreichen, durch die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften fortgesetzt werden. Es sei aber daran erinnert, daß diese von den Klassen der Akademie der Wissenschaften der DDR betreut und von ihnen im Jahre 1990 explizit zur Fortführung empfohlen wurden. Die Übernahme durch die Berlin-Brandenburgische Akademie war leider von der Ablösung der für die langjährige Betreuung verantwortlichen Klassen-Mitglieder der DDR-Akademie begleitet. Trotz der wohlbegründeten bitteren Gefühle angesichts einer solchen Behandlung stellen wir die Sache über die persönlichen Verletzungen und wünschen all diesen Vorhaben, die uns jahrzehntelang am Herzen lagen, auch in Zukunft eine gedeihliche Arbeit.

Ich wende mich der wissenschaftlichen Tätigkeit unserer Sozietät zu. Hier kann man mit Befriedigung und sogar Stolz feststellen, daß die Veranstaltungen mit großer Regelmäßigkeit stattfanden. Es wurden nicht nur 11 Plenarsitzungen durchgeführt, vielmehr wurden im Oktober 1993 zwei Arbeitsgruppen gebildet, die je 9 wissenschaftliche Veranstaltungen abhielten. Dazu kommt noch ein Kolloquium zu Ehren des 85. Geburtstages unseres Vizepräsidenten, Ernst Engelberg, zum Thema "Erneutes Nachdenken über den Sinn der Geschichte".

Ein Leitmotiv war der Zyklus von Plenarsitzungen zu Fragen des „Globalen Wandels", ein Thema, das von verschiedenen Aspekten her behandelt wurde. Dazu gehörten ein einleitender Vortrag von Lanius und Beiträge von Ebeling, Böhme und Bernhardt, Khalatbari, Klix, Albrecht und Graefrath zu Problemen der nichtlinearen Theorie und Vorhersagbarkeit, zum Klima, zur Bevölkerungsexplosion, zum Risiko Mensch, zum Risiko Technik, zum Thema UNO und Menschheit von heute. Im weiteren Sinne ordnen sich in diese Thematik ein: der Vortrag von unserem verstorbenen Mitglied Mottek „'Grenzen des Wachstums' und Marktwirtschaft", das Thema des Engelberg-Kolloquiums sowie der Vortrag von Böhme über die Erforschung des menschlichen Genoms. Dazu gehören auch die Vorträge in der Arbeitsgruppe für Naturwissenschaften von Kolditz über Rohstoff und Energie, von Lange über Perspektiven der Informationstheorie, von Porstmann über das Aids-Problem und von Kautzleben über neue Ziele der Geowissenschaften. In der Arbeitsgruppe Sozial- und Geisteswissenschaften ist der Vortrag von Zimm „Urbane Explosion" zu nennen.

Die Themen belegen die Aktualität und den tiefschürfenden Charakter der wissenschaftlichen Durchdringung der Thematik, und sie zeugen von den Fortschrit-

ten, die unsere Sozietät gemacht hat, den von ihr beanspruchten Platz im geistigen Leben auszufüllen.

Es bleibt zu bemerken, daß die Vorträge grundsätzlich öffentlich waren und daß sie immer eine fruchtbare Diskussion auslösten. Die nahezu 40 wissenschaftlichen Vorträge werfen natürlich die Frage bezüglich der Öffentlichkeitsarbeit unserer Sozietät auf. Die meisten Veranstaltungen wurden in den Monatsplänen des Clubs "Spittelkolonnaden" und der Stadtbibliothek angekündigt, nur selten durch eine Notiz in der Tagespresse. Sicherlich entspricht das nicht unseren Möglichkeiten.

Ein Vorzug unserer Sozietät - und mit diesem Pfund sollten wir wuchern - ist die Verbindung von Disziplinarität und Interdisziplinarität, die gegenseitige Befruchtung durch das Zusammenwirken verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen. Darin lag auch der große Erfolg des Zyklus über Fragen des globalen Wandels. Diese Thematik ist noch nicht erschöpft. Vielleicht findet sie ihre folgerichtige Fortsetzung in einem Themenkreis unter dem Titel „Kultur im Wandel", der von der sozial- und geisteswissenschaftlichen Arbeitsgruppe vorgeschlagen wurde. Wir hoffen, daß diese Thematik zur vielseitigen Behandlung aus natur-, gesellschafts- und geisteswissenschaftlicher Sicht anregen wird.

Die Sozietät hat einen erfreulichen Zuwachs erfahren, aufgrund des Interesses, das auch von jüngeren Wissenschaftlern unseren Veranstaltungen entgegengebracht wird. Bei der Gründung unserer Sozietät vor etwa einem Jahr hatten wir 49 Mitglieder. Sechs von ihnen verloren wir, darunter fünf durch Tod. Jetzt zählen wir 116 Mitglieder, darunter vier auswärtige und ein förderndes Mitglied. Heute begrüßen wir 13 neue Mitglieder, die entsprechend den strengen Kriterien, an denen wir festhalten, gewählt wurden. Wir erhoffen von ihnen Aktivität und Impulse, die unsere Sozietät noch interessanter und wirkungsvoller machen.

Bezüglich der gewünschten Repräsentation der Fachgebiete hat die Arbeitsgruppe für Sozial- und Geisteswissenschaften festgestellt, daß in ihr Ökonomie und Geschichte recht gut vertreten sind; dagegen bedarf die Sozietät der Verstärkung im Bereich der Philologie, Literatur- und Kunstwissenschaften. Diese Verstärkung ist um so dringlicher, als in den letzten Jahren so namhafte Akademiemitglieder wie Martin Lehnert, Fritz Hintze und Werner Hartke verstarben. In der Arbeitsgruppe Naturwissenschaften tut vor allem eine Verjüngung not.

Ein Problem, dessen Lösung noch weiterer Überlegungen bedarf, ist es, wie die Arbeitsgruppen einander über ihre Beratungen auf direktem Wege - und nicht nur über den Vorstand - informieren.

Wir haben eine Reihe von ständigen Gästen und beabsichtigen, deren Zahl zu vergrößern. Viele von ihnen haben bereits durch Vorträge zum wissenschaftlichem Leben der Sozietät beigetragen. Ich appelliere an alle Mitglieder, den Kreis der einzuladenden Gäste zu vergrößern und weitere Wissenschaftler an unserer Tätigkeit zu interessieren. Insbesondere sollte es uns angelegen sein, die

Mitarbeit von Wissenschaftlern aus dem Westteil unserer Stadt und aus der Region Brandenburg zu gewinnen.

Wir werden uns bemühen, die Kontakte zu Wissenschaftlern im Ausland wieder zu beleben und neu zu knüpfen. Unser Statut hat ja keinerlei Begrenzungen für die Mitgliedschaft ausländischer Wissenschaftler, und wir möchten unsere bescheidenen Möglichkeiten zum internationalen Gedankenaustausch nutzen.

Ich habe schon im vorjährigen Bericht darüber gesprochen, daß es eine dringende Aufgabe sei, Publikationsmöglichkeiten für die Vorträge der Mitglieder zu schaffen. Die Kontakte mit einem Verlag, die sich ermutigend anließen, endeten leider mit einer Absage. Für uns bleibt aber die Erwägung maßgebend, daß die Herausgabe von Sitzungsberichten der Leibniz-Sozietät für ihre weitere Profilierung , ihr Ansehen in Wissenschaft und Öffentlichkeit im In- und Ausland sowie für ihre Attraktivität für jüngere Kollegen von allergrößter Wichtigkeit ist. Wir wollen bewußt die Tradition, die in der Preußischen Akademie der Wissenschaften entstanden war, fortsetzen. Wir werden aber nicht nur von unserem Traditionsbewußtsein geleitet. Wir gehen vielmehr davon aus, daß die Sozietät den Gedanken und Erkenntnissen ihrer Mitglieder nur dann für Gegenwart und Zukunft Verbreitung verschaffen kann, wenn die Ergebnisse an die Öffentlichkeit gelangen und einem breiten Leserkreis zugänglich gemacht werden. Dazu kommt noch die Notwendigkeit der Information über das innere Leben und die Aktivitäten der Leibniz-Sozietät. Die Herausgabe der Sitzungsberichte ist der direkte Weg, unsere Bemühungen weithin bekannt zu machen.

Ich wurde an den Spruch des Jesuiten-Paters Baltasar Gracian im 17. Jahrhundert erinnert: "Tun und sehen lassen! Was nicht gesehen wird, ist, als ob es nicht wäre." Vorstand und Mitglieder haben unsere Pläne zur Herausgabe der Schriftenreihe unter dem Titel "Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät" beraten und gebilligt. Die Schriftenreihe wird vom Vorstand im Auftrag der Sozietät herausgegeben. Es wurde eine Redaktionskommission eingesetzt. Die Kommission hat schon zweimal getagt, Vorträge gesichtet und die Termine zur Drucklegung der ersten Hefte festgelegt. Interscience übernimmt in Zusammenarbeit mit der Redaktionskommission Herstellung und Vertrieb. Die ersten Hefte werden die Vorträge zum globalen Wandel enthalten und in einer Auflage erscheinen, die eine Werbung gestattet.

Wir haben mit Wagemut dieses Unternehmen auf den Weg gebracht. Unsere gegenwärtigen Mittel aus Mitgliedsbeiträgen und Spenden reichen nur dazu, den Anfang zu finanzieren. Somit haben wir einen Sprung ins Ungewisse gemacht. Wir gründen unsere Hoffnung auf die Opferbereitschaft unserer Mitglieder, Gäste und anderer Freunde, die uns helfen mögen, das Unternehmen über Wasser zu halten. Mein Appell geht insbesondere dahin, Sponsoren zu finden und dabei jede akademische Scheu beiseite zu lassen. Wir sind auf die Unterstützung von außen angewiesen und sollten jede sich anbietende Gelegenheit nutzen, die Sympathien für unser Anliegen in konkrete finanzielle Beiträge umzumünzen. Dabei

sollten wir auch die Möglichkeit nutzen, fördernde Mitglieder zu gewinnen. Die Fähigkeit, auch etwas aggressiv auf Unterstützung zu drängen, ist eine in den USA durchaus übliche Sitte, die wir übernehmen sollten. Viele Religionsgemeinschaften stehen explizit auf dem Standpunkt, daß Bettelei für eine gute Sache eine gute Tat sei. Ich bitte darum, daß sich niemand bei der Initiative, für unsere Sitzungsberichte Geld zu beschaffen, zurückhält, um unserem Vorhaben zwar keine sorgenfreie, aber gedeihliche Zukunft zu sichern.

Für unser Vorhaben ist die Anerkennung der Gemeinnützigkeit der Sozietät zwingend. In bezug auf unser Statut macht das Finanzamt für Körperschaften geltend, für die Anerkennung der Gemeinnützigkeit müsse erkennbar sein, daß die Betätigung des Vereins selbstlos und der Allgemeinheit dienend sei und nicht zur Erfüllung von Sonderinteressen der Mitglieder erfolge. Wir haben uns im Vorstand bemüht, das offensichtlich vorliegende Mißverständnis durch Umformulierungen des Statuts zu klären. Ehe wir jedoch die vorgesehenen Änderungen der Bestimmungen über die Mitgliedschaft zur Bestätigung unterbreiten, halten wir es für klüger, vorerst das Einverständnis des Finanzamtes zu erreichen, so daß uns eine wiederholte Beschäftigung der Mitgliedschaft mit dem Statut erspart bleibt. Wir hoffen sehr, daß in absehbarer Zeit mit der Anerkennung der Gemeinnützigkeit Mitgliedsbeiträge und Spenden von der Steuer absetzbar werden.

Nun einige Worte zur Arbeit des Vorstandes. Ich kann mich hier sehr kurz fassen, da der Bericht des Vorstandes in der Jahresversammlung am 19. Mai 1994 vorgetragen wurde. Die Arbeit ist insgesamt größer geworden; sie muß auf breitere Schultern verteilt werden, und wir bitten um die Bereitschaft unserer Mitglieder, aktive und konkrete Unterstützung zu geben. Immerhin muß man feststellen, daß unser Verein ohne hauptamtliche Angestellte und ohne Sekretärin, allein durch ehrenamtliche Arbeit so zuverlässig funktioniert.

Mir scheint, daß in dieser Zeit, die gekennzeichnet ist durch vielerlei Unsicherheiten, sowohl bezüglich der Existenz jedes einzelnen wie der gesamten Menschheit, unserer Sozietät eine besondere Rolle zukommt. Es ist eine Periode, in der sich vereinfachte Sichtweisen und mehr oder minder naive Rezepte als unbrauchbar erweisen. In dieser Zeit stehen wir vor der Erkenntnis der überwältigenden Komplexität, die uns zu lähmen droht. Allgemeine Skepsis und Werteverfall scheinen zuzunehmen, und Wissenschaftsfeindlichkeit und Irrationalität greifen um sich. Hier kann und muß eine Institution, deren Wesen Interdisziplinarität ist und die Vergangenheit und Zukunft und nicht nur das Tagesgeschehen als ihren Horizont betrachtet, einen spezifischen Beitrag für Humanität und Rationalität der menschlichen Gesellschaft leisten.

Neue Mitglieder der Leibniz-Sozietät

Die vom Plenum der Leibniz-Sozietät am 13. Mai 1994 zu Mitgliedern gewählten 13 Wissenschaftler stellten sich der Öffentlichkeit zum Leibniz-Tag 1994 mit einer kurzen Rede vor.

Peter Althaus

Ich danke Ihnen ganz herzlich für das von Ihnen mir entgegengebrachte Vertrauen und empfinde es als eine große Ehre, Mitglied Ihrer Sozietät sein zu dürfen.

Seit 26 Jahren bin ich Arzt. Ich vertrete in der Medizin das Fachgebiet Urologie, war von 1973 bis 1991 Mitarbeiter der Humboldt-Universität zu Berlin, zunächst als wissenschaftlicher Assistenzarzt, dann als Oberarzt und Dozent. 1988 habe ich die Nachfolge meines sehr verehrten Lehrers Moritz Nebel an der Klinik und Poliklinik für Urologie an der Charité angetreten. Dieses Arbeitsverhältnis wurde mir im Oktober 1982 gekündigt. Gerichtlich bin ich rehabilitiert, doch eine weitere Arbeit in der gegenwärtigen Charité habe ich von mir aus für nicht mehr zumutbar betrachtet. Ich hatte das Glück, seit Juni 1991 am Evangelischen Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge, das mittlerweile das größte konfessionelle Haus in Berlin ist, eine neue urologische Klinik aufbauen zu können, deren Ruf, so glaube ich, jetzt in Berlin nicht der schlechteste ist. Ich bin der Evangelischen Kirche und dem Diakonischen Werk zu Dank verpflichtet, daß mir an dieser Einrichtungen optimale Arbeitsbedingungen geschaffen sind. Als einen erneuten Glücksumstand sehe ich die Tatsache, hier hervorragende Mitarbeiter zu haben.

Inhalt meines Lebens, meiner urologischen Tätigkeit, von 1973 bis 1991, war die Nierentransplantation. Auf diesem Gebiet weiterzuarbeiten ist mir zur Zeit nicht möglich; der Wunsch meines Trägers besteht, doch die äußeren Umstände gebieten es, das noch nicht zu tun. Aber mein Traum, die Nierentransplantation weiterzuführen, ist noch nicht ausgeträumt.

Wissenschaftlich sind es zwei Schwerpunkte, denen ich mit in der Zukunft mit meinen Mitarbeitern und Partnern intensiv widmen möchte: Das eine Problem ist die Verbesserung der Behandlungsergebnisse des Blasenkarzinoms. Der Fortschritt auf diesem Gebiet ist enorm. Heute steht die Lebensqualität der Patienten nach operativer und adjuvanter Behandlung eines Blasenkarzinoms im Mittelpunkt. Auf dieser Strecke ist unendlich viel zu tun.

Eines der faszinierendsten Gebiete der onkologischen Urologie ist das Problem des Nierenzellkarzinoms, bei dem wir zur Zeit außer dem Messer nichts, aber auch gar nichts haben. Seit zehn Jahren stagnieren die Behandlungsergebnisse des Nierenzellkarzinoms, und wir benötigen dringend eine adjuvante Therapie. Alle, die sich mit der Materie des Nierenzellkarzinoms beschäftigen, wissen, daß es eine ganz eigenartige Entität ist. Erst seit 1982 haben sich die Morphologen geeinigt, daß es sich hier um ein Karzinom handelt. Gewiß ist es ein Immunoplastom. Wir arbeiten zur Zeit an einer Immuntherapie im internationalen Kooperationsverband am fortgeschrittenen Nierenzellkarzinom, indem wir die Karzinomzellen des Patienten kultivieren, sie in ein Retrovirus einschleusen, um diese Karzinomzellen dem Immunsystem erkennbar zu machen, und indem wir das Interimsgen 2 einschleusen .Diese Arbeit wird koordiniert vom amerikanischen Krebsforschungszentrum, wir konnten jetzt fünf Patienten dazu einspeisen. Über die Behandlungsergebnisse ist überhaupt noch nichts zu sagen, ich bin zutiefst überzeugt, wir sind auf einem wichtigen, notwendigen, gangbaren Weg, um aus der Stagnation bei der Behandlung des Nierenzellkarzinoms herauszukommen.

Das war kurz und bündig zu meiner Person, zu meiner Arbeit.

Helmut Bock

Ich danke sehr für die Wahl zum Mitglied dieser Föderation und erkläre, daß ich für die Ziele derselben wirken möchte.

Vor rund vierzig Jahren hat der Historiker Ernst Engelberg dem jungen Doktoranden, der von Westdeutschland über Berlin nach Leipzig gelangte, zur Promotion ein Thema angeraten, das bei der Verteidigung auch von dem Literaturwissenschaftler Hans Mayer begutachtet worden ist. Das Thema war eine historische Biographie des Schriftstellers Ludwig Börne, eines revolutionären Demokraten in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, eines deutsch-jüdischen Weltbürgers. Die Sache zu erarbeiten erheischte eine notwendige Verbindung von an sich geteilten historischen Wissenschaftsgebieten, der Politik- und Geistesgeschichte, zumal der Literaturgeschichte. Von daher beziehe ich über die Zeit eine persönliche Profilierung, die zu meinem Selbstverständnis gehört: ein Grenzgänger der Politikgeschichte und der Kulturgeschichte zu sein. Dies sage ich vor dem Hintergrund der Tatsache, daß im Zuge der seit dem vergangenen Jahrhundert fortschreitenden Arbeitsteilung der historischen Wissenschaften eine Spezialisierung erfolgte, die zur Vertiefung der Forschung und Methodik führte, aber auch Elemente, die im geschichtlichen Leben zusammengehören, trennte.

Ich habe meine Haltung konkret-historisch auf einem Forschungsfeld zu leben versucht, das ich - mit dem Blick auf Westeuropa und insbesondere Deutschland - die Geburtsphase und Frühzeit der bürgerlichen Gesellschaft und einer entsprechenden Staatlichkeit nennen möchte mit dem Blick auf Westeuropa und insbesondere Deutschland, also die Epoche vom Ende des 18. Jahrhunderts bis zur

Mitte des 19. Jahrhunderts. Entscheidende Impulse wirkten in Europa und zumal in Deutschland durch Frankreichs politische Revolutionen von 1789, 1830, 1848 - überdies und vor allem durch den internationalen Prozeß der industriellen Revolution; von Großbritannien ausgehend, verbreitete sich diese auf dem ganzen Kontinent, wobei die herkömmlich von Ackerbau und handwerklicher Produktion geprägten Lebensverhältnisse bekanntlich durch die von der maschinell produzierenden Industriegesellschaft geprägte Moderne abgelöst wurden.

Das große Thema hat für mich methodische Folgerungen: Einerseits drängt der Stoff wiederum zu einer Überschau, die durch zu enge Spezialisierung nicht zu leisten ist. Persönliche Arbeitsinteressen lagen und liegen daher auf Feldern der Staats- und Militärgeschichte, der Sozial- und Alltagsgeschichte, der Literatur- und Geistesgeschichte. Schwerwiegend ist eine andere Folgerung. Die Totalität des historischen Lebens zwingt immer zur Einsicht, zu wissen, daß man nichts weiß. Der gesuchte Ausweg seit rund zwei Jahrzehnten war für mich, zu versuchen, als Moderator für interdisziplinäre Arbeit zu wirken, indem ich Vertreter der verschiedenen, auch institutionell unter verschiedenen Dächern arbeitenden historischen Fachgebiete zusammenführte und zu gemeinsamer Projektarbeit anregte. Soeben ist aus dieser Bemühung ein interdisziplinärer Beitrag ostdeutscher Forscher, 25 an der Zahl, zur deutschen Gesellschafts- und Kulturgeschichte von 1830 bis 1848 fertiggestellt worden, eine Arbeit, die unter dem historisch tragfähigen, aber auch aktuellen Thema „Aufbruch in die Bürgerwelt. Lebensbilder aus Vormärz, Biedermeier" im Verlag Westfälisches Dampfboot zu Münster veröffentlicht wird, ein Manuskript von rund 900 Seiten.

Abschließend möchte ich sagen,. daß mich aus politisch-wissenschaftlicher Konsequenz von Herkunft und Erleben ein besonderes Thema noch immer beeindruckt. Es ist dies die Herausbildung der Linken in den bürgerlichen Revolutionen und ihren Zwischenphasen, verkörpert in den revolutionären Demokraten und den Sozialrevolutionären, die durch die Verheißung der „Liberté! Égalité! Fraternité!" durch die vollzogenen bürgerlichen Revolutionen nicht eingelöst sahen und darum für soziale Gerechtigkeit, d.h. nicht nur für liberalistische, sondern auch für egalitäre Menschenrechte weiterkämpften.

Einer der sensibelsten und herausragendsten Köpfe dieser Phalanx und Epoche, Heinrich Heine, hat die öffentlichen Jahresversammlungen der Französischen Akademie in Paris besucht und hat sie als eine kühle Oase beschrieben: Die Karawane der Menschheit schreitet an ihnen vorüber, ohne daß sie es merken oder etwas anderes vernehmen als das Geklingel der Kamele. In der streitbaren Zeit, in der wir jetzt existieren, würde ich mit vielen Kollegen und Kolleginnen dieser Föderation nicht fürchten uns Kamele nennen zu lassen, weil wir uns das Gepäck der Menschheit aufschnallen und es dorthin tragen wo es gebraucht wird.

Siegfried Franck

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich möchte mich ebenfalls recht herzlich für die Wahl zum Mitglied dieser Sozietät bedanken.

Ich wurde 1952 in Annaberg-Buchholz im Erzgebirge geboren und habe nach dem Abitur ein Studium der Physik an der damaligen Karl-Marx-Universität Leipzig absolviert, danach ein Forschungsstudium begonnen auf dem Gebiet der Theoretischen Festkörperphysik und dieses 1978 mit der Promotion abgeschlossen. Danach bin ich nach Potsdam an das damalige Zentralinstitut für Physik der Erde auf dem Telegrafenberg gekommen und habe insbesondere mit den Herren Professoren Stiller und Kautzleben Arbeiten zur Physik des Erdinneren, zur planetaren Evolution, zum Beispiel der Planeten Jupiter und Saturn, aber auch Arbeiten zum Vergleich der Planeten Erde und Mars durchgeführt. Ich habe 1984 die Promotion B abgeschlossen und wurde 1989 zum Professor für Geophysik an der damaligen Akademie der Wissenschaften der DDR berufen.

Mit der Abwicklung der Akademie der Wissenschaften wurden die von mir durchgeführten Forschungsarbeiten durch den Wissenschaftsrat begutachtet und für eine Weiterführung an einer universitären Einrichtung empfohlen. In diesem Sinne bin ich seit 1992 im sogenannten Wissenschaftler-Integrationsprogramm integriert, ich bin in seinem Rahmen an der Universität Potsdam mit einem Zeitarbeitsvertrag angestellt und leite dort die Projektgruppe Allgemeine Geophysik. Unser aktuelles Thema besteht darin, planetare Evolutionsmodelle zu entwickeln, die versuchen, die Evolution der Erde komplex zu beschreiben , d.h. neben der Entwicklung der festen Erde auch die Wechselwirkung der Entwicklung mit der Hydrosphäre und der Atmosphäre und in späterer Zukunft mit der Biosphäre und der Anthroposphäre in mathematischen Modellen zu beschreiben.

Ich hoffe, damit ebenfalls zu einem späteren Zeitpunkt einen Beitrag zu dem aktuellen Thema des globalen Wandels aus der Sicht der Planetologie in Ihrer Gesellschaft leisten zu können.

Conrad Grau

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren! Im Jahre 1956 schloß ich mein Studium an der Humboldt-Universität zu Berlin als Diplomhistoriker ab. Dort promovierte ich 1960 mit einer Dissertation zur russischen Geschichte und habilitierte mich 1966 mit einer Arbeit zur Geschichte der deutsch-russischen Kulturbeziehungen. Mein wichtigster Lehrer war Eduard Winter, seit 1955 Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Seit 1957 bin ich an der Akademie der Wissenschaften beschäftigt, wo ich 1982 zum Professor ernannt wurde. Meine Arbeitsstellen innerhalb der Akademie wechselten, in der Arbeit selbst möchte ich eine Kontinuität erkennen.

Der Ausgangspunkt meiner historischen Forschungen ist das 18. Jahrhundert. Zu diesem Zeitraum fühle ich mich nach wie vor besonders hingezogen. Chronologisch reichen meine Arbeiten von der frühen Neuzeit bis zur Gegenwart. Thematisch betreffen sie seit den sechziger Jahren die Geschichte der Akademien und des Akademiegedankens in ihrem kulturellen Umfeld. In diesem Rahmen habe ich mich vorrangig der Berliner Akademiegeschichte gewidmet, diese indes stets als Bestandteil der vergleichenden Akademiegeschichte ins Blickfeld zu rücken versucht. Unter Beachtung übergreifender Aspekte der Disziplinen-, der Personen- und der Organisationsgeschichte der Akademien sollen damit Beiträge zur allgemeinen Wissenschaftsgeschichte geleistete werden.

Die Ergebnisse meines Bemühens fanden ihren Niederschlag in vier selbständig erschienenen Büchern, in Kapiteln von Gemeinschaftsarbeiten, in annähernd 100 Aufsätzen in Zeitschriften und Sammelwerken, nicht zuletzt in zahlreichen Rezensionen. Aufmerksamkeit habe ich darüber hinaus wissenschaftsorganisatorischen Problemen, der Herausgebertätigkeit und der Übersetzung von Fachliteratur aus dem Russischen zugewandt. Die Spezifik der Arbeit an der Akademie ließ keinen Raum für Lehrtätigkeit, bot aber vielfältige Möglichkeiten, Forschungsergebnisse auf Konferenzen im In- und Ausland vorzutragen. Ich darf für mich in Anspruch nehmen, daß meine Untersuchungen zur Akademiegeschichte von der Öffentlichkeit rezipiert werden.

Anknüpfend an meine bisherigen Forschungen und mein persönliches Miterleben als Historiker in der Akademie seit 1957 möchte ich mich künftig zwei Problemkomplexen vorrangig zuwenden - natürlich nur soweit die Kraft reicht und die äußeren Umstände es zulassen. Zum einen geht es um das Problem: Akademie und Wissenschaftskommunikation im Aufklärungszeitalter. In einer Monographie soll, ausgehend von der Berliner Akademie, versucht werden, das europäische Geflecht der Akademien im 18. Jahrhundert in seinen geistig-wissenschaftlichen und personellen Aspekten ins Blickfeld zu rücken. Zum anderen beabsichtige ich, Fragen der Forschungsorganisation der Akademien im 20. Jahrhundert mit ihren vielfältigen Neuansätzen und Brüchen nachzugehen. Für beide Forschungsgebiete steht eine Fülle von Quellen zur Verfügung, die teils ihrer Erschließung, teils ihrer Neubefragung harren. Die Arbeiten sollen auch unter Berücksichtigung der Tatsache erfolgen, daß allein von 1996 bis 2002 sechs deutschsprachige Akademien Jubiläen begehen können, darunter die Berliner Akademie im Jahre 2000.

Im Zusammenhang mit meinen Forschungsprojekten kann ich auf eine persönliche Bemerkung nicht verzichten. Die Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, meine Arbeitsstelle, und die Leibniz-Sozietät stehen in einem aus der Berliner Akademiegeschichte historisch zu erklärenden Beziehungsgeflecht. Ich bitte daher um Ihr Verständnis, wenn ich meine Bereitschaft zur „Pflege und Förderung der Wissenschaften in der Tradition von Gottfried Wilhelm Leibniz", in der Sozietät mit dem Wunsch verbinde, daß ich an den Be-

schlüssen der Mitgliederversammlung nicht mitwirke, um mögliche Loyalitätskonflikte, die niemandem nutzen, zu vermeiden. Da eine solche Regelung im Statut nicht vorgesehen ist, muß ich Ihnen anheimstellen, in welcher Form ich wissenschaftlich in der Leibniz-Sozietät mitarbeiten kann, wenn das durch meine Wahl ausgedrückte Interesse daran weiterhin besteht. Mein Dank gilt Ihnen für Ihre Wahl und allen Persönlichkeiten, die meinen Weg als Forscher in wechselvollen Zeiten fördernd begleiteten, mir den Zugang zur und das Wirken in der scientific community ermöglichten und weiterhin ermöglichen.

Klaus Jakobs

Herr Präsident., meine Damen und Herren, ich möchte zunächst dem Vorschlagenden und Ihnen für die Wahl zum Mitglied der Leibniz-Sozietät zur Förderung der Wissenschaften sehr herzlich danken. Es ist Ehre, Anerkennung, Verpflichtung, auch moralische Unterstützung und Stütze für mich, deshalb vor allem dieser Dank.

Ich wurde 1945 geboren und habe in Leipzig an der damaligen Karl-Marx-Universität Chemie studiert. Ich bin aber eigentlich schon mit der Diplomarbeit in ein Gebiet gekommen, welches interdisziplinär anzusiedeln ist. Dieses läßt sich vielleicht am besten charakterisieren mit dem im Angelsächsischen gebräuchlichen Begriff „Materials Science"; ich glaube, im Deutschen haben wir nicht ganz den äquivalenten Begriff. Das heißt, ich bin seitdem etwa mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Werkstoffwissenschaften, der Erkundung neuer Materialien beschäftigt.

Insbesondere habe ich mich über viele Jahre hinweg mit halbleitenden Materialien beschäftigt, halbleitenden Verbindungen. Diese führen wohl neben dem Silizium ein Dasein etwas am Rande, haben aber doch immerhin in das praktische tägliche Leben Einzug gehalten und sind Ihnen allen heute schon begegnet, sei es als Leuchtdioden oder in der Fernbedienung elektronischer Geräte oder ähnlichem. Ich muß sagen, daß ich in gewisser Weise stolz darauf bin, daß ich mitwirken konnte an der Überführung solcher Dinge, die in Hochschulen und an Akademieinstituten entstanden, in die Industrie und letztlich in das täglichen Leben der damaligen DDR.

Ich habe, wie gesagt, Chemie studiert, mich dann aber immer auf diesem Grenzgebiet bewegt, insbesondere habe ich mich mit der Abscheidung dünner Schichten solcher Verbindungshalbleiter nach verschiedenen Methoden, sei es aus Metallschmelzen, aus der Gasphase, in den letzten Jahren mit Hilfe der Molekularstrahlepitaxie, beschäftigt. Das ist eine Methode, mit der man in der Tat einzelne Atome oder zumindestens wirklich abzählbar einige Atomlagen gewünschter Zusammensetzung auf Unterlagen plazieren und damit Strukturen schaffen kann,

wie sie in der Natur nicht vorkommen, die aber sozusagen eine neue Physik erlauben, die ganz neue Effekte tätigt.

Neben meiner Tätigkeit an der Universität - ich war an der Leipziger Universität als Assistent, Oberassistent und Dozent tätig - war ich viele Jahre per Delegierungsauftrag auch in der Wirtschaft tätig, insbesondere in der Optoelektronik-Industrie der DDR, auch bei Carl Zeiss Jena, wo ich mit Materialien für Infrarotoptiken befaßt war.

Im Jahre 1985 wurde ich zum Ordentlichen Professor für Kristallographie an die Humboldt-Universität berufen und bin seitdem dort beschäftigt. Meine Tätigkeit an der Universität wird in ganz naher Zukunft enden, weil im Zuge der Umstrukturierung der kleine, spezielle Studiengang Kristallographie, den es in Leipzig und in Berlin gab, leider eingestellt wird, weil schon ein paar Jahre keine Studenten immatrikuliert werden durften. Und mit dem Auslaufen des letzten Studienjahres wird meine Tätigkeit dort auch auslaufen. Es ist schwierig, an dieser Stelle zu sagen, wie man weiter aktiv sein können wird. Die Dinge sind für mich noch nicht restlos geklärt, ich darf Ihnen aber versichern, ich habe das zu Anfang schon gesagt, daß ich glücklich darüber bin, zum Mitglied dieser hochansehnlichen Gelehrtengesellschaft gewählt worden zu sein. Ich darf Ihnen also versichern, daß ich auch künftig mein Anliegen darin sehen werde, in der Wissenschaft tätig zu sein und für die Propagierung der Wissenschaft zu wirken. Ich werde mich bemühen, auch mit dazu beizutragen, daß der Wissenschaftsbetrieb nicht zu sehr verkommt zu einem Jahrmarkt der Eitelkeit (wie das jetzt leider an der Universität der Fall ist). Wir haben dementsprechende Verpflichtungen, die ja auch vorhin vom Präsidenten vorgetragen worden sind. Ich danke Ihnen nochmals für die Wahl.

Adolf Kossakowski

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren! Auch ich möchte mich zunächst erst einmal recht herzlich bedanken für Ihr Vertrauen, das Sie mit meiner Zuwahl zum Ausdruck gebracht haben.

Ich bin Psychologe der Richtung Persönlichkeits- und Entwicklungspsychologie mit sozialpsychologischer Orientierung. Mein Weg zur Psychologie führte über meine Tätigkeit als Lehrer, zu der ich in der Lehrerbildungsanstalt , dann in einem Lehrerbildungskurs und schließlich an der Universität Rostock ausgebildet wurde. Ich habe dann das Psychologiestudium in Rostock und dann ab 1956 in Leipzig aufgenommen, habe dort die Aspirantur A und die Aspirantur B durchlaufen, was mir nebenbei gesagt, jetzt bei der Rentenberechnung tüchtig auf die Beine fällt. Ich bin 1966 Dozent und dann 1969 Professor an der Universität in Leipzig geworden. Meine hauptsächlichen Arbeitsgebiete waren zunächst einmal

Bedingungen für die Entwicklung der Persönlichkeit in unterschiedlichen Perioden des Kindes- und Jugendalters, speziell in der Pubertät. Ich hatte mich dann längere Zeit mit der Entwicklung psychischer Voraussetzungen zu selbständigem und eigenverantwortlichem Handeln zugewandt, ein Thema, das in der DDR nicht allzusehr gefragt war, jetzt allerdings noch weniger. Ich habe mich dann psychologiehistorischen Arbeiten, vor allen Dingen zur Psychologie in der DDR, speziell zur pädagogischen Psychologie, zugewandt und tue das teilweise jetzt noch. Ich war längere Zeit Direktor für Psychologie an der Universität Leipzig, dann an der Akademie für Pädagogische Wissenschaften , war auch Vorsitzender der Gesellschaft für Psychologie in der DDR und wirkte von hier aus in mehreren internationalen Gremien. Ich war z.B. Mitbegründer der International Society for the Study of Behavior Development, Vorsitzender des Komitees für psychologische Friedensforschung in The International Union of Psychology.

Nach der Schließung der Akademie wurde ich ohne Evaluation entlassen mit dem Ratschlag, mich als 62jähriger im Interesse weiterer Arbeitschancen umschulen zu lassen. Ich habe dafür sehr herzlich gedankt. Seitdem arbeite ich auf fachlichem Gebiet weiter, allerdings bin ich auch sehr aktiv tätig in der Gesellschaft zum Schutz von Bürgerrecht und Menschenwürde sowie im Vorstand der Alternativen Enquete-Kommission, und einige von Ihnen werden wahrscheinlich die Tätigkeit kennen, wir haben bereits drei Weißbücher „Unfrieden in Deutschland", das letzte über Volksbildung und Pädagogische Wissenschaften, herausgebracht, um dort zu zeigen, daß eben nicht die gesamte Lebensperiode von Lehrern und Wissenschaftlern eine umsonst gelebte Periode gewesen ist.

Meine Damen und Herren, von diesen beiden Gremien bin ich gebeten worden, Sie zu bitten, gegen den Beschluß des Landtages Mecklenburg/Vorpommern Stellung zu nehmen, wonach alle nach dem 9. November 1989 entlassenen Hochschuldozenten und Professoren sich um die Weiterführung ihrer Titel bis zum 30. 6. 1994 , also bis heute, zu bewerben haben. Die Evaluation soll durch eine Ehrenkommission, durch eine Personalkommission des Landes vorgenommen werden , und die Ministerin Schnoor, eine Lehrerin, will dann darüber befinden. Dies würde auch unseren sehr verehrten letzten Akademiepräsidenten Professor Klinkmann betreffen. Ich finde, daß dies ein diskriminierender Akt ist, der gegen die Zusicherung des letzten DDR-Wissenschaftsministers und gegen den Einigungsvertrag verstößt, in dem ausdrücklich steht, das Recht auf Führung erworbener staatlich anerkannter oder verliehener Berufsbezeichnungen, Grade oder Titel bleibt in jedem Fall unberührt. Hier in Mecklenburg wird der erste Versuch unternommen, das zu unterlaufen , die Diskriminierung auf die Spitze zu treiben, und ich glaube, wir als Mitglieder der Sozietät sollten unsere Autorität auch dagegen einsetzen.

Hubert Laitko

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren, erlauben Sie mir, meinen herzlichen Dank für die mir mit meiner Zuwahl erwiesenen Ehre mit einigen erläuternden Worten zu untersetzen, die mir als Wissenschaftshistoriker in dieser Situation vielleicht zustehen. Mir scheint, in der Leibniz-Sozietät ist der Akademiegedanke wieder zu seinen Anfängen zurückgekehrt, zu den gelehrten Gesellschaften des frühen 17. und des 18. Jahrhunderts , in denen wissenschaftliche Leistung, Erfolg und Reputation nicht allein nur mit den Kräften der Mitglieder erreicht, sondern auch mit den Mitteln der Mitglieder gewährleistet worden ist. So darf ich wohl davon ausgehen, daß es angesichts der Verhältnisse, unter denen die Leibniz-Sozietät arbeitet, ganz und gar ausgeschlossen ist, in dieser Vereinigung einen Startpunkt für Karrieren oder ein Mittel zu deren Befestigung zu finden. Allein die Liebe zur Wissenschaft und die Verantwortung für die Wissenschaft können heute noch Motive sein, in dieser Sozietät mitzuwirken. In eine solche Gemeinschaft aufgenommen zu sein ist für mich eine Freude und hohe Ehre.

Mein Name ist Hubert Laitko, ich habe nach einem Studium der Journalistik und der Philosophie in Leipzig eine Doktoraspirantur an dem von Hermann Ley begründeten und geleiteten Lehrstuhl für philosophische Fragen der Naturwissenschaft an der Humboldt-Universität absolviert und danach einige Jahre am Philosophischen Institut dieser Universität gearbeitet. Die Ende der 60er Jahre einsetzende Vorbereitung zur Gründung eines Instituts für Wissenschaftstheorie und -organisation (IWTO) - später: Institut für Theorie, Geschichte und Organisation der Wissenschaft (ITW) - an der Akademie der Wissenschaften waren für mich der äußere Anlaß, mich dem Gebiet der Wissenschaftsforschung zuzuwenden und allmählich den Übergang von der philosophischen Beschäftigung mit Naturwissenschaften als spezifischen Formen der menschlichen Erkenntnis zu Forschungen über die soziale Existenzweise und Fragen ihrer Organisation zu vollziehen. Diesem Institut gehörte ich von der Gründung bis zu seiner Auflösung reichlich 20 Jahre an, zunächst als Leiter einer Forschungsgruppe, dann als Bereichsleiter. In diesem Institut setzte sich, maßgeblich gefördert durch seinen Direktor, Günter Kröber, bald die Einsicht durch, daß die Wissenschaftsforschung ohne eine gut ausgebaute historische Komponente nicht entwicklungsfähig ist. Mit dem Aufbau dieser Arbeitsrichtung wurde ich betraut und bin so im Laufe der Jahre von einem Wissenschaftsphilosophen zu einem Wissenschaftshistoriker geworden.

Die Abwicklung des Instituts und meine Verwandlung aus einem Bereichsleiter in einen Bezieher von Altersübergangsgeld haben am Inhalt meiner wissenschaftlichen Arbeit nichts Grundlegendes geändert, auch wenn ich von den vertrauten, von materiellen Sorgen freien Tätigkeitsformen, die sich auf die Leistungsfähigkeit eines großen Instituts stützen konnten, zur Produktionsweise eines wissen-

schaftlichen Einzelhandwerkers übergehen mußte. Nach wie vor liegt mir in erster Linie an Konzept und Programm einer allgemeinen Wissenschaftsgeschichte, verstanden nicht als disziplinfremdes, sondern disziplinübergreifendes Herangehen, und der Weg, auf dem ich dieses Anliegen auf die für mich am besten zugängliche Weise zu verwirklichen suche, ist der der Geschichte wissenschaftlicher Institutionen und Institutionalsysteme.

Diesen Weg verfolge ich in Anknüpfung an das früher Getane heute vorzugsweise in drei Richtungen. Die erste Richtung ist die Untersuchung der Geschichte wissenschaftlichen Institutionen und Institutionsnetze in Deutschland während des 18 und 19. und des frühen 20. Jahrhunderts. In diesem Zusammenhang bin ich paritätisch mit dem namhaften Wissenschaftshistoriker Bernhard vom Brocke verantwortlich für eine locker strukturierte Forschungsmeinschaft zur Geschichte der Kaiser-Wilhelm- und Max-Planck-Gesellschaft , an der etwa 50 Wissenschaftshistoriker teilnehmen, fast zur Hälfte aus den alten und aus den neuen Bundesländern, - ein für mich sehr interessantes Beispiel der Begegnung wissenschaftlicher Denkweisen. Gerade in der vergangenen Woche hat diese Arbeitsgemeinschaft in der Reimers-Stiftung in Bad Homburg ein institutsgeschichtliches Symposium absolviert, aus dem auch das erste Buch einer hoffentlich größeren Reihe von Publikationen hervorgehen wird.

Zum zweiten liegt mir besonders an der kulturgeschichtlichen Untersuchung wissenschaftlicher Aktivität in urbanen und regionalen Zusammenhängen, an einer Art historischer Wissenschaftsgeographie, wie sie heute eigentlich nur in ersten Ansätzen existiert. Natürlich ist für einen Wissenschaftler, der in Berlin lebt und arbeitet, hier der berlin-brandenburgische Raum besonders attraktiv. Bereits der von mir geleitete Bereich hatte sich darum bemüht, zum Berliner Stadtjubiläum 1987, einen ersten institutionalgeschichtlichen Überblick zu erarbeiten; die Resultate sind in einem Buch und in zahlreichen kleineren Veröffentlichungen publiziert worden. Auch gegenwärtig arbeite ich in bescheidenem Umfang auf diesem Gebiet weiter. So gehöre ich zum Initiatorkreis und zum Programmkomitee der „Dahlemer Archivgespräche" zur regionalen Wissenschaftsgeschichte des Berliner Raums, die im Januar dieses Jahres im traditionsreichen Haus des Archivs zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft begonnen haben.

Zum dritten schließlich fühle ich mich mitverantwortlich dafür, daß die Institutionalgeschichte der Wissenschaft in der DDR - abseits vom tagespolitischen Schlagabtausch - unter Nutzung unserer eigenen Zeitzeugenschaft so seriös und objektiv bearbeitet wird, wie es unter Berücksichtigung des geringen Zeitabstandes überhaupt möglich ist. Eines der Vorhaben, in die ich dabei integriert bin, ist ein von amerikanischen und deutschen Kollegen gemeinsam getragenes vergleichendes Projekt mit dem Titel „Science under Socialism - a comparative perspective". Ich hoffe, daß es mir dabei gelingen wird, die interessante und risikoreiche Spannung zwischen eigenem existentiellen Beteiligtsein und dem Ge-

bot kritisch-analytischer Distanz des Historikers zu seinem Objekt produktiv zu bewältigen.

Schließlich sei noch ein Moment erwähnt, das mit meiner wissenschaftlichen Biographie zusammenhängt. Ich bin von der Wissenschaftsphilosophie hergekommen und kehre auch gelegentlich zu ihr zurück , ohne sie so kontinuierlich wie meine historischen Gegenstände zu verfolgen. In diesem Zusammenhang würde ich mich sehr darüber freuen, wenn mir die Möglichkeit eingeräumt würde, zusammen mit anderen Kolleginnen und Kollegen der Sozietät das Meine dazu beizutragen, daß die Lücke, die der frühe Tod von Ulrich Röseberg in diesem Kreis gerissen hat, nicht mehr ganz so schmerzlich spürbar sein möge. Ich danke Ihnen.

Adolf Laube

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren. Mein Name ist Adolf Laube. Ich bin Historiker, mein Spezialgebiet sind die Grenzflächen zwischen Mittelalter und Neuzeit, d.h. zwischen den traditionellen Arbeitsgebieten des Mediävisten und des Frühneuzeithistorikers. Begonnen habe ich mit Forschungen zur Sozial- und Wirtschaftsgeschichte, speziell zur Geschichte der Städte und des Bergbaus im Mittelalter und im Frühkapitalismus. Aus diesen Forschungen sind u.a. zwei Monographien und mehrere Studien erwachsen. Ich folgte mit dieser Forschungsrichtung vor allem Anregungen, die ich von meinem Mentor, Heinrich Sproemberg, erhalten hatte. Damit ist bereits gesagt, daß ich in Leipzig studiert habe, und zwar von 1952 bis 1956, unter anderem bei den späteren Mitgliedern unserer Akademie bzw. unserer Sozietät Ernst Engelberg und Walter Markov.

In der Rückschau erwies es sich jedoch als glückliche Weichenstellung, daß mich bereits 1954 der Mediävist Heinrich Sproemberg als Hilfsassistenten und später als Assistenten angenommen und mir nicht nur das handwerkliche Rüstzeug vermittelt, sondern auch Türen in die BRD und ins Ausland geöffnet hatte. 1955 wurde ich Mitglied des Hansischen Geschichtsvereins mit der Möglichkeit, häufig an Tagungen u.a. in der BRD und in den Niederlanden teilzunehmen. 1957 ebnete mir Sproemberg auch den Weg, für meine Dissertation über Jacques Coeur Quellenstudien in Paris, Montpellier und Marseille durchführen zu können. Bis in die 60er Jahre war ich Mitglied der Société d'Histoire moderne in Paris. Das brachte mir den Vorteil früher internationaler Kontakte , die sich im Laufe der Zeit auf mehrere Länder West- und Osteuropas ausdehnten , wo ich zu Tagungen, Vorträgen bzw. im Rahmen des Professorenaustauschs eingeladen war.

In den 70er Jahren stieg ich auf die Reformationsgeschichte um. Meine zunächst rein sozialgeschichtliche Fragestellung erwies sich hier bald als zu eng, um die

mit der Reformation verbundenen Auseinandersetzungen verstehen zu können. Ein tieferes Eindringen in die Theologie war unerläßlich, wobei mir auch engere Arbeitskontakte zu Theologen und Kirchenhistorikern der DDR halfen. Zugleich ermöglichten aber die spezifischen Kenntnisse der Sozial-, Wirtschafts- und der politischen Geschichte dieser Zeit eine viel komplexere Sicht auf das Phänomen Reformation, als sie mit traditionell theologischen Sichtweisen der Kirchengeschichte oder der reinen Sozialgeschichte einschließlich der marxistischen zu gewinnen war. Das schlug sich sowohl in Gesamtdarstellungen als auch in Studien über die Reformation als Ganze oder einzelne ihrer Komponenten, zum Beispiel die sogenannte radikale Reformation, nieder.

Mein besonderes Anliegen galt jedoch der quellenmäßigen Fundierung des marxistischen Reformationsverständnisses. Ich begann mit der Sichtung und Edition von Flugschriften, d.h. jeder Art durch den Druck verbreiteter Publizistik, die rasch in den durch Martin Luther ausgelösten Streit eingriff, um den Leser zur Parteinahme für diese oder jene Richtung zu veranlassen. Die Flugschriften bilden das wichtigste Medium in der überlokalen geistigen Auseinandersetzung der Reformationszeit und damit eine wichtige Quellengattung für die Forschung. Die Originale sind über zahlreiche Bibliotheken verstreut, zum Teil Unikate und sehr wertvoll, nur zu einem kleinen Teil neu ediert, zum Teil noch nicht einmal bibliographisch erfaßt. Ich habe inzwischen über 1000 solcher Schriften gesammelt und gesichtet und rund 230 in bisher 5 Bänden ediert. Alle entstanden am Zentralinstitut für Geschichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, zum Teil in Kooperation mit dem Zentralinstitut für Literaturgeschichte. Die beiden letzten Bände konnten allerdings erst nach der Abwicklung der beiden Akademieinstitute mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft veröffentlicht werden. Das Projekt ist langfristig angelegt und in das Wissenschaftler-Integrationsprogramm aufgenommen worden. Es ist gegenwärtig an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg angebunden. An zwei weiteren Bänden wird gearbeitet.

Durch meine reformationsgeschichtlichen Arbeiten und Editionen wurde ich auch in der Reformationsforschung solcher Länder bekannt, in denen aus der Reformation hervorgegangene Glaubensbekenntnisse noch immer eine große Rolle spielen und deshalb in der Forschung besondere Beachtung finden, zum Beispiel in den USA, England, der Schweiz und Skandinavien. Ich habe dort mehrfach auf Tagungen und Vortragsreisen unsere Sicht der Reformation vertreten können und wurde in den internationalen Beirat der USA-Enzyklopädie für Reformation gewählt, die bei Oxford University Press erscheint.

Mein wissenschaftliches Leben war über die eigenen Forschungsgebiete hinaus immer auf die Gesamtheit der Mittelalter- und Frühneuzeitforschung bezogen. Ich habe 17 Jahre lang den Wissenschaftsbereich Geschichte des Feudalismus am Zentralinstitut für Geschichte geleitet, das Jahrbuch für die Geschichte des Feudalismus begründet und die ersten zehn Jahrgänge wissenschaftlich verantwortet,

über mehrere Jahre eine bilaterale Arbeitsgruppe von Mediävisten unserer Akademie und der Akademie der Wissenschaften der UdSSR geleitet und darüber hinaus alles getan, die Geschichtsforschung zu diesen Perioden als legitimen Teil der gesellschaftswissenschaftlichen Forschung zu erhalten. Zugleich war es mir ein Bedürfnis, Geschichte des Mittelalters und der frühen Neuzeit als Teil unserer Vergangenheit breiteren Bevölkerungsschichten populär zu vermitteln. Ich stehe zu dieser Arbeit.

Meine Damen und Herren, ich danke Ihnen herzlich für die Zuwahl zur Leibniz-Sozietät und verpflichte mich, im Sinne ihres Statuts für wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt und humanen Einsatz der Wissenschaften einzutreten.

Reinhard Mocek

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren! Ich bedanke mich auch für die Wahl und fühle mich geehrt. Mein Name ist Reinhard Mocek, ich bin Jahrgang 36, stamme aus bescheidenen Verhältnissen, was vielleicht nicht so nebenher gesagt sein soll, weil in dem Staat, auf den wir jetzt mit gemischten Gefühlen zurückblicken, mir eine wissenschaftliche Ausbildung auch von diesen Voraussetzungen her möglich wurde.

Ich bin nach Leipzig gegangen zum Studium der Philosophie und Biologie als Zweitfach, habe in Ernst Bloch einen philosophischen, in Gerhard Harig einen naturwissenschaftlich wie wissenschaftshistorisch gleichermaßen anregenden Lehrer gehabt. Daraus resultiert auch meine weitere wissenschaftliche Entwicklung, die auf dem Grenzgebiet von Philosophie und Naturwissenschaft in historischer Perspektive unter Einschluß wissenschaftsethischer Fragen liegt.

Eigentlich kam ich durch einen Zufall dahin. Auf dem engen Gang des Philosophischen Instituts in Leipzig stand eine riesengroße Büste, alle hielten sie für Lenin, keiner wagte deshalb, dieses die allgemeine Benutzung des Ganges behindernde Prunkstück zu beseitigen, bis Ernst Bloch herausfand, daß es nicht Lenin, sondern Hans Driesch war, Amtsvorgänger Blochs, dessen Philosophie er aber nicht mochte. Und dann ist diese Büste gleich am nächsten Tag verschwunden gewesen. Das machte mich neugierig. Ich habe dann über Driesch, den großen Humanisten und philosophierenden Biologen, auch promoviert; und so ist eigentlich meine wissenschaftliche Orientierung, wie so manches im Leben, dem Zufall zu verdanken.

Ich habe dann an der Martin-Luther-Universität in Halle in den siebziger Jahren begonnen, ein interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftstheorie und Wissenschaftsgeschichte aufzubauen. Worum es mir vor allem ging - und mit Beginn der achtziger Jahre wurde das auch möglich -, das war der Versuch, die uns in der philosophischen Kultur der DDR fast erdrückende Atmosphäre der kollektiven Intoleranz, an deren Entstehung ich mich aber mitschuldig fühle, zurückzudrän-

gen, den Dialog mit den Wissenschaftlern aus der BRD zu führen. Das Zentrum wurde 1991 abgewickelt, trotz des Protestes westdeutscher Kollegen, und ohne Evaluierung. Als der Protest im Magdeburger Ministerium landete, meinte der Staatssekretär lakonisch, ein solches Papier könne sich heute jeder beschaffen. Die Arroganz der Macht war also sofort wieder allgegenwärtig.

Nach der Wende konnte ich über ABM-Maßnahmen - ein „schönes" Wort für eine wissenschaftliche Arbeit - meine historischen Forschungen fortsetzen. Durch eine Einladung zu einem zehnmonatigen Aufenthalt in das Wissenschaftskolleg zu Berlin und den Glücksumstand, daß die DFG meine Thematik für die nächsten zwei Jahre bestätigt hat, darf ich auch weiterhin mit einer wissenschaftlichen Perspektive rechnen. Angesichts dessen, was der Wissenschaft hier insgesamt widerfahren ist, ist das wohl eher untypisch.

Abschließend möchte ich noch auf eine Überlegung verweisen, die mit dem Begriff der Leibniz-Sozietät verbunden ist. Leibniz hat bekanntlich den Begriff der Monade zentral in die Welt seiner Gedanken gestellt. Und fühlt man sich im Sinne Leibnizens als Monade, dann als solche in einer Gemeinschaft, die sich jedoch keineswegs gesichtslos einfügt in ein Kollektives und damit Gefahr läuft, zu einem Nichts zu werden. Die Monade, das ist der souveräne Mittträger eines souveränen Ganzen! Aber auch rückblickend regt die Leibnizsche Monadologie zur Reflexion an, besagt sie doch, daß nichts in der Geschichte sinnlos war.

Tomas Porstmann

Hochverehrter Herr Präsident, meine Damen und Herren, auch ich möchte Ihnen vielmals für das Vertrauen, das Sie in mich als Mitglied der Leibniz-Sozietät gesetzt haben, danken. Auch ich verspreche Ihnen, all meine Kraft für diese Sozietät einzusetzen im Sinne einer humanistischen Entwicklung der Wissenschaft.

Ich darf mich kurz vorstellen: Tomas Porstmann, geboren 1948, ebenfalls, wie einer meiner Vorredner, in Annaberg-Buchholz. Ich studierte Medizin an der Humboldt-Universität von 1966 bis 1972, arbeitete von 1972 am Institut für Immunologie. Ich habe einmal gesagt, ich habe an der Charité aufgrund von familiären Verhältnissen bereits Murmeln gespielt, ich war diesem Klinikum sehr, sehr verbunden und war auch aktiv an einem Widerstand gegen die Zerschlagung der Charité oder gegen den Stellenabbau an ihr beteiligt. Ich wurde dann belastet, und das führte zu der Einschätzung, daß ich für diese Hochschule nicht mehr geeignet bin. Diese Einschätzung wurde von der Ehrenkommission gegeben, von der Struktur- und Berufungskommission geteilt. Und folgerichtig in diesem Sinne erhielt ich durch die Präsidentin der Humboldt-Universität im August 1993 die fristlose Entlassung. Ich habe dagegen prozessiert. Die Anschuldigungen wurden zurückgenommen. Es ging mir ähnlich wie dem Kollegen Althaus: Unter diesen Bedingungen kann ich an dieser Charité nicht mehr arbeiten.

Zu meinem wissenschaftlichen Profil einige Ausführungen. Wie gesagt, seit 1972 als Assistent an diesem Institut, damals noch eine Abteilung, arbeitete ich unter der Leitung der Herren Bundschuh, Schnitzler und von Baehr in der Abteilung Immunchemie und beschäftigte mich hier mit der methodischen Entwicklung von Immunoessays, insbesondere der Festphasenimmunoessays, habilitierte auf diesem Gebiet 1984 und wurde 1987 zum Professor für Immunologie berufen. Wir haben Mitte der 80er Jahre begonnen mit der Herstellung humaner monoklonaler Antikörper mit dem Ziel, diese Antikörper für therapeutische Zwecke einzusetzen.

Bei der Analyse dieser Antikörper stießen wir auf ein Phänomen, was erst die Hybridomtechnologie ermöglichte. Der allgemeine Glaube der Spezifität der Abwehrwaffen unseres Immunsystems wurde durch diese Immunoessays, mit denen wir die Antikörper testeten, erschüttert. Wir fanden, daß diese Antikörper gar nicht so spezifisch sind, daß sie zwar auch mit dem reagierten, womit wir die Reaktion erwarteten, aber auch mit vielen anderen Substanzen. Wir haben uns, nachdem es uns möglich war, diese entsprechenden Zellinien zu fermentieren und die Antikörper in größeren Mengen zu reinigen, zu fragmentieren, mit der Frage beschäftigt, was die molekulare Ursache dieser Polyreaktivität und was der Sinn dieser phylogenetisch konstanten polyreaktiven Antikörper ist. Wir sind hier zu der Erkenntnis gekommen, daß Polyreaktivität ganz klar eine Eigenschaft der variablen Klone dieser Antikörper ist und daß diese Antikörper wahrscheinlich eine wichtige Funktion in der Abwehr gegen fremde Substanzen, insbesondere Krankheitserreger, spielen, daß sie zur Überwachung unserer körpereigenen Zellen führen, denn sie eliminieren Tumorzellen, und daß sie regulativ wirken im Sinne von Reaktionen mit Zytokinen und zytokinen Rezeptoren und damit Zellaktivierungen regulieren. Im Augenblick untersuchen wir die Art der Bindung dieser Antikörper mit den unterschiedlichen Antigenen und haben Hinweise dafür, daß die verschiedenen Antigene mit unterschiedlichsten Strukturen in den antigenbindenden Bezirken dieser Antikörper reagieren. Diese Untersuchungen setzen wir in Zusammenarbeit mit dem Pasteur-Institut in Paris fort, weil, das muß ich auch sagen, unsere Arbeitsgruppe in den letzten Jahren vollständig zerfallen ist. Einige unserer jungen Kollegen haben die Möglichkeit, ihre Forschungen am Pasteur-Institut in Paris fortzusetzen. Ich selber habe eine Diagnostik-GmbH gegründet und versuche über Fördermittel, die wir vom Bundeswirtschaftsministerium und vom BMFT erhalten, die Forschungen weiter fortzusetzen in Zusammenarbeit mit Kollegen, die an der Charité verblieben bzw. am MDC tätig sind und auch mit vielen ausländischen Kollegen, die uns in unseren Forschungen jahrelang unterstützt haben.

Dieter Spänkuch

Herr Präsident, meine sehr verehrten Damen und Herren, gewähltes Mitglied einer Gelehrtenvereinigung zu werden, ist für jeden Wissenschaftler eine hohe Auszeichnung. Sie ist Anerkennung seiner wissenschaftlichen Leistung. Ich danke Ihnen dafür, daß Sie meine Leistungen für so bemerkenswert halten, mich in die Leibniz-Sozietät aufzunehmen. Mitglied der Leibniz-Sozietät zu sein, ist aber nicht nur eine Ehrung, sondern auch Verpflichtung, im Sinne der Sozietät zu wirken und zu ihrem Wohle beizutragen.

Ich bin Jahrgang 1936, geboren in Würzburg, und wurde mit meiner Familie nach dem unsäglichen Bombenangriff am 16. März 1945, an dem „die Stadt des Weines und der Fische, der Kirchen, gotisch und barock, wo jedes zweite Haus ein unersetzliches Kulturdenkmal war, ... in fünfundzwanzig Minuten durch Brandbombe zerstört" wurde (Leonhard Frank), nach Thüringen, meiner zweiten Heimat, verschlagen. Hier besuchte ich die Landesinternatsschule Gumperda bei Kahla und die Salzmannschule in Schnepfenthal.

Als ich 1955 an der Humboldt-Universität zu Berlin mit dem Studium der Meteorologie begann, waren neben ernsthaften Überlegungen auch einfältige Erwägungen für die Berufswahl maßgebend, nämlich die, daß es in diesem Fachgebiet weniger auffiele, wenn man einmal einen Fehler machen würde. Daß diese Einschätzung ein kapitaler Fehler war, bemerkte ich bald, denn die Meteorologie war zu dieser Zeit, also Mitte der fünfziger Jahre, schon längst dem Stadium entstiegen, in dem sie, so Marc Aurel, mit der Niederschreibung billiger Allerweltserfahrungen oder dem Auflösen von Trugschlüssen gleichgesetzt wurde. „denn alles das bedurfte der Hilfe der Götter und glücklicher Umstände". Immerhin war 1950 in den USA auf der Basis der thermodynamischen Bewegungsgleichungen die erste numerische Wettervorhersage auf einer elektronischen Rechenmaschine realisiert worden. Dennoch war damals die Meteorologie als Physik der Atmosphäre eine naturwissenschaftliche Disziplin wie viele andere auch. Die Umweltprobleme, die verschärft seit Mitte der sechziger Jahre in ihrem globalen Ausmaß sichtbar wurden und die Öffentlichkeit sensibilisierten und alarmierten, führten dazu, daß der Aufgabenbereich der Meteorologie unter Einbeziehung der atmosphärischen Chemie nunmehr als Wissenschaft der Atmosphäre bedeutend erweitert wurde.

Heute spielt die Meteorologie im Bereich der Umweltwissenschaften eine zentrale Rolle. Meteorologen sitzen als gefragte Experten weltweit in entsprechenden politischen Gremien. Die Meteorologie reagierte auf diese Herausforderung zwiefach, einmal dadurch daß sie neue, wesentlich komplexere Modelle schuf, um mit Hilfe der Computertechnik die physikalisch-chemischen Prozesse in der Atmosphäre und an deren Grenzflächen zu simulieren und daraus Aussagen zu machen, und zweitens, daß sie ein verbessertes globales Beobachtungssystem aufbaute, um die Atmosphäre und die damit verbundenen Sphären - Biosphäre,

Geosphäre,- zu beobachten, ein Monitoring zu schaffen. Der Schwerpunkt meiner Arbeit lag auf dem Gebiet des Monitorings, nach meinem Studium unter Hans Ertel, Heinz Fortak und Wolfgang Böhme war ich für fast zehn Jahre am Institut für Optik und Spektroskopie, später Zentralinstituts gleichen Namens der Akademie der Wissenschaften, unter Leonhard Foitzik auf dem Gebiet der atmosphärischen Optik tätig und beschäftigte mich damals schon mit dem Informationsgehalt von Streulicht- und Extinktionsmessungen zur Ableitung von Aerosoleigenschaften, wechselte dann 1968 zum Meteorologischen Dienst der DDR; zum Meteorologischen Hauptobservatorium Potsdam, und half dort die neue Arbeitsrichtung Satellitenmeteorologie mitzubegründen, in der wir in Zusammenarbeit mit mehreren Akademieinstituten u.a. dem Institut für Kosmosforschung, dem Zentralinstitut für Optik und Spektroskopie, dem Zentrum für wissenschaftlichen Gerätebau sowie mehreren sowjetischen Einrichtungen, zunächst Fourier-Spektrometer entwickelten für den Satelliteneinsatz im Erdorbit und später dann auch, und das möchte ich als mein erregendstes wissenschaftliches Erlebnis überhaupt bezeichnen, in einen Orbit um die Venus, erregend deshalb, weil wir 1983/84, vor genau zehn Jahren, das erste Mal Spektren der infraroten Ausstrahlung der Venusatmosphäre in den Händen hielten, die vorher noch nicht gemacht worden waren, und damit auch neue Erkenntnisse über Wolkeneigenschaften und über die Zusammensetzung der Venusatmosphäre erhielten. Meine Aufgabe war bei allen diesen Messungen im wesentlichen die Interpretation der gemessenen Spektren und die Ableitung atmosphärischer Parameter aus diesen Spektren.

Ich promovierte 1965 an der Humboldt-Universität mit einer Arbeit über die Durchführung und Auswertung von Scheinwerfermessungen zur Ableitung der troposphärischen Trübungsschichten, deren experimentellen Teil ich am damaligen Heinrich-Beck-Institut für Lichtbogenforschung der Akademie in Meinungen durchführte, und habilitierte mich 1973 an der Humboldt-Universität mit Untersuchungen zu optischen Eigenschaften logarithmisch-normalverteilter Partikelkollektive.

Ich habe das Glück - und fühle mich da etwas moralisch im Hintertreffen gegenüber vielen meiner Vorredner, die hier gesprochen haben -, daß ich noch einen festen Arbeitsplatz habe, nämlich an derselben Einrichtung, die jetzt dem Deutschen Wetterdienst gehört, am Meteorologischen Observatorium Potsdam. Wir werden uns in unserer Arbeitsrichtung jetzt mit der indirekten Sondierung vom Boden aus befassen, und zwar mit denselben Methoden, die wir von Satelliten aus erprobt hatten. Diese Aufgabenstellung ist ebenso interessant wie die vorhergehende, gilt es doch, ein neues Verfahren mit einer Fülle neuartiger Informationen aus einer einzigen Messung auf seine Brauchbarkeit im Routinenetzbetrieb zu testen.

Ich darf wiederholen, daß ich meine Zuwahl zur Leibniz-Sozietät, genauso wie meine Vorredner, als Ehre und Verpflichtung betrachte, und ich möchte zum Wirken dieser Sozietät mit all meinen Kräften beitragen. Ich danke Ihnen.

Helmut Steiner

Herr Präsident, meine Damen und Herren, auch ich möchte mich bedanken für die Ehre und Anerkennung, in diese traditionsreiche Gelehrtengesellschaft gewählt worden zu sein. 1936 in einem erzgebirgischen Dorf geboren, kam ich durch die Umsiedlung 1946 in den damaligen Kreis Jerichow 1 in Sachsen-Anhalt, besuchte in Wendgräben in einem durch die Bodenreform enteigneten Schloß derer von Wulfen eine Heim-Oberschule und begann 1954 an der Berliner Humboldt-Universität mit dem Studium der Volkswirtschaft. Eine Spezialisierung mit anschließender Diplomarbeit auf dem Gebiet der ökonomischen Theoriegeschichte bei dem späteren Akademiemitglied Kurt Braunreuther war zugleich der intellektuelle und persönliche Ausgangspunkt, um seit Ende der 50er Jahre an der Seite von und mit Kurt Braunreuther das Lehr- und Forschungsgebiet auf die Soziologie als Wissenschaftsdisziplin zu verlagern. Probleme der aktuellen Entwicklung der Klassen- und Sozialstruktur in beiden deutschen Gesellschaften waren mein erstes Arbeitsgebiet, aus dem 1963 auch meine Dissertation hervorging. Eine zweijährige Tätigkeit an der Akademie der Wissenschaften der UdSSR in Moskau bot mir die Gelegenheit für verschiedenartige Studien zur soziologischen Theorie und Theoriegeschichte sowie zu vielfältigen wissenschaftlichen und persönlichen Kontakten, die sich bis in die Gegenwart bewährten und auf deren Grundlage ich auch in den letzten beiden Jahren unter für beide Seiten total veränderten Bedingungen neue Arbeitskontakte u.a. zum Moskauer Akademieinstitut für Soziologie herstellte und kürzlich als deutsches Auswärtiges Mitglied in das Redaktionskollegium der Akademiezeitschrift „Soziologitscheskij Journal" berufen wurde.

In den 70er Jahren beteiligte ich mich an den in diesen Jahren forcierten wissenschaftswissenschaftlichen Forschungen. „Bedingungen und Charakteristika natur- und gesellschaftswissenschaftlicher Schulen in Geschichte und Gegenwart" bildeten einen Gegenstand, dem auch meine Dissertation B gewidmet war. Ein Sammelband über die aktuelle internationale Rezeption von John D. Bernals „Social Function of Science" ist noch 1989 unter Beteiligung namhafter Natur- und Gesellschaftswissenschaftler aus dem In- und Ausland erschienen.

Seit Beginn der 80er Jahre beschäftigte ich mich wiederum verstärkt mit der Soziologieentwicklung, mehrere Jahren als Bereichsleiter für Theorie und Geschichte im Akademieinstitut für Soziologie und Sozialpolitik, in den letzten Jahren der Akademie als Soziologe im Zentralinstitut für Geschichte. Trotz ausdrücklich positiver Evaluierung und Empfehlung zur Weiterbeschäftigung durch den Wissenschaftsrat und verschiedener Empfehlungen anerkannter Westkollegen wurde mir eine wissenschaftliche Weiterbeschäftigung im Rahmen der institutionellen Wissenschaftseinrichtungen schließlich aufgrund „fehlender Eignung" verwehrt. Dennoch habe ich mich in den letzten Jahren durch die Begründung und Leitung der gesellschaftstheoretischen Zeitschrift „utopie kreativ", durch Forschungen, Publikationen und Lehrtätigkeit an der Universität Hannover

zur Soziologie und Sozialgechichte der DDR sowie zu sozialstrukturellen Veränderungen in der deutschen und russischen Gesellschaft der Gegenwart bemüht, als „Einzelbauer" meine wissenschaftliche Tätigkeit fortzusetzen.

Meine Wahl in die Leibniz-Sozietät verstehe ich als Verpflichtung für meine weitere Tätigkeit im Sinne dieser Sozietät.

Nachrufe

Die Teilnehmer der Festveranstaltung zum Leibniz-Tag 1994 würdigten Leben und Werk der im Berichtszeitraum verstorbenen Mitglieder der Gelehrtengesellschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR und der Leibniz-Sozietät. Die Nachrufe trug Vizepräsident Ernst Engelberg vor.

Wolfgang Weichelt

verstarb am 25. Juni 1993 im Alter von 64 Jahren nach langer, heimtückischer Krankheit, die er geduldig ertrug und gegen die er tapfer ankämpfte.

Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften, leitete er das Institut für Theorie des Staates und des Rechts seit seiner Gründung im Jahre 1972. Dort hatte sich ein Kollektiv erfahrener Wissenschaftlicher entwickelt, das vielbeachtete Forschungen zu Fragen der Staats- und Verfassungstheorie, der Staats- und Rechtsgeschichte, der Politikwissenschaft und des Völker- und Wirtschaftsrechts hervorbrachte.

Wolfgang Weichelts Publikationsverzeichnis umfaßt ein breites Spektrum von Büchern und Schriften zu diesem Problemkomplex. Mehrere seiner Arbeiten sind in Übersetzungen im Ausland erschienen.

Getreu dem Leibnizschen Verknüpfen von Theorie und Praxis engagierte er sich in gesellschaftlichen und staatlichen Ehrenämtern, um am Kriterium der Praxis seine Erkenntnisse zu überprüfen und den wissenschaftlichen Diskurs wie das öffentliche Leben mitzugestalten. Dabei setzte er sich mit ganzer Kraft und persönlicher Lauterkeit für Frieden und Sozialismus ein. Die "Abwicklung" der Gelehrtensozietät der Akademie der Wissenschaften berührte ihn so tief, daß er zu den Gründungsmitgliedern der Leibniz-Sozietät 1993 gehörte.

Wolfgang Weichelts Wirken hat hohe wissenschaftliche Ehrungen erfahren. Er war Mitglied der Akademie für vergleichendes Recht in Paris, Auswärtiges Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Ehrendoktor der Akademie für Staats- und Rechtswissenschaft Potsdam-Babelsberg.

Im Gedächtnis seiner Freunde, Kolleginnen und Kollegen wird Wolfgang Weichelt unvergessen bleiben.

Walter Markov

geboren 1909, verstarb am 3. Juli 1993 in Summt bei Berlin nach einem ereignisreichen und von den politischen Umbrüchen in seiner Zeit tief betroffenen Leben. In einer österreichisch-slowenischen Familie in Graz geboren, wuchs er im multikulturellen Milieu der Habsburgermonarchie auf und nach 1919 im selbständigen Jugoslawien. Sein Studium, vor allem der Geschichte, Geographie und Slawistik an den Universitäten Leipzig, Köln, Berlin und Hamburg, schloß er 1934 mit der Promotion in Bonn ab. Doch bald bestrafte man seinen Widerstand gegen den Faschismus mit der Verurteilung zu 12 Jahren Haft, von denen er 10 Jahre im Zuchthaus Siegburg absaß.

In Leipzig 1947 zum Professor berufen, leitete er ab 1951 das Institut für Allgemeine Geschichte, auch wenn ihm bittere parteipolitische Ungerechtigkeiten zugefügt wurden.

In der Tradition der Leipziger Universalgeschichte stehend und aus marxistischer Überzeugung heraus war Walter Markov ein Widerpart der eurozentrischen Geschichtsbetrachtung. Seine breit gefächerten Veröffentlichungen zur Dritten Welt reichten von der Typologie neuzeitlicher Kolonialsysteme über die Dominierungsmechanismen des kapitalistischen Weltmarktes zu den vielfältigen Problemen, die mit antikolonialen Revolutionen und den Wegen der Staatsbildung in Asien und Afrika verbunden sind.

Sein ureigenes Gebiet in Forschung und Lehre war die "Große Revolution der Franzosen", wie auch der Titel eines von ihm und seinem französischen Kollegen und Freund, Albert Soboul, verfaßten Buches lautet.

Markovs opus magnum, die große Biographie über den Armenpriester Jacques Roux, weist ihn als einen der bedeutendsten Forscher auf dem Gebiet der 1789er Revolution aus; meisterhaft in der literarischen Gestaltung wie quellengesättigt verbindet diese Arbeit akribische Analyse mit vergleichenden theoretischen Sichtweisen. Walter Markov war ein Meister der revolutionsgeschichtlichen Synthese, wovon auch Überblickswerke zeugen, wie die "Revolution im Zeugenstand", "Frankreich 1789-1799", "Grand Empire. Sitten und Unsitten der Napoleonszeit" und "Die Französische Revolution 1789-1799. Bilder und Berichte."

Er wirkte schulbildend und initiierte die erfolgreichen Leipziger Seminare zur vergleichenden Revolutionsgeschichte. Als Anreger umfangreicher regionalwissenschaftlicher Forschungen über Asien, Afrika und Lateinamerika engagierte er sich beim Aufbau von Lehre und Forschung in Ländern der Dritten Welt und arbeitete 1962/63 selbst als Direktor des Department of History der University of Nigeria in Nsukka.

Seit den 50er Jahren wurde er in zahlreiche internationale Wissenschaftsgremien wie die Societé d 'histoire moderne et contemporaine und die Societé des études robespierristes berufen und erhielt viele nationale und internationale Ehrungen. 1961 wählte ihn die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin und 1964 die Sächsische Akademie zu ihrem Ordentlichen Mitglied. Mit Walter Markov haben wir einen hochangesehenen Repräsentanten der deutschen Geschichtswissenschaft verloren, der sich und seinen Überzeugungen bis an sein Lebensende treu geblieben ist. Auch das bleibt uns in achtungsgebietender Erinnerung.

Helmut Haenel

Der ehemalige Direktor des Zentralinstituts für Ernährung, Prof. Dr. Helmut Haenel, verstarb am 22. September 1993 im Alter von 74 Jahren. Wie seine Vorgänger im Direktorenamt hat er die Ernährungsforschung bleibend geprägt. Seit 1952 am Hause, fesselte ihn zunächst die Frage, in welchem Maße sich die Darmflora vermittelnd und verändernd in nahrungsinduzierte Prozesse im menschlichen Organismus einschaltet. Dieser Thematik hat er sich mit der Etablierung eines mikroökologischen Forschungsbereichs mit originellen experimentellen Ansätzen und zahlreichen Publikationen gewidmet. Später wandte er sich dem Problemfeld der gesunden Ernährung und der Bekämpfung des Übergewichtes zu. Aus den dabei gesammelten Erfahrungen ergab sich für ihn in der gezielten Beeinflussung und Veränderung des Ernährungsverhaltens der Schlüssel für die Lösung zahlreicher Ernährungsprobleme.

Seine Verantwortung im Direktorenamt nahm Helmut Haenel primär als wissenschaftlichen Auftrag wahr, und im Spannungsfeld zwischen politischen Forderungen und ökonomischen Zwängen hat er eindeutig den Forschungsaufgaben und der wissenschaftlichen Qualität der Arbeitsergebnisse höchsten Rang eingeräumt. Dies hat ihm und seinem Hause einen internationalen Ruf verschafft, der sich in seiner Mitgliedschaft in der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, in der Akademie der Wissenschaften der DDR und in zahlreichen anderen in- und ausländischen Gesellschaften ausdrückte.

Seine ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden seine wissenschaftlichen Impulse und seine Menschlichkeit vermissen.

Robert Rompe

geboren 1905 in St. Petersburg, verstarb am 6. Oktober 1993. Im Laufe seines Lebens hat er wichtige Beiträge zur Weiterentwicklung der Physik geleistet. Mit spektroskopischen Arbeiten beginnend, wurde zunächst die Gasentladungsphysik sein Hauptarbeitsgebiet. Die Monographie über den Plasmazustand der Gase, die er

1939 gemeinsam mit Max Steenbeck im Jahrbuch "Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften" veröffentlichte, wurde als erstes Standardwerk über den vierten Aggregatzustand der Materie weltweit anerkannt. Seine gemeinsam mit Thouret durchgeführten Arbeiten zu Quecksilberhöchstdrucklampen schufen die Grundlagen für Lichtquellen mit hohen Leuchtdichten und Lichtausbeuten.

Robert Rompe wandte sich Anfang der vierziger Jahre gemeinsam mit dem theoretischen Physiker Friedrich Möglich der Festkörperphysik zu. Wesentliche Forschungsergebnisse betrafen die Theorie der festen Isolatoren, die Energieumwandlung in Festkörpern, vieldiskutierte Ansätze über Vielfachstöße und über die Verschiebung der Absorptionskante durch Wärmeausdehnung, Vorschläge zur Erklärung der Supraleitung. Er entwickelte auch ein tiefes Verständnis für physikalisch-chemische Probleme. Seine wissenschaftliche Neugier kannte keine disziplinären Grenzen. Gemeinsam mit Freund Möglich und dem bedeutenden Biologen Timofeeff-Ressovsky trug er Grundlegendes zur physikalischen Seite der Primärprozesse in der Treffertheorie bei. Für diese Arbeiten erhielt er kurz vor seinem Tode die Timofeeff-Ressovsky-Gedenkmedaille des Medizinisch-Radiologischen Zentrums der Russischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Robert Rompe war ein unerschütterlicher Antifaschist und aus tiefer Überzeugung Sozialist. Es entsprach seiner Grundhaltung, daß er sich in der Sowjetischen Besatzungszone und dann in der DDR in verantwortlichen Positionen für den Wiederaufbau von Lehre und Forschung sowie des geistig-kulturellen Lebens einsetzte, um damit Deutschland wahrlich zum Guten zu dienen. Mehrere physikalische Institute der Akademie und der Humboldt-Universität verdanken ihr Entstehen und ihr wissenschaftliches Profil seinem Wirken. 1953 wurde er zum Ordentlichen Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften gewählt. Robert Rompe war immer Befürworter einer vernünftigen Verbindung zwischen Wissenschaft und Industrie. Bei der Zielbestimmung großer Forschungs- und Entwicklungsvorhaben trat er stets für realistische und an den wahren Bedürfnissen der Menschen orientierte Ziele ein. Er war gegen Energie- und Ressourcenverschwendung und forderte neues Nachdenken über den Beitrag der Physik zur Lösung der brennenden Fragen der Menschheit. Solche Gedanken wollte er noch in die Arbeit der Leibniz-Sozietät einbringen; doch dann hat der Tod ihn ereilt.

Hans Mottek

ist im Alter von 83 Jahren am 24. Oktober 1993 in Berlin verstorben. In der Zeit des Faschismus emigrierte er, 23 Jahre alt, nach Israel und anschließend nach England. Nach dem 2. Weltkrieg gründete er an der Hochschule für Ökonomie in Berlin-Karlshorst das Institut für Wirtschaftsgeschichte, an dem er fast vier Jahrzehnte lehrte und forschte. Durch seine Arbeiten wurde das Institut in Verbindung mit

seinem Namen als wirtschaftshistorische Denkschule im In- und Ausland bekannt. Dazu trug zunächst sein dreibändiges Standardwerk zur Wirtschaftsgeschichte Deutschlands bei, das Tatsachenforschung mit ihrer historisch-theoretischen Durchdringung und klarer Darstellung verband. Hans Mottek fand neue Ansätze für die Erklärung bedeutsamer ökonomischer Prozesse wie die europäische Städtegründungswelle, die industrielle Revolution und den Konjunkturverlauf. Pionierleistungen gelangen ihm mit seinen Forschungen zur Entwicklung der Produktivkräfte, zum Krisenzyklus, zur Wahl der richtigen Technik in Entwicklungsländern, zum Problem von Stagnation und Wachstum, zum staatlichen Interventionismus in der Wirtschaft und zum Geldsystem.

Wirtschaftsgeschichte war für Hans Mottek ökonomische Analyse der Vergangenheit für die Gegenwart. Als origineller Denker, der neue Wege suchte und unbequeme Wahrheiten nicht scheute, trat er engagiert mit zukunftsweisenden Beiträgen zur Mensch-Umweltproblematik an die Öffentlichkeit. Seit 1969 Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, erhielt er 1972 die Möglichkeit, in deren Rahmen einen Rat für Umweltforschung zu gründen. Dieses Gremium wurde bald als politisch störend erachtet und deshalb wieder aufgelöst. Das traf Hans Mottek zwar hart, konnte ihn jedoch nicht entmutigen. Er hörte nicht auf, in Aufsätzen und Vorträgen vor der die Menschheit bedrohenden Umweltkrise zu warnen. Noch in seinem letzten Artikel, der wenige Monate vor seinem Tode erschien, rief er die Wissenschaftler der Welt auf, ihre Bemühungen im Kampf gegen die herannahende Katastrophe zu vereinen.

Um die Jahreswende 1990/91 wurde die langjährige Wirkungsstätte von Hans Mottek und sein ehemaliges Institut einfach "abgewickelt", ohne wissenschaftliche Begründung. Das war bitter für ihn, um so mehr werden wir diesem leidenschaftlich engagierten Kollegen treue Erinnerung bewahren.

Wolfgang Heinrichs

ist am 14. März dieses Jahres kurz nach der Vollendung seines 65. Lebensjahres an den Folgen einer Lungenembolie gestorben. Geboren in Danzig, übte er nach Abschluß seines Ökonomiestudiums in Rostock und Leipzig von 1951 bis 1963 Lehrtätigkeit aus, zunächst an der Verwaltungsakademie Forst Zinna und danach an der Hochschule für Binnenhandel in Leipzig. Wolfgang Heinrichs konnte trotz seiner Lehrverpflichtungen seine Promotion schon nach zwei Jahren abschließen und sich 1957 habilitieren.

1963 übernahm Wolfgang Heinrichs leitende Aufgaben im Ministerium für Handel und Versorgung, zunächst als Bereichsleiter und danach als stellvertretender Minister. Von 1969 bis 1973 Rektor der Handelshochschule, dann Direktor des Zentralinstituts für Wirtschaftswissenschaften, wurde er 1976 zum Korrespon-

dierenden und 1987 zum Ordentlichen Mitglied der Akademie der Wissenschaften gewählt.

Mehr als 10 Jahre war Wolfgang Heinrichs Mitglied des Redaktionskollegiums der Zeitschrift "Wirtschaftswissenschaft", Vorsitzender des Nationalkomitees für Wirtschaftswissenschaften der DDR und Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates für Energie- und Materialökonomie.

Er widmete sich besonders den Problemen der sozialistischen Reproduktion und der Erforschung ihrer veränderten inneren und äußeren Bedingungen. Unter seiner Leitung wurden am Akademie-Institut Studien erarbeitet, die die wirtschaftliche Entwicklung in der DDR und die Beziehungen im RGW kritisch untersuchten, Widersprüche und fehlerhafte Entwicklungstendenzen aufdeckten sowie Ansätze für nötige Veränderungen zeigten. Davon zeugen auch die "Jahrbücher für politische Ökonomie" von 1986-1989.

Wolfgang Heinrichs arbeitete auch in Gemeinschaftspublikationen mit, so im Rahmen der Weltföderation der Ökonomen, deren Exekutivkomitee er mehrere Jahre angehörte. Wir werden seine Erfahrungen vermissen.

Werner Peek

† 13.02.1994

geboren am 6. Juni 1904, verstarb in diesem Frühjahr in Bielefeld. Er war Ordinarius für Klassische Philologie an der Martin-Luther-Universität von 1950 bis zu seiner Emeritierung und gehörte der Akademie der Wissenschaften seit 1964 an. Sein spezielles Arbeitsgebiet war die griechische Inschriftenkunde, zugleich ein traditionelles Tätigkeitsfeld unserer Akademie seit ihrer Reorganisation in der preußischen Reformzeit. Werner Peeks Hauptwerk war die Sammlung griechischer Grabepigramme (Berlin 1955), der er 1958 eine zweisprachige Ausgabe "Griechische Grabgedichte" folgen ließ, welche seine Befähigung als kongenialer Übersetzer deutlich machte. Am Asklepios-Heiligtum in Epidauros gelang es ihm, neue Texte aufzufinden und zu interpretieren. Die angesehene Griechische Archäologische Gesellschaft wählte ihn daraufhin zu ihrem Ehrensenator. Desweiteren sind Peeks Forschungen auf dem Felde der spätantiken Dichtung zu erwähnen. Sie wurden gekrönt durch die Erarbeitung eines Speziallexikons zu dem sprachlich wie inhaltlich bemerkenswerten Dionysosepos des Ägypters Nonnos von Panopolis.

Mit Werner Peek endete das Leben eines Vertreters aus der alten Schule der klassischen Philologie.

Ulrich Röseberg

verstarb am 17. März 1994 in Berlin, gerade fünfzig Jahre alt, an einem heimtückischen Krebsleiden. Ein weiterhin erfolgversprechendes Forscherleben ging allzu rasch zu Ende. Röseberg publizierte besonders zu physikalischen Fragen der Physik. Mit der Geschichte der Quantentheorie und der aktuellen Diskussion um sie befaßten sich mehrere seiner Bücher. Überdies initiierte er, der Verbindung von Philosophie und Geschichte der Wissenschaften verpflichtet, interdisziplinäre Kolloquien. Seine 1984 erschienene Monographie "Szenarium einer Revolution" untersuchte Antinomien in der Entwicklung der nichtrelativistischen Quantenmechanik und baute auf umfangreichen Recherchen zu Niels Bohr auf. 1985 publizierte er seine international vielbeachtete Bohr-Biographie, die 1992 in dritter Auflage erschien, womit er sich einen bleibenden Platz unter den Physikhistorikern sicherte.

Ulrich Röseberg studierte in Moskau Physik und erwarb seine Doktorgrade in Berlin mit Arbeiten zu philosophischen Fragen der Naturwissenschaften. Fast zwanzig Jahre leitete er im Philosophischen Institut der Akademie der Wissenschaften der DDR die Arbeitsgruppe "Philosophie und Physik". 1989 übernahm er die Leitung des ganzen Bereichs und wurde 1990 Stellvertretender Institutsdirektor. Neben den Arbeiten zur Geschichte des Atomismus und zum Verhältnis von Mathematik und Wirklichkeit war seine redaktionelle Mitarbeit in der im renommierten Felix Meiner Verlag erscheinenden Zeitschrift "Dialektik" bedeutungsvoll. Röseberg förderte die internationale Kooperation seiner Mitarbeiter und stand selbst stets in engem Kontakt zu seinen Fachkollegen, wobei er vor allem die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftsphilosophen und Physikern in Moskau und Nowosibirsk pflegte. In vielen Vorträgen und Lehrveranstaltungen vermittelte er seine Erkenntnisse. Auf Grund seiner Leistungen wählte ihn die Akademie der Wissenschaften der DDR 1990 zum korrespondierenden Mitglied.

Nach der "Abwicklung" des Philosophischen Instituts konnte Ulrich Röseberg seine Studien im neugegründeten "Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie" fortsetzen. Mit vielen Plänen für die weitere Arbeit kam er 1993 von seiner Gastprofessur am "Center for Philosophy of Science" Pittsburgh zurück. Noch wenige Wochen vor seinem Tode diskutierte er mit uns in scheinbar unbeschwerter Stimmung über Strukturen der Dialektik und ihre methodische Bedeutung für das wissenschaftliche Wirken unserer Societät. Es ist bitter, ihn verloren zu haben. Wir können nur hoffen, daß sein Streben nach enzyklopädischer Zusammenarbeit und philosophisch-methodischer Klarheit weiterwirkt.