SITZUNGSBERICHTE DER LEIBNIZ-SOZIETÄT

Band 30 • Jahrgang 1999

trafo Verlag Berlin

ISSN 0947-5850 ISBN 3-89626-210-6

In	h	a	1+
	•••	I	ı.ı.

Gerd Laßner

Die Leibnizsche Monadologie aus der Sicht der modernen Naturwissenschaften >>>

Dieter Wittich

Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus" - Entstehung, Wirkung, Kritik >>>

Stephan Tanneberger

Krebsprävention: Eine Herausforderung von Wissenschaft und Gesellschaft

Vortragsresümee

Hans-Joachim Pohl

Miniaturisierter 3 µm-Laserkonverter für medizinische Anwendungen >>>

Wissenschaftliche Mitteilungen

Dietrich Spänkuch, Elena Schulz

Zum Impakt von Vulkaneruptionen auf das atmosphärische Ozon >>>

Wolf gang Böhme

Anwendung der Methode der Ensemblevorhersage bei komplexen dynamischen Systemen auf statistische Verfahren >>>

Vorgestellt

Herbert Hörz

Wilfried Schröder, Naturwissenschaft und Religion >>>

Erinnerung

(Lothar Kolditz)

Peter Adolf Thießen. Zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages. >>>

Leibniz-Tag 1999

Herbert Hörz

Bericht des Präsidenten >>>

Nachrufe >>>

Angel Balewski

Gerhard Keil

Nikolaus Joachim Lehmann

Karl Schmidt

Max Schubert

Siegfried Ziegenbalg

Gerd Laßner

Gerd Laßner

Die Leibnizsche Monadologie aus der Sicht der modernen Naturwissenschaften*

1. Einleitung

Es gibt kaum einen Gelehrten, der wie Leibniz es wagte und wagen konnte, am Ende seines Lebens sein philosophisches System in "axiomatischer Form" zusammenzufassen. Leibniz' Monadologie, geschrieben 1714, ist seine letzte Systemschrift, zwei Jahre vor seinem Tod. Dieser Schrift hat Leibniz keinen Titel gegeben. Die Bezeichnung "Monadologie", unter der sie bekannt wurde, erhielt sie erst durch den Jenaer Naturrechtler Heinrich Köhler, der sie ins Deutsche übersetzte und 1720 veröffentlichte. In weiten Kreisen, besonders auch unter der mathematisch-naturwissenschaftlichen Intelligenz, hat "Monadologie" nicht selten auch heute noch einen solch abwertenden Klang wie "Zahlenmystik", und es herrscht immer noch die Meinung vor, daß er mit den scharfen Formulierungen seines philosophischen Systems die Sache weit überzogen hat und sich im wesentlichen irrte. Daß man Leibniz bis in unsere Tage so gründlich mißdeutet, obwohl man ihn übereinstimmend als das letzte Universalgenie bezeichnet, liegt gerade an seiner Genialität. Er war mit seinen Ideen der Zeit soweit voraus, daß erst durch die mathematisch-naturwissenschaftlichen Entdeckungen unseres Jahrhunderts die Grundbegriffe seines philosophischen Systems, das er axiomatisch in den 90 Punkten seiner Monadologie zusammenfaßte, einen naturwissenschaftlich untermauerten Sinn erhalten. Man ist oft erstaunt, wie in Büchern über "Große Philosophen" oder "Große Denker" Leibniz ausgeklammert wird, obwohl schon Diderot formulierte: "Dieser Mann hat allein Deutschland so viel Ruhm gebracht, wie Platon, Aristoteles und Archimedes zusammen Griechenland."

Gleich zu Beginn des Vortrages muß ich etwas zur Interpretation des Titels sagen, Das Universalgenie Leibniz wird auch als großer Philosoph

^{*} Vortrag, gehalten im Plenum der Leibniz-Sozietät am 19. November 1998

bis in ferne Zukunft immer wieder einer kritischen Wertung unterzogen werden, ausgehend vom jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis. In diesem Sinne werden Vortragsankündigungen mit einem Titel wie der heutige in der Regel mit der Erwartung verbunden, über diejenigen Seiten der Leibnizschen Philosophie zu hören, die durch die moderne Wissenschaftsentwicklung überholt sind. Das bezieht sich besonders auf solche Formulierungen und Grundprinzipien von Leibniz wie "beste aller Welten", "prästabilierte Harmonie", "alles folgt aus einem einzigen Prinzip" usw. Dieser Vortrag ist einer solch einschränkend kritischen Wertung des Gehaltes der Leibnizschen Philosophie diametral entgegengesetzt. Kurz gesagt, will ich an einigen ausgewählten Kernpunkten der Leibnizschen Philosophie zeigen, daß diese durch die jüngsten mathematischnaturwissenschaftlichen Ergebnisse ihre volle und teilweise unerwartete Bestätigung erfahren haben.

Weiterhin: Entgegen einer weit verbreiten Meinung, daß Leibniz nur Fragmente und kein geschlossenes System der Philosophie hinterlassen hat, folge ich ganz und gar der Richtung, die unser Mitglied Hans-Heinz Holz mit seinem hervorragenden Buch "Gottfried Wilhelm Leibniz – Eine Monographie" zum Leibnizverständnis weist. Ich kann die Problematik nicht besser charakterisieren, als durch ein längeres Zitat aus einem Anfangskapitel des Holzschen Buches mit der Überschrift "Schwierigkeiten des Leibnizverständnisses" [HOLZ83, S. 12]; "Eben die Neuartigkeit der geistigen Situation Leibniz', der auf der Schwelle eines neuen Zeitalters stand, bedingt die Doppelsinnigkeit seines philosophischen Ausdrucks. Für das, was er meinte, fand er kein begriffliches Instrumentarium vor, das er hätte benutzen und verfeinern können. Er mußte vielmehr jedem Denkgebilde erst eine angemessene Form verleihen, er mußte selbst die begrifflichen Mittel entwickeln und bereitstellen, mit denen er dann arbeiten konnte. Das erschwert in höchstem Maße das Verständnis des Leibnizschen Ausdrucks. Es hilft wenig, wenn wir die Herkunft dieses oder jenes Denkgebildes, des einen oder anderen Terminus aufspüren. Im Leibnizschen System wandeln sich die Begriffe und nehmen einen eigenen, aus der Tradition nicht ableitbaren Sinn an. So ist die erste Aufgabe einer Leibniz-Interpretation, diesem Hintergrund nachzugehen in immerwährendem Überdenken der Leibnizschen Intentionen. Nichts darf ungeprüft hingenommen werden. Die "Richtigstellung der Begriffe" ist hier wie je

nicht nur der Anfang, sondern ein entscheidender Teil der Arbeit. Ist er vollbracht, so liegt der Zugang zum System offen – was bislang dunkel erschien, wird deutlich und läßt sich in einen übergreifenden Zusammenhang einordnen."

Keineswegs dürfen diese Formulierungen etwa so mißverstanden werden, als ob dadurch der willkürlichen Interpretation der Leibnizschen Philosophie Tür und Tor geöffnet würden. Ganz im Gegenteil. Ich will mich nicht scheuen, es sehr kompakt zu formulieren: Unter Leibnizscher Monadologie verstehe ich das dialektische System der Leibnizschen Philosophie, und dort, wo sein voller Gehalt erst durch die wissenschaftlichen Resultate unseres Jahrhunderts verstanden werden kann, offenbaren sich neue Seiten seines richtungsweisenden Charakters. Das betrifft keineswegs nur die philosophischen Aspekte seines Systems, sondern auch sehr detaillierte mathematisch-naturwissenschaftliche Erkenntnisse, die im Leibnizschen Sinne sowieso nicht von den philosophischen Aussagen getrennt werden können. Drei der markantesten Beispiele dieser Art sind:

- Leibniz' vollkommen richtige Auffassung von der Existenz und den Eigenschaften der unendlich kleinen und unendlich großen Zahlen und des Rechnens mit ihnen.
- Eine weit über seine Zeit hinausreichende Einsicht in das Wesen von Zeit und Raum, die erst durch Einstein und die jüngsten Entwicklungen der modernen Geometrie und deren physikalische Anwendungen die volle Bestätigung erfahren hat.
- 3. Die Formulierung des Energieerhaltungssatzes in vollkommener Allgemeinheit.

Das Leibnizbild wird bis in unsere Tage wesentlich durch die Äußerungen Voltaires über Leibniz geprägt. Ich will diese Einleitung mit einigen knappen Feststellungen darüber abschließen, nur um die Tendenz zu verdeutlichen, wie Leibniz zu verstehen ist: In der Art, wie Voltaire Leibniz interpretiert und einseitig für die von ihm in weiten Zügen selbst definierte sog. Newtonsche Philosophie Position bezieht, hat er eindeutig gefehlt, und Leibniz nicht nur "ironisch pointiert" fehlinterpretiert, sonder zweifellos gar nicht verstanden. Wollte man mit der ironischen Schärfe von Voltaire an ihn selbst herangehen, so kann man auf Voltaire gut und gern Sätze anwenden, die er selbst zur Charakterisierung von Descartes gebraucht hat [VOLT81, S. 12]: "Alsdann war seine Philosophie höch-

stens nichts als eine sinnreiche Geschichte, welche den Weltweisen jener Zeit ziemlich wahrscheinlich vorkam. ... Er trieb seine Irrtümer in der Grundlehre so weit, daß er auch vorgab, 2 mal 2 würde nicht 4 machen, wenn Gott es nicht gewollt hätte. Allein, man sagt nicht zuviel, wenn man behauptet, daß er auch in seinen Irrtümern bewunderungswürdig sei. ... Ich glaube nicht, daß man seine Philosophie mit der des Newton wirklich nur im geringsten im Vergleich setzen könne. Die erste ist ein Versuch, die andere ein Meisterstück."

Selbst Madame Du Chatelet, die Übersetzerin von "Newtons Prinzipien", unternahm in der Einleitung zu dieser Übersetzung den Versuch, das Universums Newtons mit der Metaphysik Leibniz' zu harmonisieren. In einer Rezension aus dem Jahre 1741 schreibt Voltaire: "Leibniz ist nur gekommen, um die Naturwissenschaft zu verwirren."

Mit seinen "Elementen der Newtonschen Philosophie" aus dem Jahre 1738 wurde eine Richtung der Newton-Interpretation vorgezeichnet, die vielfältig bis heute fortgeschrieben wird, sehr verschieden von den wirklichen Intentionen Newtons. Es ist bemerkenswert, wie gerade auch in der Streitfrage zwischen Newton und Leibniz über den Raum, wir werden darauf noch eingehen, Voltaire eindeutig Position bezieht. Voltaire schreibt: "Die gesamte Newtonsche Philosophie führt notwendigerweise zu der Erkenntnis von einem höchsten Wesen. Denn wenn die Welt endlich ist, wenn es leeren Raum gibt, ist die Materie also nicht notwendigerweise vorhanden.. Sie verdankt ihre Existenz also einer freien Ursache ... Sie hat die Schwerkraft von Gott erhalten." [VOLT81, S. 14].

Voltaire macht sich zwar in "Candide" geistreich über "die beste aller Welten" lustig, eine Welt, in der die Materie gesetzmäßig so existiert wie sie ist, aber er bleibt mit seinem aus heutiger Sicht abwegigen Schluß auf die Existenz Gottes weit hinter der Leibnizschen Konzeption zurück. Das gilt auch für das kompliziertere Problem der Willensfreiheit. Voltaire schreibt [VOLT81, Bd. 3, S. 290]: "Es wäre in der Tat höchst merkwürdig, daß die ganze Natur, alle Gestirne, ewigen Gesetzen gehorchen und es ein kleines, fünf Fuß großes Tier geben sollte, welches unter Mißachtung dieser Gesetze immerfort handeln könnte, wie es ihm beliebt, allein nach seinem Gutdünken. Er würde zufällig handeln, und man weiß ja, daß der Zufall nichts ist. Wir haben dieses Wort erfunden, um damit eine bekannte Wirkung irgendeiner unbekannten Ursache auszudrücken."

Im Gegensatz dazu Leibniz, der in der "besten aller Welten" zu folgenden Schluß kommt [LEIB68, Theodizee, §55]: "Durch diese Erwägung wird zugleich das sog. Faule Sophisma der Alten hinfällig, demzufolge man überhaupt nichts tun soll: wenn das, sagte man, was ich erflehe geschehen soll, so wird es auch geschehen, wenn ich nichts tue; und wenn es nicht geschehen soll, so wird es niemals geschehen, trotz aller Mühe, die ich mir gebe. ... Aber die Antwort darauf ist leicht: so gewiß die Wirkung ist, so gewiß ist auch die Ursache, die sie erzeugen wird; und wenn die Wirkung geschieht, so tritt sie auf Grund einer ihr entsprechenden Ursache ein. So ist deine Trägheit vielleicht daran schuld, daß du nichts von dem erhältst, was du dir wünschst, und daß du Übel erleidest, die du durch sorgsames Handeln hättest vermeiden können. Die Verbindung der Ursache mit der Wirkung hat also durchaus keine sklavische Notwendigkeit zur Folge, sie gibt uns vielmehr ein Mittel zu ihrer Beseitigung."

Hier ist nicht der Platz, um weiter das Problem der Willensfreiheit im Leibnizschen Verständnis abzuhandeln. Aber das Leibnizzitat ist ganz eindeutig, und widerlegt unzweifelhaft alle Fehlinterpretationen über eine schicksalhafte Vorbestimmung, die man landläufig mit den Thesen "beste aller Welten" und "prästabilierte Harmonie" verbindet.

Mit der Willensfreiheit ist mir auch ein Stichwort gegeben, um den Titel des Vortrages nochmals zu kommentieren. Die Beispiele im Vortrag sind im wesentlichen nur aus der Physik und Mathematik gewählt. Die Erwähnung der Naturwissenschaften im Titel soll markieren, daß im Vortrag die Geistes-, ökonomischen, technischen, Kulturwissenschaften etc. ausgeklammert sind. Ich möchte aber uneingeschränkt der Überzeugung Nachdruck verleihen, daß die Leibnizschen philosophischen Ideen, man kann auch sagen Entdeckungen, wie er es oft auch selbstsicher formulierte, gerade ihre Kraft bei einer künftigen erneuten Vereinheitlichung der Wissenschaften, im Sinne von Marx, beweisen werden. Unter dem Eindruck des Wandels des naturwissenschaftlichen Weltbildes formuliert das ein Jahrhundert später Heisenberg so: "... so sind doch schon deutliche Anzeichen dafür vorhanden, daß sich eine engere Verbindung der verschiedenen Wissenschaften unter anderen und neueren Gesichtspunkten anbahnt, und es kann kaum daran gezweifelt werden, daß damit das einseitige naturwissenschaftliche Weltbild des späten 19. Jahrhunderts durch andere Denkformen abgelöst wird." [HEIS44, S. 83].

Wenn auch die Beschränkung auf Beispiele aus der Mathematik und Physik durch mein Arbeits- und Erkenntnisfeld bedingt ist, so glaube ich doch, daß es für eine erneute Rückbesinnung auf die Leibnizsche Philosophie von größter Bedeutung und Stimulans ist, daß nicht nur der Philosoph sondern auch der Physiker und Mathematiker Leibniz gerade dort den Nagel auf den Kopf traf, wo man seine größten mathematisch-naturwissenschaftlichen Irrtümer zu sehen glaubte und das seit Voltaire.

Bevor wir auf den zentralen Begriff der Leibnizschen Philosophie, die Monaden, zu sprechen kommen, wollen wir zuerst auf die "Wiederentdeckung" der unendlich kleinen Zahlen durch Robinson 1960 eingehen. Das war keineswegs nur eine große mathematische Sensation, sondern bringt genau einige der Gesichtspunkte des Leibnizschen mathematischen und erkenntnistheoretischen Denkens in das Zentrum der Betrachtung zurück, die man als seine zeitbedingten Fehler interpretiert hat.

2. Infinitesimale Zahlen und die Nichtstandardmathematik

Kant selbst hat seine Resultate als "kopernikanische Wende der Philosophie" bezeichnet, eine selbstbewußte Wertung seiner Leistung, die auch heutzutage immer wieder im gleichen Sinne zitiert wird. Trotzdem ist das "Kantsche philosophische System" an den Stellen, wo er sich selbst von Leibniz abhebt, ein Rückschritt gegenüber Leibniz. Man muß in den Bewertungen nicht so rigoros wie Hegel sein [HEGE30, S. 84] "...daß die Kantische Philosophie auf die Behandlung der Wissenschaften keinen Einfluß hat haben können. Sie läßt die Kategorien und die Methode des gewöhnlichen Erkennens ganz unangefochten." Auch heute noch geben die meisten Naturwissenschaftler, sofern sie nicht die Philosophie gänzlich ablehnen, Kant einen Vorzug gegenüber Hegel, und würden deshalb die Hegelsche Kritik zurückweisen, sofern sie sie überhaupt zur Kenntnis nehmen. Um so bemerkenswerter ist die eindeutig hohe Wertung, die Heisenberg dem "Hegelschen System" zuteil werden läßt: "An einen Gedanken gliedern sich durch vielfache Bezüge neue Gedanken an, aus diesen entstehen wieder neue, bis schließlich durch die inhaltliche Fülle des von den Gedanken durchmessenen Raumes nachträglich ein getreues Abbild des gemeinten Wirklichkeitsbereiches entsteht. Diese Art der Darstellung beruht auf der Lebendigkeit des Wortes. Hier kann ein Satz im allgemeinen nicht "richtig" oder "falsch" sein. Aber man kann einen Satz, der fruchtbar zu einer Fülle weiterer Gedanken Anlaß gibt, als "wahr" bezeichnen. Das Gegenteil eines "richtigen" Satzes ist ein "falscher" Satz. Das Gegenteil eines "wahren" Satzes wird aber häufig wieder ein "wahrer" Satz sein. Die berühmteste systematische Fassung dieser "dynamischen" Darstellung der Wirklichkeit ist die Hegelsche Dialektik." [HEIS90, S. 42].

Die damit verbundenen Überlegungen öffnen auch wieder die Tore über Kant zurück zu Leibniz. Es sind Türen zu einem tieferen Naturverständis bei Leibniz, die Kant als Lücken interpretierte und von denen er glaubte, sie geschlossen zu haben. Wählen wir ein Beispiel um zu zeigen, worum es geht: Für Kant bestand an der realen Existenz von Dingen außerhalb des Menschen kein Zweifel. Die Ausführungen in der "Prologomena" zur Abgrenzung vom Berkeleyschen Idealismus können deutlicher nicht sein. Andererseits schreibt er sehr prononciert: "Der Verstand schöpft seine Gesetze (a priori) nicht aus der Natur, sondern schreibt sie dieser vor." Genau im Nebensatz liegt das Problem und ein "Rückschritt" gegenüber Leibniz. Dieser unterscheidet noch klar zwischen wirklichen Dingen und Gedankendingen. An dieser Stelle muß aber hinzugefügt werden, daß diese Bemerkungen nichts Einschränkendes über Kant aussagen sollen, sondern nur über die Rezeption seiner Ideen in der Geisteswelt. Es ist offensichtlich nicht einmal klar, wie Kant die wesentlichen Seiten der Leibnizschen Philosophie überhaupt gekannt hat. Rosenkranz schreibt noch aus der Nähe zu Kant [ROSE87, S. 33]: "Doch läßt sich nicht genau abnehmen, ob Kant Leibniz's nichtmathematischen Werken ein eigentliches Studium gewidmet hat und es ist wahrscheinlich, daß er ihn, wie auch die griechischen Philosophen, mehr aus den Berichten kannte, welche in der Wolff'schen Schule darüber herrschend waren. Höchst auffallend ist, daß er nirgends den 1765 von Raspe editierten Dialog der gegen Locke gerichteten Nouveaux essais erwähnt, in welchem für Kant so viel wichtige Anlässe gewesen wären. Überhaupt scheint dieses Buch noch immer nicht da zu sein."

Die Gedankendinge der Mathematik sind für Leibniz "Projektionen" von "wirklichen Beziehungen" zwischen den Dingen. Er unterscheidet die Gerade der Mathematik (als Gedankending), von der "wirklichen Gera-

den". Die Äußerungen Leibniz' dazu sind ganz eindeutig [LEIB66, II, Brief an de Volter, S. 322]: "Gemeinhin aber sorgen die Menschen, zufrieden, der sinnlichen Anschauung Genüge zu leisten, nicht um Gründe; daher denn die vielen Ungeheuerlichkeiten, die zum Schaden der wahren Philosophie ihren Einzug gehalten haben. So wendet man gemeinhin nur die unvollständigen abstrakten oder mathematischen Begriffe an, die das Denken gutheißt, die aber die Natur als losgelöste Existenzen nicht kennt. Von dieser Art sind der Begriff der Zeit, imgleichen der des Raumes oder der bloßen mathematischen Ausdehnung, der rein passiven Masse, der Bewegung im mathematischen Sinne usw. Hier kann man denn leicht Verschiedenes ohne Verschiedenheit fingieren, z. B. zwei gleiche Teile einer Geraden, weil ja die Gerade etwas Unvollständiges und Abstraktes ist, das man nur in der Theorie zu untersuchen hat. In der Natur aber ist jede beliebige Gerade von jeder beliebigen anderen inhaltlich verschieden. Hier kann es nicht vorkommen, daß zwei Körper einander vollkommen gleich und ähnlich sind. Auch was nur der Lage nach von einander verschieden ist, muß seine Lage, d.h. seine Umgebung zum Ausdruck bringen, es muß sich somit nicht nur der Lage nach, d. h. nicht nur, wie man gewöhnlich meint, kraft seiner äußeren Bestimmung unterscheiden."

Dieses Zitat ist in vielerlei Hinsicht äußerst bemerkenswert. Im besonderen Maße auch wegen seiner eindeutigen Hervorhebung, daß die abstrakten mathematischen Begriffe ärmer sind als die konkreten Dinge, ein Gedanke den erst wieder Hegel aufgreift in seiner markanten Auffassung des Abstrakten und Konkreten, das Konkrete als das reiche, vielseitige, unerschöpfliche, wohingegen das Abstrakte immer abgehoben, vereinfacht, ärmer ist, auch und gerade dann, wenn es "so schwierig" ist, wie die kompliziertesten mathematischen Begriffe. Wir wollen aber vor allem die Leibnizsche Auffassung vom Wesen der mathematischen Begriffe pointieren, also den Unterschied der "mathematischen Geraden" von den unendlich vielen "wirklichen Geraden", gleichzeitig aber auch ihre dialektische Einheit, denn im Sinne des "großartigsten Systems der Dialektik" von Hegel, gehört zu der wirklichen Geraden auch die gedachte mathematische Gerade. Wer hier "seinen Hegel" versteht, versteht auch Leibniz nachträglich. Aber der wirkliche Gang der Dinge führt von Leibniz zu Hegel, einen "auf die Füße gestellten" Hegel, d. h. zu einer Dialektik, die eine Dialektik der Natur ist und nicht nur eine Dialektik des Geistes.

Gerade auch bezüglich der Mathematik dominiert bei Naturwissenschaftlern eine Auffassung, die Kant den Vorzug gegenüber Leibniz gibt. Hier liegen auch die Ursachen dafür, daß man in der "Nachkantischen Periode" die Leibnizschen Infinitesimalen nicht mehr für voll genommen hat. So wirkte es wie eine "Ohrfeige für die Mathematiker", als Robinson 1960 die Leibnizschen unendlich kleinen Zahlen "wiederentdeckte". Das Problem besteht darin, daß man die dialektische Tiefe der Wirklichkeitsauffassung bei Leibniz nicht erfaßte. Objektiv war es so, daß die gesamte "Newtonsche Physik" (so wie man sie heute auffaßt, was nicht zu verwechseln ist mit den philosophischen Ansichten von Newton selbst) diese vertiefte Wirklichkeitsauffassung von Leibniz "nicht benötigte". Dabei waren auch zum Problem der unendlich kleinen Zahlen die Äußerungen von Leibniz ganz eindeutig, mit denen er auf die Einwendungen gegen sie reagierte, und die eine Wahrheitsauffassung ganz ungezwungen vorwegnahmen, die erst durch die Resultate zur "Hilbertschen Axiomatik" ihren festen Platz auch in der Mathematik gefunden hat. Damit ist allerdings nicht die formalistische Interpretation gemeint, bei der es Wahrheit im (Leibnizschen Sinne) überhaupt nicht mehr gibt, sondern nur noch Ableitbarkeit.

Bevor wir dies an den transfiniten Zahlen erläutern, lassen wir noch einmal Leibniz selbst sprechen, um weiter zu verdeutlichen, wie er das Verhältnis der gedachten mathematischen Dinge zu den wirklichen Dingen sieht [LEIB66, II, Brief an de Volder, S. 309]: "Ich sehe nun einen neuen feinen Einwand Ihrerseits voraus, der sich auf ein geometrisches Beispiel stützt, denn – so könnten Sie etwa sagen – der Begriff der Ellipse z. B, hängt nicht von einer Ursache ab, da verschiedene Ursachen dieselbe Ellipse geben können: nämlich ein Schnitt eines Kegels, der Schnitt eines Zylinders und die Bewegung eines Fadens. Die Existenz der Ellipse aber kann nicht anders begriffen werden, als daß man irgend eine bestimmte Urşache setzt. Hierauf ist nun meine weitere Entgegnung, erstens, daß, wenn es auch zum Begreifen der Wesenheit einer Ellipse nicht nötig ist, sich eine bestimmte Erzeugungsart derselben zu denken, doch weder die Ellipse noch irgend ein anderer Gegenstand seiner Wesenheit nach vollkommen begriffen werden kann, ohne daß seine Möglichkeit a priori durch eine formale Ursache bewiesen wird, die einer jeden besonderen Erzeugungsart innewohnt. ... Zweitens aber komme ich auf meine früheren

Feststellungen zurück, daß es nämlich bei unvollständigen Gegenständen, so bei den Linien oder den Figuren, einander ähnliche Inhalte geben kann, die dennoch durch verschiedene Ursachen hervorgerufen sind, wie z. B. die Ellipse, die durch einen Kegelschnitt entsteht, derjenigen, die durch eine Bewegung in der Ebene erzeugt wird, ähnlich ist. Im Gebiet der (konkreten) völlig bestimmten Objekte aber ist dies unmöglich und es kann weder eine Substanz einer anderen vollkommen ähnlich sein, noch auch ein und dieselbe auf mehrere Weisen erzeugt werde."

Leibniz verknüpft also den Inhalt mathematischer Begriffe und die mit ihnen formulierten mathematischen Wahrheiten mit konkreten praktischen Operationen und Handlungen (dem "wirklichen" Schneiden eines Kegels, der "wirklichen" Erzeugung einer Ellipse in der Ebene mit einen Faden, so wie die Gärtner bei beim Anlegen elliptischer Beete vorgehen usw.). "Auf diese Weise läßt sich auch der Ansicht Hobbes begegnen, nach der alle Wahrheiten willkürlich sein sollen, weil sie nur von Nominaldefinitionen abhängen; - wobei er nicht erwog, daß die Realität der Definition selbst nicht in unserer Wahl steht, und daß nicht alle beliebigen Begriffe sich miteinander verknüpfen lassen. Schließlich erhellt hieraus auch der Unterschied zwischen wahren und falschen Ideen."[LEIB66, I, S. 26]. Diese Leibnizsche Auffassung vom Wahrheitsgehalt der Mathematik wurde in der "Mathematikphilosophie" unseres Jahrhunderts bisher vornehm umgangen. Wenn sie von "Nichtmathematikern" vertreten wird, hat man sie in der Regel aus mathematischen Fachkreisen hart attackiert. Aber an Leibniz wagt man sich nicht so direkt heran. Ihm kann man kaum unterstellen, daß er nicht wußte, was Mathematik ist. Nun ist man durch die "Wiederentdeckung" der unendlich kleinen Zahlen eines besseren belehrt worden. Daß man den Differential- und Integralkalkül auch ohne die unendlich kleinen Zahlen streng begründen kann, sagt nämlich über die Existenz der unendlich kleinen (und großen) Zahlen noch gar nichts aus. Die Begründung dieses Kalküls aus dem Grenzwert beraus war für Leibniz nie zweifelhaft. Man kann sie auch den Newtonschen Zugang zur Infinitesimalrechnung nennen. In der "wirklichen Existenz" der Differentiale dx, dy als unendlich kleine Zahlen liegt aber viel mehr. Sie können als mathematische Begriffe genauso von der Realität abgezogen werden, wie der Begriff der Ellipse. Es ist aber eine reichere Realität, nicht mehr die der "Statik" der Antike sondern die der "dynamischen Physik" des 17. Jahrhunderts.

Wie schon gesagt, war die Begründung der Nichtstandard-Mathematik durch ROBINSON zu Beginn der 60er Jahre ein gewaltiger Paukenschlag in der Mathematik und eine von den "kanonischen Wissenschaftlern" schon nicht mehr erwartete Bestätigung der Leibnizschen Konzeption der infinitesimalen Zahlen als "wirkliche Zahlen" und nicht nur als eine Umschreibung von Grenzübergängen. Uspenski weist darauf hin, daß in der Chemie zur gleichen Zeit, 1962, eine ähnliche Revolution stattfand, nämlich die Entdeckung, daß Edelgase doch Verbindungen eingehen können. Er schreibt dann: "Stellen wir uns einmal vor, daß man jeden Chemiker, der bis zu dieser Zeit nach dem Einbau von Edelgasen in Verbindungen suchte, mit Schmach aus den Laboratorien ausgeschlossen hätte. Diese Schmach kann man mit der vergleichen, mit der zu jener Zeit jeder Mathematiker belegt wurde, der sich mit der Erforschung der unendlich kleinen Zahlen befaßte." [USPE87, S. 108]. Die Bewertung dieser neuen Entdeckung ist bis heute keineswegs abgeschlossen, weil sie tief in die Grundbegriffe eingreift, wie wir gleich noch andeuten werden. Außerdem sind sie ein überzeugendes Beispiel dafür, wie man sich auch in der Mathematik Entdeckungen verbauen kann, wenn man mit falschen philosophischen Vorstellungen ein Problem bewertet. Da das Denken sich ständig weiterentwickelt, darf man bekanntlich nicht mit neuen Begriffsinhalten an die Bewertung früherer Epochen herangehen. Aber in diesem Fall liegen die Dinge in der Tat anders, weil große Mathematiker wie Leibniz und ein halbes Jahrhundert später Euler souverän mit den unendlich kleinen Zahlen operiert haben. Nun ist nichts dagegen einzuwenden, daß man Ende vorigen Jahrhunderts eine sogenannte "exakte Begründung" der reellen Zahlen gegeben hat, die dem Stand der damaligen mathematischen Forschung entsprach. Aus philosophischer Sicht ist aber keinesfalls zu akzeptieren, daß man in der anschließenden Epoche dann in "Fachkreisen" der Mathematiker davon überzeugt war, daß es die unendlich kleinen Zahlen nicht geben kann, weil sie nicht in das axiomatische Schema paßten. Das ist um so bemerkenswerter, da die Frage nach der Existenz der unendlich kleinen Zahlen sich im Begriffssystem der Mathematik in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts zu einem innermathematischen Existenzproblem wandeln ließ, unabhängig davon, welchen Standpunkt man zum Verhältnis zwischen der Existenz im Sinne der Mathematik und der "wirklichen Existenz" im Sinne der Philosophie bezog. Wir wollen das

jetzt erläutern und werden uns dabei mit einigen mathematischen Grundbegriffen bekannt machen.

Fundamentale algebraische Grundbegriffe sind die Begriffe Gruppe, Ring, Körper, die in diesen Vortrag auch erläutert werden. Es gibt keinen Grund, diese Begriffe nicht in eine wissenschaftliche Allgemeinbildung aufzunehmen, so wie man auch die Begriffe Gen, Katalysator, Molekül etc. als Bestandteile einer wissenschaftlichen Allgemeinbildung akzeptiert.

Kurz gesagt ist ein Körper (in der Algebra) eine Gesamtheit von Dingen a,b,...x,y,... mit denen man so rechnen kann, wie mit den reellen Zahlen. Wir wollen eine Liste von Axiomen dafür zusammenstellen:

(2,1)

Gesetze der Addition

- (1) a + (b+c) = (a+b)+c (Assoziativgesetz)
- (2) a+0 = a (Existenz der Null; neutrales Element der Addition)
- (3) a + (-a) = 0 (Existenz des inversen Elementes)
- (4) a+b = b+a (Komutativgesetz)

Gesetze der Multiplikation

- (5) $a \cdot (b \cdot c) = (a \cdot b) \cdot c$ (Assoziativgesetz der Multiplikation)
- (6) $a \cdot 1 = a$ (Existenz der Eins; neutrales Element der Multiplikation)
- (7) $a \cdot (1/a) = 1$ falls $a \neq 0$ ist. (Existenz des inversen Elements)
- (8) $a \cdot b = b \cdot a$ (Kommutativgesetz)
- (9) $a \cdot (b+c) = a \cdot b + a \cdot c$ (Distributivgesetz)

Außerdem gibt es noch die Axiome der Ordnung, wie z. B. aus a >b und b > c folgt a > c usw., die wir uns jetzt schenken.

Wenn in einer Gesamtheit R zwar eine Multiplikation und eine Addition definiert ist, aber im allgemeinen kein inverses Element der Multiplikation existiert, wenn man also (7) wegläßt, so nennt man eine solche algebraische Gesamtheit einen Ring. Die ganzen Zahlen bilden einen Ring. Das Rechnen mit den ganzen Zahlen genügt allen Axiomen ohne (7). Genauer ist es ein Ring mit 1. Wenn man auch noch das Axiom (6) wegläßt, so erhält man einen Ring ohne Eins. Ein Beispiel dafür ist die Menge der geraden Zahlen. Für das Rechnen mit ihnen gelten alle Axiome außer (6) und (7).

In der streng formalistischen Auffassung der Axiome spielt es keine Rolle, was die Elemente des Zahlkörpers sind, die Hauptsache ist, daß das Axiomensystem widerspruchsfrei ist. Daß man diese Widerspruchsfreiheit nicht abschließend beweisen kann, sondern letztlich nur durch die "Praxis" bestätigen kann, auch wenn es lediglich eine "theoretische" oder mathematische Praxis ist, ist seit den Resultaten von Gödel Allgemeingut auch der Mathematik geworden. Gleichzeitig öffnet das auch einen Weg zurück zu Leibniz. Denn er war unmißverständlich der Meinung, daß der widerspruchsfreie Umgang mit Objekten deren Existenz begründet. Er schreibt [LEIB66, I, Brief an Varignon, S. 98]:"Man kann somit die unendlichen und unendlich kleinen Linien - auch wenn man sie nicht in metaphysischer Strenge und als reelle Dinge zugibt, - doch unbedenklich als ideale Begriffe brauchen, durch welche die Rechnung abgekürzt wird, ähnlich den sog. imaginären Wurzeln in der gewöhnlichen Analysis, wie z. B. √-2. ... Ebenso könnte man unseren Kalkül der transscendenten Kurven nicht aufstellen, ohne von Differenzen zu sprechen, die im Begriff sind zu verschwinden, wobei man ein für allemal den Begriff des Unvergleichbarkleinen einführen kann, statt stets von Größen zu reden, die unbegrenzter Verminderung fähig sind.... alles, um damit Begriffe zu bezeichnen und aufzustellen, die zur Abkürzung der Rechnung dienen, und die in Realitäten ihre Grundlage haben." In heutiger Sprechweise heißt das, man kann den Körper R der reellen Zahlen zu einen größeren Zahlkörper *R erweitern, der auch genügend viele (um Differential- und Integralrechnung zu treiben) unendlich kleine und unendlich große Zahlen enthält.

Daß es einen solchen Zahlkörper gibt, war genau die Entdeckung Robinsons [ROBI63]. Er hat erstmals auf einem Seminar im Herbst 1960 darüber vorgetragen. Aber auch für Leibniz, Euler und v.a. war es nicht zweifelhaft, daß es diesen größeren Zahlkörper gibt, auch wenn das für sie einfach bedeutete, daß man mit diesen Objekten widerspruchsfrei rechnen kann. Den Begriff des Zahlkörpers gab es damals noch nicht. Man kann sich wirklich wundern, warum die Mathematiker sich dazu hinreißen ließen, so nachdrücklich zu behaupten, das diese unendlich kleinen Zahlen nicht existieren. Hätten sie doch auch in der streng formalistischen Denkweise mit der Ablehnung eines solchen Zahlkörpers solange warten müssen, bis seine Widersprüchlichkeit gezeigt war, was natürlich nicht mög-

lich ist, wie wir jetzt wissen, da es einen solchen Zahlkörper "wirklich" gibt.

Wie kommt man nun zu einem solchen Zahlkörper *R, der die gewöhnlichen reellen Zahlen enthält, aber außerdem noch hinreichend viele unendlich große und damit auch unendlich kleine Zahlen, so daß die Infinitesimalrechnung möglich wird. Eine meisterhafte kurze Darstellung der Konstruktion dieser neuen Zahlen findet man in dem hervorragenden Buch "Zahlen" [EBBI88]. In unserem Zusammenhang ist außerdem an der Darstellung in diesem Buch noch bemerkenswert, daß sie direkt an die Leibnizschen Vorstellungen anknüpft. Die Autoren dieses Buches sind alle sehr namhafte Mathematiker, die sich somit eindeutig zur Tragweite der Leibnizschen Konzeption positionieren. Man liest dort auf Seite 257:

"Bevor wir in den nächsten Paragraphen alles dies und mehr zeigen werden, wollen wir jetzt, ausgehend von den Aussagen, die etwa Leibniz und l'Hospital über das unendlich Kleine und den Umgang damit gemacht haben, einen Weg aufzeigen, der basierend auf einer einzigen, sehr natürlichen Forderung fast zwangsläufig zu dem von Robinson benützten *R führen wird.

Wie wir schon erwähnten, war man sich früher durchaus darüber im klaren, daß Größen wie etwa dx oder f(x+dx) nicht einfach reelle Zahlen sein können. Zu Beginn seines Lehrbuches "G.F.A. de Analyse des infiniments petits" (Paris 1696) gibt der Marquis de l'Hospital folgende Definitionen:

"Definition I. Variable Größen sind solche, die stetig ab- oder zunehmen. Und konstante Größen sind solche, die beständig gleich bleiben, während andere sich ändern…".

"Definition II. Der unendlich kleine Teil, um den variable Größen ständig zu- oder abnehmen, heißt das Differential dieser Größe."

Eine Größe wie etwa dx ist also etwas Variables, etwas, was "mit der Zeit" variiert werden kann. Leibniz schreibt im Jahre 1702 in einem Brief an den Pariser Professor Pierre Varignon u. a.: "Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen daß die unvergleichlich kleinen Größen, selbst in ihrem populären Sinn genommen, keineswegs konstant und bestimmt sind, daß sie vielmehr, da man sie so klein annehmen kann wie man will, in geometrischen Erwägungen dieselbe Rolle wie die Unendlichkleinen im strengen Sinne spielen".

Mit den unendlich kleinen Größen meint Leibniz hier die von ihm eingeführten Differentiale.

Diese Zitate legen unserer Ansicht nach nahe, die Größe dx als eine (variable) Funktion anzusehen (sagen wir – als eine Funktion der Zeit –), die auf die Dauer immer kleinere relle Werte annimmt. Dagegen kann etwa die Zahl 2 als eine Funktion der Zeit angesehen werden, die konstant den Wert 2 hat. Dabei ist es unerheblich, ob die Zeit kontinuierlich abläuft oder nicht. Soweit das Zitat.

Gehen wir genau nach dieser Methode vor, so können wir die Menge Rvar (var für variabel) aller Folgen reeller Zahlen

$$R_{var}: a = (a_1, a_2, a_3, ...)$$

betrachten. In R_{var} ist die Menge R der reellen Zahlen eingebettet, wenn wir z.B. 2 mit der konstanten Zahlenfolge (2, 2, 2, ...) identifizieren. In R_{var} gibt es aber auch wachsende Zahlenfolgen, die dann auf die unendlich großen Zahlen führen. Eine solche Folge hat einen speziellen Namen

$$\omega = (1, 2, 3, ..., n, n+1, ...)$$

Nun kann man diese Folgen schon addieren und multiplizieren, indem man alle Rechenoperationen komponentenweise ausführt. Nur die Division ist nicht uneingeschränkt definiert, da die Folgen Nullen enthalten können, wie etwa die Folge (1, 0, 1, 0, ...). Jedenfalls ist aber R_{var} bereits ein Ring, also auch eine Erweiterung des Ringes der reellen Zahlen. Das Problem der Division wird sich mit erledigen, wenn wir eine noch ganz andere Frage beachten. Im Sinne der Herangehensweise werden wir zwei Folgen, die sich nur am Anfang unterscheiden, als äquivalent ansehen, da es uns nur auf den Verlauf der "variablen Größe" ankommt. Also werden wir z. B. die Folge ω äquivalent zur Folge (2,2,2,2,5,6,...,n,n+1,...) ansehen. Das bringen wir etwas eleganter zum Ausdruck, indem wir die Menge D aller Folgen einführen, die ab einer gewissen Stelle nur noch Nullen haben, $d = (d_1,d_2,d_3, ... 0,0,0, ...)$. Dann nennen wir zwei Folgen a,b äquivalent mit dem Zeichen \sim , wenn ihre Differenz in D liegt,

(2.4)

 $a \sim b \iff b - a \in D$

Wenn man Folgen aus D addiert oder multipliziert, erhält man wieder Folgen aus D, denn an den unendlich vielen Nullen ab einer gewissen Stelle ändert sich nichts. D ist also selbst ein Ring (ohne Eins). Außerdem ist das Produkt a•d einer beliebigen Folge a mit einer Folge d ∈ D wieder eine Folge aus D, also R_{var} • D ⊂ D. Ein solcher Teilring heißt Ideal. Hieraus lernen wir, daß ein Ideal eine Äquivalenzrelation definiert, die mit den algebraischen Operationen verträglich ist, und umgekehrt entspricht jeder solchen Äquivalenzrelation ein Ideal. Das liefert uns die Möglichkeit, eine maximale Äquivalenzrelation auszuwählen. Wir haben dazu nur ein maximales echtes Ideal Dmax auszuwählen (dieses ist nicht eindeutig bestimmt), das D enthält, $D \subset D_{max}$. Wir nennen nun zwei Folgen a, b äquivalent wenn ihre Differenz in Dmax liegt. Auch dafür verwenden wir das gleiche Symbol ~. Die Menge *R der maximalen Äquivalenzklassen ist nun ein Körper. Daß man in *R addieren und multiplizieren kann, hatten wir uns schon überlegt. Es ist nun eine Konsequenz der Maximalität der Äquivalenzrelation, daß man in *R auch uneingeschränkt dividieren kann, sofern der Teiler von Null verschieden ist. Das einzusehen erfordert allerdings eine etwas diffizilere Betrachtung, die wir uns hier schenken.

*R ist nun aber nicht nur ein Körper sondern sogar ein geordneter Körper. Ein Element von *R nennen wir positiv, wenn es durch eine Folge a repräsentiert werden kann, deren Elemente alle positiv sind (größer oder gleich Null). Wir wollen uns jetzt als einzige Übung vergegenwärtigen, daß *R unendlich große Zahlen enthält. Eine solche Zahl ist ω , es ist die Äquivalenzklasse, die durch die Folge (2.3) repräsentiert wird. Warum ist die transfinite Zahl ω größer als jede gewöhnliche reelle Zahl? Dazu überlegen wir uns, daß wir x durch die konstante Zahlenfolge (x,x,x,...) repräsentieren wollten. Auf Grund der Äquivalenzrelation ist sie aber auch durch jede Folge repräsentiert, die am Anfang beliebig viele Nullen hat, und dann konstant gleich x ist. Ebenso können wir in ω am Anfang erst beliebig viele Nullen setzen, also

(2.5)

$$x \sim (0,0,0,...x, x, x, ...)$$

 $\omega \sim (0,0,0,...k, k+1, k+2, ...)$

Dabei ist k frei wählbar und wir können es größer als x wählen. Somit sehen wir unmittelbar, daß ω größer als x ist. Da ω unendlich groß ist, ist $\varepsilon=1/\omega$ unendlich klein. ω ist aber keineswegs die kleinste unendlich große Zahl. Die gibt es nicht, denn auch die Zahlen ω - 1, ω - 2, ω -3, ... sind unendlich groß.

Wir haben somit einen Zahlkörper $*R \supset R$ gefunden, der echt umfassender als der Körper der reellen Zahlen ist. Etwas verblüffend ist nun, daß sich alle reellen Funktionen f(x) auf natürliche Weise für alle nichtstandard Zahlen, unendlich große und unendlich kleine, definieren lassen, aber es springt trotzdem sofort ins Auge. Sei x^* eine beliebige transfinite Zahl, so wird diese durch eine Folge $(x_1, x_2, x_3,...)$ repräsentiert. Wir haben nun $f(x^*)$ nur als diejenige Zahl zu nehmen, die durch die Folge $(f(x_1), f(x_2), f(x_3),...)$ repräsentiert wird.

Es besteht kein Zweifel, daß Leibniz, wenn man ihm diese Aussagen zu lesen gäbe, sagen würde: "Genau so habe ich es gemeint". Sie werden sich fragen, soll denn das alte Problem der unendlich großen und unendlich kleinen Zahlen tatsächlich eine solch einfache Lösung haben? Es hat diese "einfache Lösung". Die ganze Problematik steckt in der Maximalität der Äquivalenzrelation ~ oder anders gesagt, in der Existenz eines solchen maximalen Ideals D_{max}. Solche Begriffe hat man erst seit einem Jahrhundert nach der Begründung der Mengenlehre und dann der modernen Algebra ausformuliert. Historisch kann man sowieso nie sagen, was wäre wenn, aber es gibt gar keinen Zweifel, daß wenigsten bereits in den 30er Jahren der Körper der nichtstandard Zahlen hätte gefunden werden könne, hätte es nicht eine "Ideologie" gegen die reale Existenz der unendlich kleinen Zahlen gegeben. Denn all die komplizierten logischen Konstruktionen, die durch Gödel im Zusammenhang mit seinem berühmten Theorem und dann durch viele andere in die mathematische Diskussion eingebracht wurden, hätten ohne weiteres zu dem Körper *R der nichtstandard Zahlen führen können, den erst 30 Jahre später Robinson entdeckte. Bevor wir die Brücke zu Betrachtungen aus der Logik schlagen,

soll noch ein Wort dazu gesagt werden, wie sich die Leibnizschen Differentialbetrachtungen in diesem "exakt konstruierten" Zahlkörper *R nun darstellt.

Eine Zahl wollen wir endlich nennen, wenn sie sich durch irgendeine gewöhnliche reelle Zahl beschränken läßt. Für zwei endliche Zahlen x,y schreiben wir x \approx y, wenn die Differenz x-y unendlich klein ist. In unserem erweiterten Zahlkörper *R haben wir also zwei Gleichheitsbegriffe. Die elementweise Gleichheit x = y, wenn also y die gleiche Zahl wie x bezeichnet und die infinitesimale Gleichheit x \approx y, wenn der Unterschied zwischen den beiden Zahlen unendlich klein ist. Für gewöhnliche reelle Zahlen fallen diese beiden Gleichheitsrelationen zusammen. Andererseits gibt es unter allen Zahlen y, die zu einer endlichen Zahl x infinitesimal gleich sind, eine gewöhnliche reelle Zahl xst , die man den Standardanteil von x nennt. Ist nun x_0 eine gewöhnliche reelle Zahl und dx eine unendlich kleine Zahl, so ist natürlich $(x_0 + dx)^{st} = x_0$. Dies hat nun sofort die Differentialrechnung zur Folge, so wie sie die "Alten" gehandhabt haben. Ist $y = x^2$, so folgt für ein gewöhnliches reelles x

(2.6)

$$dy = (x + dx)^2 - x^2 = 2x dx + dx^2$$
, also

$$\frac{dy}{dx} = 2x + dx$$
, und indem man zum Standardanteil übergeht,

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)^{st} = (2x)^{st} = 2x.$$

Man muß also nur den Zusammenhang zwischen einer Zahl und ihrem Standardanteil ständig im Hinterkopf haben, und sofort wird das Rechnen mit Differentialen, wie es Leibniz oder Euler virtuos gehandhabt haben, vollkommen "exakt" in unserem heutigen Verständnis.

In diesem Zusammenhang ist eine Episode interessant, in der Marx eine Rolle spielt, und die in einer Monographie über "Nichtstandard Analysis" in einem speziellen Abschnitt unter der Überschrift "Karl Marx on Mysterious Differential Calculus" dargestellt ist [KUSR94, S. 7]. Verschiedentlich wird eine Kritik des unendlich Kleinen aus dem Wort "Chimäre" in folgender Marxschen Formulierung abgeleitet: "The consolation some

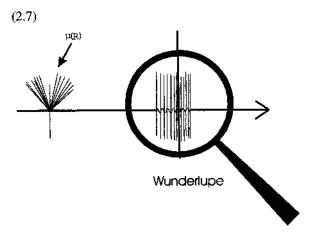
rationalizing mathematicians are tightly holding at, that in the qualitative sense dy and dx are in fact only infinitely small, that their ratio is only approaching 0/0, is a chimera". Die Autoren bemerken dazu, daß die später folgenden Marxschen Erklärungen einfach verschwiegen werden: ,.... in fact dy/dx does not denote the extravagant 0/0, but, on the contrary, it is a festive uniform for dy/dx when the latter is functioning as a ratio of infinitely small differences....". "We therefore have nothing else to do but to view increments of the variable h as infinitely small and to ascribe to them, as such, independent existence ...".

Marx jedenfalls hat "seinen Leibniz" genau verstanden, bezüglich der Existenz solch "sinnlich-übersinnlicher "Dinge wie unendlich kleine Differentiale. Wir kommen darauf im nächsten Kapitel nochmals zurück.

Nun liegt in der Konstruktion des erweiterten Zahlkörpers *R eine gewisse Willkür und man kann sich fragen, ob es noch viel mehr solche nichtstandard Zahlen gibt, als in diesem Körper enthalten sind. In der Tat ist das so. Wir hatten schon gesehen, daß jede Funktion, die für gewöhnliche reelle Zahlen definiert ist, automatisch auch für die nichtstandard Zahlen definiert ist. Aber schon Leibniz hatte viel mehr im Auge. Alles, was man über reelle Zahlen aussagen kann, gilt in entsprechend "modifizierter Form" auch für die nichtstandard Zahlen. Es ist gerade diese Herangehensweise, die im Rahmen der modernen Logik und Modelltheorie auf die "Wiederentdeckung" der infinitesimalen Zahlen durch Robinson geführt hat. Bekanntlich hatte sich zu Beginn unseres Jahrhunderts eine formal-logische Herangehensweise an die Existenzprobleme der Mathematik herausgebildet. Hilbert hat dabei eine besondere Rolle gespielt. Nach dieser Betrachtungsweise "existieren" z. B. die geometrischen Objekte Punkt, Gerade, etc. oder auch die Zahlen mathematisch wohlbegründet, wenn die Axiomensysteme, die diese Objekte beschreiben, widerspruchsfrei sind. Die Widerspruchsfreiheit sieht man etwa dadurch ein, daß man ein widerspruchsfreies Modell für die Axiome findet. Dabei muß man die Logik und Mengenlehre selbst mit in diese formalen Systeme einbeziehen, weil man sonst nicht weiß, ob man Widersprüche über die Logik oder Mengenlehre in die Mathematik einschleppt, wie die Erkenntnisse zu Beginn unseres Jahrhunderts deutlich gemacht hatten. Dabei wird der Rahmen der Mengenlehre selbst gesprengt, weil solche Begriffe wie "Menge aller Mengen" oder "Mengen aller Ordnungszahlen" selbst wi-

dersprüchlich sind. Über diese Problematik kann man sich in dem unterhaltsamen Buch von Hofstadter [HOFS85] informieren.

Die Dinge liegen nun so, daß man für eine "reichhaltige formale Sprache", die die gesamte Arithmetik enthält, auch eben nichtstandard Modelle findet, in denen solche nichtstandard Elemente aber auch nichtstandard Mengen auftreten. Weil beispielsweise jede transfinite Ordnungszahl auf eine unendlich große Zahl führt, kann die Gesamtheit der unendlich großen Zahlen keine Menge "im naiven Verständnis" sein. Da aber für jede unendlich große Zahl α der Quotient $1/\alpha$ unendlich klein ist, ist die Gesamtheit $\mu(R)$ aller unendlich kleinen Zahlen keine Menge. Diese Gesamtheit hat die Bezeichnung Monade erhalten. Es ist nicht die Leibnizsche "philosophische Monade". Allerdings ist es durchaus lohnend, den Umgang mit diesen "mathematischen Monaden" aus philosophischer Sicht zu durchleuchten. Man erhält dann gewissermaßen "mathematische Modelle" für verschiedene Eigenschaften der Leibnizschen Monaden. Schauen wir uns das Kontinuum der Geraden aus Sicht der nichtstandard Zahlen einmal an.



Um den Koordinatenursprung herum liegt also die Monade $\mu(R)$. Wir brauchen zu jeder gewöhnlichen reellen Zahl x nur alle unendlich kleinen Zahlen zu addieren und erhalten die Gesamtheit $x + \mu(R)$. Somit liegt um jeden "klassischen" Punkt der Geraden eine "Unmenge" von weiteren infinitesimalen Punkten herum. Die "wirkliche" Gerade hat also eine viel

kompliziertere Struktur, als man in der klassischen Mechanik annimmt. Sie ist nicht aus Punkten "zusammengesetzt", sondern, wenn überhaupt, aus Myriaden von Faserbündeln. Die "Wunderlupe" hat die Eigenschaft, endliche Dinge nicht zu vergrößern, aber das unendlich Kleine sichtbar zu machen. So sehen wir, daß um den Punkt herum ein unendlich kleines Stück des Kontinuums liegt, durch die Wellenlinie symbolisiert. Niemand wird abstreiten wollen, daß sich plötzlich das Problem der Bewegung eines "Massenpunktes" längs dieser "neuen Geraden", also auch alle Probleme der Elaten, in einem ganz neuen Licht darstellen. Das ist aber bereits ein neues Thema.

Fassen wir also zusammen: Es gibt neben dem Modell R der reellen Zahlen ein nichtstandard Modell °R für ein formalisiertes System der Logik und Arithmetik, das neben den gewöhnlichen reellen Zahlen auch hinreichend viele unendlich kleine Zahlen enthält. Und für dieses System gilt das sog. Übertragungsprinzip, das man auch Leibnizsches Prinzip nennt: Eine beliebige Formel (ohne Parameter) ist entweder in beiden Systemen wahr oder falsch.

Um ein Gefühl für die Problematik zu bekommen, die in diesem Prinzip steckt, schließen wir den Abschnitt noch mit einem Beispiel ab. Sei R der Zahlkörper der reellen Zahlen. In ihm gilt das sogenannte "archimedische Axiom": Ist a eine feste Zahl und e eine beliebig kleine Zahl (alle positiv) so werden die Glieder der Zahlenfolge

(2.8)

e, e+e, e+e+e, irgendwann größer als a.

Nun kann das archimedische Axiom in einem Zahlkörper mit unendlich kleinen Zahlen, also in unserem obigen *R nicht gelten. Denn ist e unendlich klein, so sind alle Glieder in (2.8) unendlich klein und können also ein endliches a nicht übertreffen. Auf den ersten Blick sieht das wie ein Widerspruch zum Leibnizschen Prinzip aus. In *R soll doch "alles" gelten, was in R gilt. Der Widerspruch löst sich dadurch, daß nicht alles gelten soll, sondern nur alle Formeln. Wir müssen also erst (2.8) in eine Formel umwandeln. Dazu können wir (2.8) so lesen:

(2.9)

Für alle a und alle e existiert eine natürliche Zahl $n \in N$ mit $n \cdot e > a$,

oder als (logisch-mathematische) Formel geschrieben

 $\forall a \ \forall e \ \exists n \ ((n \in \mathbb{N}) \ und \ (n \cdot e \geq a)) \ .$

In dieser Formelschreibweise gilt die Aussage nun auch für die nichtstandard Zahlen. Wo ist der oben skizzierte Widerspruch hin? Er steckt im Symbol N für "natürliche Zahlen". Im nichtstandard Fall muß man das N in der Formel als Bezeichnung für die "nichtstandard natürlichen Zahlen" lesen. Ist e eine unendlich kleine Zahl, so gilt n \bullet e > a trotzdem für eine nichtstandard natürliche Zahl n, die dann allerdings unendlich groß ist. (Wie etwa das obige ω).

Die Monade und das Sein

Der zentrale Begriff der Leibnizschen Philosophie ist die Monade. Natürlich kann man, wie es häufig geschieht, diesen Begriff als überholt abtun, und trotzdem die Aktualität dieser oder jener Teile der Leibnizschen Philosophie betonen und nutzen. Dann hat man aber das Kernstück der Leibnizschen Philosophie gestrichen und somit ist auch den abenteuerlichsten Interpretationen der Leibnizschen Philosophie Tür und Tor geöffnet. Ein in vielerlei Hinsicht erstaunliches Beispiel, zu welch extremen Interpretationen das führen kann, gibt Bertrand Russell [RUSS03]: "Die Philosophie von Leibniz, seine Verdienste und Fehler und sein Platz in der Geschichte des Denkens sind bisher ganz allgemein und vollständig mißverstanden worden. Das erklärt sich teilweise aus seiner reinen intellektuellen Größe, teilweise aus der Unkenntnis der Herausgeber, teilweise aus seiner mangelnden Zeit, ein Opus magnum zu verfassen, und - jetzt kommt die abenteuerliche Formulierung - teilweise auch aus seinem grossen Mangel an moralischer Würde. Dieser letzte Grund veranlaßte ihn, vorwiegend seine schlechtesten Schriften zu veröffentlichen, die Konsistenz seines Systems um der Orthodoxie willen zu zerstören und die Welt (nach seinem erfolglosen Experiment mit Arnaud) bezüglich der Grundlagen seiner metaphysischen Lehre irrezuführen. Unter den Schriften, die er unveröffentlicht hinterließ, befindet sich viel, das einen weitaus höheren Wert hat als jede philosophische Abhandlung, die er der Welt zu sehen erlaubte." Soweit Bertrand Russell.

Ganz anders klingt dagegen die Einschätzung von Ernst Bloch [BLOC85, S. 124]: "Er ist ein ungeheurer Sämann, der im Morgenwind des Bürgertums seine Gedanken ausstreut, deren Frucht bei vielen heute noch nicht aufgegangen ist. ... Er kannte die Scholastiker noch völlig, ... und es gab nichts in der Welt - auch in diesem Punkt besteht eine Verwandtschaft mit Hegel -, von dem er glaubte, daß es gänzlich falsch sei. Er glaubte von allem, es stelle ungeheuer übertrieben und aufgebläht eine Seite von einer Sache dar. Daß ganz falsch überhaupt nichts ist, hat er entdeckt. So kommt es, daß man, wäre er kein solch produktiver Genius ersten Ranges gewesen, sagen könnte, er sei ein Eklektiker gewesen. Da er aber ein Eklektiker nicht sein konnte, so ist das ein Sammeln von dem, was in der Vergangenheit nicht ausgereift ist, von weiterkochenden Problemen, von denen er angeregt war und die er selbst dann wieder ausstreute. ...Diejenigen, die die Frechheit haben, Leibniz einen Eklektiker zu nennen, sind selbstverständlich selber armselige Nur-Epigonen, die nur die Katechismusphrasen repetieren."

Aber, und ich möchte es wiederholen, Leibniz hat nicht nur eine Fülle von Ideen ausgestreut, die zu jeder Art philosophischer Interpretationen ausgebeutet werden können, sondern es gibt eine zentrale Idee, die alles zu einem Ganzen faßt, zu einem dialektisch geschlossen-offenen System. Hören wir dazu nochmals Ernst Bloch [BLOC85, S. 119]: "Bedeutende Philosophie unterscheidet sich von unbedeutender dadurch, daß ihr Inhalt in einer sehr kurzen Formel, höchstens auf einer Seite, ja sogar auf einer halben Seite und am besten in einer Formel wiedergegeben werden kann, so daß es dem Weisen, dem Kundigen mindestens, genügt. Mittelmäßige und unbedeutende Philosophie muß sehr breit sein und ganz dicke Bände schreiben. Am Ende weiß man aber immer noch nicht, was der Mann eigentlich will. Deshalb schreibt er so sehr viele Bände, weil er es eben selbst nicht genau weiß, während große Philosophie einen durchschlagenden Klang hat, ein personans, ein Durchtönendes hat, das sich in einer Formel ausdrücken läßt. In der schönsten Weise zeigt sich das bei Leibniz in dem Titel seiner Dissertation »De principio individui«."

Der Begriff der Monade kommt von Giodarno Bruno her, erhält aber bei Leibniz dann einen gewandelten Inhalt, wird zum zentralen Begriff seiner Philosophie, und mit ihm beginnt auch sein "Axiomensystem der Philosophie", die Monadologie (alle Zitate und Punkte der Monadologie entnehmen wir der Ausgabe [LEIB14]):

"1. Die Monade, von der wir hier sprechen wollen, ist nichts anderes als eine einfache Substanz, die in dem Zusammengesetzten enthalten ist; einfach sein heißt soviel wie: ohne Teile sein (vgl. Theodicee, §10)."

Leibniz assimiliert in seiner Monadologie die gesamte vorangegangene philosophische Entwicklung, so auch die über den Inhalt der Begriffe Teil und Ganzes. Nicht nur kann beim Zusammensetzen von Teilen keine Energie oder Bewegung "vom Himmel fallen", was Leibniz dann in seinem allgemeinen Energieerhaltungssatz zum Ausdruck bringt, sondern das Ganze kann auch keine Eigenschaft haben, die nicht schon in den Teilen ihre Wurzeln hat. Das Verhältnis vom Teil zum Ganzen wird in der Physik heute oft so gelesen, daß etwa die Kohlenstoffatome "ihre" Eigenschaften haben, aber der Diamant hat dann neue Eigenschaften, die durch die Kristallstruktur bedingt sind, durch die Kristallstruktur hinzukommen. Dagegen ist auch nichts einzuwenden, solange man im physikalischen Begriffssystem bleibt. Das gilt aber nicht für die philosophische Seite der Problematik und schon gar nicht für die Leibnizsche Philosophie. Diese reflektiert ganz und gar die Dialektik von Stoff und Struktur. Besonders aus der Leibnizschen Raum-Zeit-Konzeption ergibt sich, daß die "Elementarbausteine", und das sind nicht Atome, nicht "in" einem Raum zusammengesetzt werden können. Heutzutage kann man sich diese Auffassung durch einfache physikalische Modellvorstellungen verdeutlichen. Fangen wir auf der Ebene der kosmischen Hintergrundstrahlung an, so können wir sagen, daß alle Stoffe und Stoffstrukturen in dem elektromagnetischen Feld der Hintergrundstrahlung schwimmen und alle Wechselwirkungen "in" diesem Quantenfeld sich realisieren. Schaut man sich den komplizierten und teilweise auch künstlich wirkenden mathematischtheoretischen Mechanismus genauer an, mit dem man von dem Quantenfeld der Hintergrundstrahlung zum elektrischen Feld E(x) im euklidischen Raum mit den x-Koordinaten der Ingenieure kommt, so wird deutlich, welch "abgeleitete" Größe der physikalische Raum ist.

Die Leibnizsche Monadologie versteht sich als ein Axiomensystem für alle philosophischen Verhältnisse in der Welt. Das kann vermessen erscheinen. Aber auch das Axiomensystem der euklidischen Geometrie erklärt nicht alle Geometrie, wie wir heute wissen. Das Thema, das hier zur Diskussion steht, ist nicht die Frage, was das Leibnizsche System noch nicht erklärt, sondern der Nachweis, daß es teilweise auf unerwartete Weise Fragen beantwortet, die Leibniz und andere Philosophen zwar bereits philosophisch scharfsinnig behandelt haben, die in den Einzelwissenschaften aber erst in unserem Jahrhundert auftraten.

Was mit dem landläufigen Satz, daß die Welt sich ständig verändert, ausgesprochen wird, ist zweifellos richtig. Es ist aber nicht diese Welt, auf die das Axiomensystem der Monadologie bezogen ist. Was in diesem Zusammenhang Welt ist, kann man nicht besser formulieren, als wenn man Leibniz selbst sprechen läßt [LEIB68, Theodizee, S. 101]:" "Welt" nenne ich hier die ganze Folge und das ganze Beieinander aller bestehenden Dinge, damit man nicht sagen kann, mehrere Welten könnten zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten bestehen. Man muß sie insgesamt für eine Welt rechnen, oder, wie man will, für ein Universum." Um zu verstehen, wie Leibniz Raum und Zeit als Ordnung der Dinge auffaßt, sollte man in seiner Definition der Welt sehr genau auf die Formulierung "Folge aller bestehenden Dinge" achten. Was in einem speziellen Weltmodell, in dem die Zeit bereits "abläuft" aus einem Ding erst später wird, gehört zur "Leibnizschen philosophischen Welt" immer dazu. Die Formulierung, "die Zeit läuft ab" ist also nur Ausdruck der Korrelation zwischen den Abfolgen in den Zuständen aller bestehenden Dinge, Was aus einem Ding einmal wird, gehört zu den Eigenschaften, zu den Prädikaten der Dinge, so wie der Charakter eines Menschen erst durch seine Handlungen offensichtlich wird und vieles lange im Verborgenen schwelt. Leibniz hebt das immer wieder hervor. Ein beliebtes Beispiel für ihn ist Kaiser Augustus. Daß er einmal Kaiser ist, gehört zu seinen Prädikaten. Nehmen wir ein aktuelles Beispiel aus der Physik. Der diesjährige Physiknobelpreis wurde für den fraktionalen Quanten-Halleffekt verlichen. Es sind makroskopische Quanteneffekte in 2-dimensionalen Festkörperstrukturen. Daß man hier "allgemeingültige physikalische Gesetzmäßigkeiten" entdeckt hat, wird niemand bestreiten. Komplizierter ist schon die Frage, ob diese Gesetzmäßigkeiten erst mit den Festkörpern "entstanden", oder

ob sie schon im Urknall galten? Sicherlich gelten sie in der "Welt". Wenn man sich zurechtlegt, wie diese Gesetzmäßigkeiten schon im Urknall galten, so kommt man zum Verständnis der Frage, wie Eigenschaften des Ganzen schon in den Teilen stecken.

Die wissenschaftliche Tragweite des Leibnizschen philosophischen Systems besteht nun in der Tatsache, daß Begriffe in einer Allgemeinheit wie der der "Welt", der Monade usw. sich nun nicht in einer nebulösen unendlichen Vielheit verflüchtigen, sondern daß es Leibniz gelingt, die unendliche Mannigfaltigkeit der Eigenschaften der Welt auf sehr wenige Eigenschaften der Monaden zu beziehen, genau auf drei Grundbegriffe: Perzeption, Appetitus und Representatio mundi. Aus Gründen, die gleich erläutert werden, wollen wir am Begriff Perzeption festhalten. Appetitus wird als Streben, Bestrebung, Begehren usw. in der Übersetzung ausgedrückt. Wir wollen das Wort "Streben" verwenden, wie in [LEIB14]. Representatio mundi kann man als Spiegelung oder Widerspiegelung des Universums verstehen, oder als Repräsentation, als Ausdrücken oder auch als Begreifen, wenn es sich um die Spiegelung in der Seele, im Bewußtsein handelt.

Die meisten Mißverständnisse zur Leibnizschen Monadologie erwachsen aus einer Umdeutung des Wortes Perzeption. Perzeption wird in der Regel als Wahrnehmung gelesen, sowohl im allgemeinen Sprachgebrauch als auch in der Psychologie. Aber ganz falsche Assoziationen entstehen, wenn man, wie es an zahllosen Stellen der Literatur geschieht, einfach sagt, daß nach Leibniz die Monaden Wahrnehmungen haben und sie dann als belebt charakterisiert und gar noch die gesamte Leibnizsche Philosophie unter Vitalismus einordnet. Die Verhältnisse liegen ganz umgekehrt. Leibniz versteht seine Philosophie als Grundlage für eine Naturwissenschaft und ordnet den Menschen, seine Seele und sein Bewußtsein in diese umfassende Naturbetrachtung ein. In Punkt 14 der Monadologie wird gesagt:

"14. Der vorübergehende Zustand, der eine Vielheit in der Einheit oder in der einfachen Substanz einbegreift und repräsentiert, ist nichts anderes als das, was man P e r z e p t i o n nennt. Diese muß, wie sich in der Folge zeigen wird, von der Apperzeption oder dem Bewußtsein unterschieden werden. Gerade hier haben die Cartesianer einen großen Fehler gemacht, insofern sie diejenigen Perzeptionen, deren man sich nicht bewußt wird, für nichts gehalten haben. …"

Halten wir also fest: Der "Metabegriff" ist der Begriff des Zustandes. Die Monaden haben "vorübergehende Zustände" also eine Abfolge von Zuständen, die man sich aber nicht zeitlich geordnet vorstellen darf. Wie schon hervorgehoben, erwächst gerade der Zeitbegriff aus einer speziellen Abfolge von Zuständen. Erst wenn man eine Gesamtheit hat, sagen wir ein Gehirn, setzen sich die Myriaden von Zuständen ihrer Bestandteile zu dem zusammen, was man gemeinhin Wahrnehmung nennt. Ich bin in meinem Vortrag im Kolloquium zum Leibniz-Tag 1996 [LASS96] darauf eingegangen, wie einerseits der moderne Zustandsbegriff der Mathematik und Physik die Leibnizschen Intentionen verständlich macht und andererseits zeigt, wie weitreichend die moderne Physik Inhalte des Leibnizschen Zustandsbegriffes realisiert.

Ich wiederhole es, die Leibnizsche Philosophie ist kein Vitalismus, die Monaden sind nicht lebendig. Wenn man überhaupt an dieser Stelle das Wort lebendig mit Recht gebrauchen kann, dann nur um den Gegensatz zu tot auszudrücken. Die Materie ist an keiner Stelle tot und auch die Monaden sind es nicht. Wir können Marx als Zeugen dafür aufrufen [MARX85, S. 160]:

"Unter den der Materie eingeborenen Eigenschaften ist die Bewegung die erste und vorzüglichste, nicht nur als mechanische und mathematische Bewegung, sondern mehr noch als Trieb, Lebensgeist, Spannkraft, als Qual – um den Ausdruck Jakob Böhmes zu gebrauchen – der Materie. Die primitiven Formen der letzteren sind lebendige, individualisierende, ihr inhärente, die spezifischen Unterschiede produzierende Wesenskräfte.

In Bacon, als seinen ersten Schöpfer, birgt der Materialismus noch auf naive Weise die Keime der allseitigen Entwicklung in sich. Die Materie lacht in poetisch-sinnlichem Glanze den ganzen Menschen an."

In der Leibnizschen Monadologie sind die Bewegung und die Kräfte voll in die Monaden hinein geholt. Die mechanischen Bewegungen sind selbst in komplizierter Weise eine Folge der Zustandsänderungen der Monaden. Die Kräfte existieren nicht neben den Monaden, sondern gehören zur Welt der Monaden, etwa so wie in der Elementarteilchenphysik die Kraftfelder selbst ihre Quanten haben. Z. B. werden elektromagnetische Kräfte zwischen den Protonen und Elektronen durch die elektromagnetischen Felder "vermittelt" und die Quanten des elektromagnetischen Feldes sind die Photonen, also ihrerseits Elementarteilchen. Die inneren

Kräfte, die inneren Bewegungen sind in die Zustandsänderungen der Monaden akkumuliert. So formuliert Leibniz ganz nüchtern in Punkt 15. der Monadologie:

"15. Die Tätigkeit des inneren Prinzips, das die Veränderung oder den Übergang von einer Perzeption zu einer anderen bewirkt, kann als Streben bezeichnet werden. ""

Die Monaden sind also nicht tot. Sie haben eine innere Dynamik, eine Veränderlichkeit, ein Streben nach Veränderung. Die Dialektik in der Leibnizschen Herangehensweise kommt an dieser Stelle darin zum Ausdruck, daß die Zustände sich verändern, dadurch von einem Prinzip gesprochen werden kann, daß aber andererseits der Zustand nur im Zuge seiner Veränderung begriffen werden kann, auch dadurch festgelegt ist, was er alles nicht ist.

Wie bereits betont, muß man das Gesamtsystem der Leibnizschen Philosophie nehmen, um den jeweiligen Inhalt der Begriffe zu erfassen. Sowenig wie man beim Axiomensystem der euklidischen Geometrie vorher klären kann, was Punkt, Gerade, Ebene sind, ebensowenig kann man im Leibnizschen System vorher klären, was Substanz, Teil, einfach, zusammengesetzt etc. bedeuten. Insbesondere muß man immer beachten, daß Teilbarkeit hier nichts mit räumlicher Teilbarkeit zu tun hat. Ja. auf der Ebene der Monaden gibt es noch gar keinen Raum, weder im Sinne der Newtonschen Konzeption noch der Einsteinschen, sofern auch in der Relativitätstheorie der Raum nicht selten als ein Behälter verstanden wird, wenn auch ein "gekrümmter". Vom Raum der klassischen Naturwissenschaft kann man erst sprechen, wenn man Körper hat (wenn man will, durchaus im Descartschen Sinne). Körper sind nach Leibniz immer Aggregate von Monaden (von unendlich vielen). Teilen ohne räumlich zu teilen war im Rahmen des Newtonschen Weltbildes eine nahezu unvorstellbare Sache. Dies war auch ein konkreter Punkt, an dem Kant an Leibniz gescheitert ist. Daß Kant die Philosophie ungeheuer bereichert hat, steht außer Frage, aber außer Frage steht für mich auch, daß er zu viel von Leibniz weggeworfen hat und zwar völlig unnötig. Gleich recht gilt das natürlich für die sog. Neukantianer, die aber außerdem selbst vom Gehalt der Kantschen Philosophie wenig bewahrt haben.

Einige physikalisch-mathematische Aspekte dieser Teilbarkeitsproblematik werden wir noch diskutieren. Auch hatten wir im vorigen Abschnitt

schon gesehen, daß die Ausarbeitung der Leibnizschen Konzeption des Infinitesimalen dazu führt, daß man sich Mengen nicht als zusammengesetzt aus ihren Elementen vorstellen darf. Jetzt will ich noch einen entscheidenden Punkt hervorheben, dessen Nichtbeachtung immer wieder eine Ursache dazu ist. Leibniz unter irgendwelche Klassifikationen der Philosophie einzuordnen, wo er gar nicht hingehört. Am absurdesten ist die Einordnung unter die subjektiven Idealisten. Nichts ist aber falscher als die Monaden als geistige Gebilde aufzufassen. Das ist, wo es "gut gemeint ist", weil man die Leibnizsche Philosophie retten wollte, aber mit der Monade nichts anzufangen wußte, dem streng mechanisch materialistischen Standpunkt geschuldet, wo man sich nichts handfestes Reales vorstellen konnte, das nicht in Raum und Zeit liegt. Wer nur einmal schnell bei Leibniz nachlesen will, könnte auch durch Begriffe in die Irre geführt werden, die damals eine ganz andere Bedeutung hatten als heute, speziell im dialektisch-historischen Materialismus, Z. B. kann eine von Leibniz gewählte Überschrift wie "Was jenseits der Sinne und der Materie liegt" zu Mißverständnissen beitragen, die aber schon dann ausgeräumt werden, wenn man nur weiter liest [LEIB66 II, S. 419]:

"Was die zweite Frage anbetrifft, ob es immaterielle Substanzen gibt, so muß man sich erst näher über ihre Bedeutung klar werden, ehe man zu ihrer Auflösung schreitet. Bisher hat man unter der Materie etwas verstanden, was nur leidende und indifferente Bestimmungen, wie z. B. die Ausdehnung und die Undurchdringlichkeit, einschließt und erst durch etwas anderes zu einer gegebenen Form oder Tätigkeit bestimmt werden muß. Wenn man demnach sagt, es gebe immaterielle Substanzen, so will man damit sagen, daß es Substanzen gibt, die andere Bestimmungen in sich schließen, nämlich die Perzeption und das Prinzip der Tätigkeit oder der Veränderung, das man weder durch die Ausdehnung, noch durch die Undurchdringlichkeit zu erklären vermag."

Nehmen wir die letzten Sätze einmal ganz wörtlich: Es gibt also Substanzen, die sich nicht durch Ausdehnung und Undurchdringlichkeit charakterisieren lassen, und die das Prinzip der Tätigkeit und Veränderung in sich tragen. Im weiten Sinne der Worte gab es in der klassischen Newtonschen Physik keine solchen Objekte, diese kommen erst durch die Teilchen der Quantenphysik in die Naturwissenschaften hinein. Und schon gar nicht gab es solche Objekte als unteilbare Einheiten.

Das Problem der Einheiten oder der unteilbaren Substanzen hat eine Tradition durch die gesamte Philosophie hindurch, angefangen von Parmenides. Für Leibniz war es keine Frage, daß es Einheiten gibt, es war seine zentrale Idee wie wir Bloch folgend bereits anmerkten. Seine berühmte Formulierung "Was nicht ein Sein ist, ist auch nicht ein Sein!" bringt das Grundproblem auf einen Nenner. Man muß es aber nicht einer Unklarheit oder gar Unfähigkeit von Leibniz zuschreiben, wenn er keine "physikalischen Beispiele" für Monaden anführt. Die konnte er damals gar nicht angeben und wie wir verdeutlichen wollen, ist dabei auch heute Vorsicht geboten. Das Fehlen von Beispielen hat die Philosophen seit Aristoteles immer bewegt. Zu Beginn dieses Jahrhunderts schreibt Windelband in seinem zumindest damals sehr beachteten "Lehrbuch der Geschichte der Philosophie" [WIND93, S. 117]:

"Je schärfer so Aristoteles den wissenschaftlichen Substanzbegriff in seiner logischen und metaphysischen Bestimmung ausgebildet hat, um so verwunderlicher kann es auf den ersten Blick erscheinen, daß er weder ein methodisches noch ein sachliches Prinzip angegeben hat, nach dem zu entscheiden wäre, welches nun eigentlich die wahrhaft seienden Einzeldinge in seinem Sinne sind. Klar ist nur, daß er einerseits nicht jedes Beliebige, was gelegentlich in der Erfahrung als von den übrigen getrenntes Ding erscheint, als Wesen gelten ließ, andererseits, daß er den organischen Individuen, insbesondere z. B. den einzelnen Menschen diesen Charakter zuschrieb. Im Sinne seiner Lehre wäre es, zu meinen, daß er nur da hätte von einem "Wesen" reden können, wo eine innere Formbestimmtheit den Grund der Zusammengehörigkeit der einzelnen Merkmale bildet, wo also die Erkenntnis dieses Wesens die Aufgabe der Wissenschaft, das Seiende durch den allgemeinen Begriff zu bestimmen, insofern löst, als das bleibende Einzelding den Gattungsbegriff für alle seine besonderen in der Wahrnehmung sich zeigenden Erscheinungen bildet.

Aber die sokratisch-platonische Ansicht von der Aufgabe der Wissenschaft brachte es schließlich mit sich, daß Aristoteles daneben doch wieder das Wesen des Einzeldings als dasjenige bestimmte, wodurch es seiner Gattung zugehört."

Das Problem der Einheit ist äußerst kompliziert und es ist kein Mangel der Leibnizschen Philosophie, daß er selbst in diesem Zusammenhang oft unentschieden bleibt. Ganz im Gegenteil ist hoch interessant, was Leibniz

als Einheiten ansehen möchte [LEIB92, Brief an Arnauld, S. 237]: "Diese Modi nun schließen Beziehungen zu anderen Substanzen ein, wodurch der Geist veranlaßt wird, sie gedanklich zu vereinigen und im Dienst einer bequemen Handhabbarkeit für das Denken alle diese Dinge zusammen unter einem Namen zu fassen. Man darf sich aber nicht dahingehend täuschen lassen, aus ihnen ebenso viele Substanzen oder wahrhaft reale Wesen zu machen. Das tun nur die, die bei den Erscheinungen stehenbleiben, oder auch die, die aus allen Abstraktionen des Geistes Realitäten machen und Zahl, Zeit, Ort, Figur als ebenso viele gesonderte Wesen auffassen. Ich dagegen bin der Ansicht, daß man die Philosophie nicht besser erneuern und auf etwas klar Umrissenes zurückführen kann, als wenn man allein nur die Substanzen oder vollständigen Wesen anerkennt, ausgestattet mit einer wahrhaften Einheit und ihren verschiedenen aufeinander folgenden Zuständen; bei allem übrigen handelt es sich nur um Phänomene, um Abstraktionen oder Beziehungen. Niemals wird man eine Art Regel finden können, die ermöglichte, durch Aggregation eine wahrhafte Substanz zu konstituieren; so sind z. B. alle die Teile, die auf einen gemeinsamen Zweck hin zusammenwirken, geeigneter, eine wirkliche Substanz zu bilden als die, die sich berühren. Alle Beamten der Indischen Kompanie Hollands werden dann weit eher eine reale Substanz ausmachen als ein Steinhaufen. Was aber ist dieser gemeinsame Zweck anderes als eine Ähnlichkeit oder auch eine Ordnung des Handelns und Erleidens, die unser Geist in den verschiedenen Dingen bemerkt? Will man dagegen die Einheit durch Berührung vorziehen, so wird man auf andere Schwierig-keiten stoßen."

Wir wollen aber vorrangig im Rahmen der Physik bleiben, und da ist es in der Tat so, daß ein physikalisches Objekt, das im Leibnizschen Sinne als eine einfache Substanz angesehen werden kann, erstmals mit der Feldtheorie auftrat. Wir können diesen Sachverhalt nicht besser formulieren, als direkt ein Zitat Einsteins anzuführen. In seinen letzten Lebensjahren hat Einstein nochmals verschiedene Gelegenheit genutzt, den philosophischen Gehalt seiner Entdeckungen ins richtige Licht zu rücken. Seine allgemeine Relativitätstheorie hatte schon bedeutende Ausarbeitungen durch eine Vielzahl von Gelehrten gefunden, und damit auch die verschiedensten Interpretationen. Von Einstein sind viele pointierte Äußerungen bekannt. Eine ist der Ausspruch: "Die Relativitätstheorie war so schön

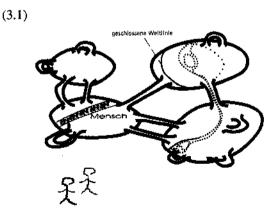
einfach, bis sich die Mathematiker ihrer angenommen haben." Dieser Ausspruch wird oft mit dem Kommentar versehen, daß Einstein etwas Mühe mit strenger Mathematik gehabt hätte, und die ausgefeilte mathematische Theorie der gekrümmten Räume nicht recht verstanden hätte. So trösten sich auch diejenigen Studenten mit Einstein, die mit der entsprechenden Mathematik ihre Schwierigkeiten haben. In Wirklichkeit zielt der Einsteinsche Aphorismus in eine ganz andere Richtung, nämlich gegen die auch heute noch in populären Formulierungen dominierende Auffassung, daß das Wesen der allgemeinen Relativitätstheorie der "gekrümmte Raum" sei. Einstein wurde nicht müde immer wieder darauf hinzuweisen, daß der entscheidende Punkt die Beseitigung ausgezeichneter Koordinatensysteme ist. Zur erneuten Herausgabe seiner berühmten "Vier Vorlesungen über Relativitätstheorie" unter dem neuen Titel "Grundzüge der Relativitätstheorie" hat er 1954, also ein Jahr vor seinem Tod zwei Anhänge geschrieben. Dort lesen wir im Anhang II [EINS90, S. 138]:

"Die eigentliche Leistung der (allgemeinen) Relativitätstheorie liegt darin, daß sie die Physik von der Notwendigkeit der Einführung des "Inertialsystems" (bzw. der Inertialsysteme) befreit hat. Das unbefriedigende an diesem Begriff liegt darin: Er wählt ohne Begründung unter allen denkbaren Koordinatensystemen gewisse Systeme aus. Es wird dann angenommen, daß die Gesetze der Physik nur in bezug auf solche Inertialsysteme gelten (z. B. der Trägheits-Satz und das Gesetz von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit). Dadurch wird dem Raum als solchem eine Rolle im System der Physik zuerteilt, die ihn vor den übrigen Elementen der physikalischen Beschreibung auszeichnet:

... Wir fragen nun: Welche Neuerungen der nach-Newtonschen Entwicklung der Grundlagen der Physik haben die Überwindung des Inertialsystems möglich gemacht? In erster Linie ist es die Einführung des Feldbegriffes durch und im Anschluß an die Faraday-Maxwellsche Theorie des Elektromagnetismus, genauer gesagt die Einführung des Feldes als eines selbständigen nicht weiter reduzierbaren Grundbegriffs. Die allgemeine Relativitätstheorie kann – soweit wir es gegenwärtig beurteilen können – nur als Feldtheorie gedacht werden. Sie hätte sich nicht entwickeln können, wenn man an der Auffassung festgehalten hätte, daß die Realität aus materiellen Punkten bestehe, die unter dem Einfluß von zwischen ihnen wirkenden Kräften sich bewegen."

Dieses Einsteinzität kann in verschiedene Richtungen ausgewertet werden. Hier soll vor allem die Betonung auf der Hervorhebung des irreduziblen Charakters des elektromagnetischen Feldes liegen. Es ist eine solch einfache Substanz ohne Teile. Es hat somit Züge einer Monade. Jedenfalls ist es nach der Einsteinschen Formulierung das erste physikalische Beispiel einer nicht weiter reduzierbaren physikalischen Substanz. Das hat Einstein zwar 1954 zum wiederholten Male so formuliert, aber schon um die Jahrhundertwende genau erkannt, zu einer Zeit, als die Maxwellsche Theorie noch längst nicht in ihrer Bedeutung verstanden war, ja teilweise noch gar nicht akzeptiert wurde. Dazu paßt die Episode, daß er nicht zuletzt deswegen die Aufnahmeprüfung in Zürich nicht bestand, weil er die Bedeutung der Faraday-Maxwellschen Feldtheorie hervorhob. Daß Einstein dabei den ihn examinierenden Professor respektlos mit "Herr Weber" angeredet hat, mag ein übriges dazu getan haben.

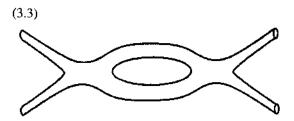
Wenn wir das elektromagnetische Feld als einen Kandidaten für Monaden akzeptieren, so wird klar, daß diese sich über die gesamte Welt erstrecken, so wie durch den Teilchen-Welle-Dualismus der Quantenphysik sich jedes Teilchen sofort über das gesamte Universum erstreckt. Aber noch in einem ganz anderen Sinne ist ein Individuum kein Punkt oder lokalisierter Fleck im Universum. Ein Einsteinscher Kosmos (in dem Raum und Zeit eine Einheit bilden) kann ein kompliziert zusammenhängendes Gebilde sein. In einschlägigen populären Darstellungen zur Kosmologie findet man Bilder wie in (3.1).



Das Universum ist eine mehrfach-zusammenhängende Mannigfaltigkeit, hier als einzelne Luftballons symbolisiert, die durch Schläuche (Wurmlöcher) verbunden sind. Da Raum und Zeit eine Einheit bilden, ist ein Individuum kein Punkt in dieser Mannigfaltigkeit, sondern immer eine Weltlinie. Auch wenn das Individuum mechanisch ruhen sollte, entsteht trotzdem eine Weltlinie, da ja Zeit "vergeht". Im "linken unteren Teil" des Universums leben die Menschen. Zu jedem Menschen (oder auch der ganzen Menschheit) gehört nicht nur eine Weltlinie, sondern ein Weltschlauch, da ja jedes (gedachte) Teilchen des Menschen selbst eine komplizierte Weltlinie hat. Die Menschheit lebt in einem etwas glatten Teil des Universums. In der Nähe der Menschheit sind makroskopische Zeitreisen in die Vergangenheit wahrscheinlich nicht möglich. In anderen Teilen des Universums (links oben) haben wir geschlossene Weltlinie. Diese könnten auch sehr kurz sein. Aber dort werden wohl keine Menschen leben, die dann in die Vergangenheit zurück reisen, und ihren Großvater umbringen, bevor der Vater geboren ist. Betrachten wir einmal ein Elementarteilehen als ein Individuum. Es kann zerfallen in zwei Teilchen die sich dann wieder vereinigen und wir erhalten dann etwa folgendes Bild (Feynmangraphen):



Sind diese Elementarteilchen nicht punktförmig, sondern "Strings" (kleine geschlossen Ringe) so ist ihre Weltlinie nicht eine eindimensionale Kurve, sondern ein ganzer Schlauch wie in (3.3). Dieser Schlauch



erstreckt sich dann durch das gesamte Universum, wie im rechten Teil in (3.1) symbolisiert. Wenn auch die Menschen nicht durch Wurmlöcher rutschen werden (das führt auf viele Widersprüche), so ist das für einzelne Elementarteilchen natürlich kein Problem, wie im Bild angedeutet ist.

Fassen wir zusammen: Wenn man sich von den Monaden "ein Bild machen" will, so muß es mindestens so kompliziert sein, wie sich jede Phantasie ausmalt, die sich um die Skizze (3.1) rankt. Heute, in der Kosmologie nach Einstein, sind uns solche raum-zeitlichen Vorstellungen längst vertraut geworden. In der Newtonschen Physik gab es nichts dergleichen. So können wir es auch einem Kant "nachsehen", wenn er unteilbare Einheiten letztlich doch als Punkte, Kraftpunkte oder dergleichen auffaßte.

4. Der Satz vom zureichenden Grund und der Energieerhaltungssatz.

In der Regel fangen in modernen Büchern die Ausführungen zum allgemeinen Energieerhaltungssatz etwa folgendermaßen an, ohne Leibniz überhaupt zu erwähnen: "Die Entdeckung des Energieerhaltungssatzes durch Mayer, Joule und Helmholtz ...". Albert Einstein, der sich selbst in wesentlichen Punkten bis zum Ende seines Lebens von der "physikalischen Öffentlichkeit" mißverstanden fühlte und auch tatsächlich mißverstanden wurde, hatte ein gutes Gespür für das Mißverständnis der Leibnizschen Ideen in Kreisen der Naturwissenschaftler. Es gibt vielfältige deutliche Formulierungen Einsteins zur richtigen Einordnung und Wertung der Leibnizschen Erkenntnisse. In einer Zeit, in der die Mehrheit der Physiker kaum noch "wußte", daß Leibniz den allgemeinen Energieerhaltungssatz nicht nur formuliert, sondern zu Grundlage seiner Dynamik gemacht hatte, schrieb Einstein [EINS84, S. 125]: "Der Satz von der Erhaltung der Energie, der schon im 17. Jahrhundert von Leibniz in seiner vollen Allgemeingültigkeit gültig vermutet wurde, entwickelte sich im 19. Jahrhundert wesentlich als Folge eines Satzes der Mechanik". Das "gültig vermuten" bezieht sich keineswegs auf etwaige nur vage Formulierungen des Energieerhaltungssatzes durch Leibniz, diese waren ganz eindeutig, wie wir sehen werden, sondern auf die konkreten Formen der Energie.

Selbstverständlich hat Leibniz noch nicht das mechanische Wärmeäguivalent formuliert, oder die Gleichheit der mechanischen und elektrischen Energie bei entsprechenden Übergängen, da diese physikalischen Erscheinung damals noch gar nicht quantitativ untersucht wurden. Das ist aber gar nicht das Entscheidende, denn auch heute liegt die zentrale philosophische Bedeutung des allgemeinen Energieerhaltungssatzes nicht so sehr in der Tatsache begründet, daß er bisher bei allen "Energieumwandlungen" bestätigt wurde, sondern vielmehr in seiner richtungsweisenden erkenntnistheoretischen Kraft, die aus der Überzeugung erwächst, daß er niemals verletzt werden kann. Irgendwelche Anzeichen beim Aufbau einer neuen physikalischen Theorie, die auf eine Verletzung des Energieerhaltungssatzes hindeuten, werden immer als ein Mangel dieser neuen Theorie empfunden. Der Energieerhaltungssatz dient also gleichsam als Richtschnur beim Ausbau der physikalischen Theorien, und so wurde er von Leibniz auch angewendet, als eine Grundtatsache der Mechanik, die sich aber ihrerseits aus seinem philosophischen System ergab. Holz schreibt dazu vollkommen treffend [HOLZ83, S. 110]; "Der Grundgedanke, der eine ars combinatoria sinnvoll macht, ist wieder im monadologischen System zu suchen. Wenn wir nämlich die Welt als ein universales, sich dauernd in Bewegung und Veränderung befindliches Beziehungsgefüge denken, so entsteht Neues in dieser Welt durch andersartige Kombination der Beziehungsglieder; in einer solchen Welt haben wir unter Geltung des Satzes von der Erhaltung der Energiegesamtmenge (auf den Leibniz sehr viel Wert legte, weil er darin eine Garantie gegen theologischen Wunderglauben sah) ständig Geburt und Tod, Entstehen und Vergehen. In diesem dauernden Werden vollzieht sich der Übergang zu qualitativ Neuem durch andersartige Verbindung qualitativ faßbarer Elemente."

In diesem Sinne ist der Energieerhaltungssatz heute geeignet, den "Weg zurück zur Leibnizschen Philosophie" zu finden. Es ist das Prinzip "Aus nichts wird nichts", das in der Leibnizschen Philosophie eine viel umfassendere und konkretere Formulierung gefunden hat, welche das philosophische Wesen des Energieerhaltungssatzes ausmacht. Gerade weil die Naturwissenschaft die Leibnizsche Physik über Bord geworfen hatte, mußte der Energieerhaltungssatz wiederentdeckt werden. Das reflektiert sich auch heute noch in Standardwerken zur "Geschichte der Naturwissenschaft" wo man, ohne Leibniz überhaupt zu erwähnen, über die Ent-

deckung des Energieerhaltungssatzes durch Robert MAYER etwa folgendes lesen kann: "Als tragendes philosophisches Prinzip wählte er 1845 den Leitsatz des antiken materialistischen Philosophen Demokrit "Aus nichts wird nichts. Nichts wird aus nichts", und er kam zu Formulierung des allgemeinen Satzes über die Erhaltung und Umwandlung der Energie".

Die Leibnizsche Dynamik hat sich herausgebildet in einer ständigen Auseinandersetzung mit den Descartschen Auffassungen. In der Schrift "Kurzer Beweis eines wichtigen Irrtums, den Descartes und andere in der Aufstellung eines Naturgesetzes, nach dem Gott stets dieselbe Bewegungsqualität erhalten haben soll, begangen haben" aus dem "historischen Jahr 1686", schreibt Leibniz [LEIB66, I, S. 246]; "Nun ist es aber der Vernunft angemessen, daß sich dieselbe Summe der bewegenden Kraft in der Natur erhält und sich weder vermindert – denn niemals sehen wir einen Körper Kraft verlieren, ohne daß sich diese auf andere überträgt - noch auch vermehrt, weshalb auch ein mechanisches perpetuum mobile niemals zustande kommt, weil nämlich keine Maschine und selbst die ganze Welt nicht ihre Kraft, ohne einen Impuls von außen, erhöhen kann." Kraft ist bei Leibniz in diesen und ähnlichen Zusammenhängen das, was wir heute Energie nennen, Die Kraft im Sinne der Newtonschen Mechanik ist ein späterer Begriff. Selbst in den "Prinzipien" ist für Newton Kraft das, was wir heute Wirkung nennen.

Leibniz gebraucht hier, 1686, als Ausgangspunkt für den Energieerhaltungssatz noch die Formulierung "der Vernunft angemessen". Aus dem gleichen Jahr stammen auch die ersten Entwürfe seines philosophischen Systems. Im Zuge ihrer Ausreifung in den nächsten 30 Jahren wird der Energieerhaltungssatz immer konsequenter eine Folge der monadologischen Philosophie. In einem Brief an de l'Hospital zehn Jahre später ist der Energieerhaltungssatz mit der Leibnizschen Auffassung zu Ursache und Wirkung verknüpft [LEIB66, I, S. 277]:"Alle Beweise führen übereinstimmend zu genau demselben Resultat. Sie sehen, daß der Satz von der Gleichheit von Ursache und Wirkung, d. h. die Ausschließung eines mechanischen perpetuum mobile, meiner Schätzung der Kraft zugrunde liegt. Diese erhält sich immer das Quantum, das zur Hervorbringung einer bestimmten Wirkung, zur Erhebung eines Gewichtes auf eine bestimmte Höhe, zur Spannung einer Feder etc. erforderlich ist, ohne daß in der Gesamtwertung das geringste gewonnen oder verloren werden kann, wenn-

gleich allerdings oft ein Teil von ihr, den man jedoch niemals in Rechnung zu ziehen vergessen darf, durch die nicht mehr wahrnehmbaren Teile des Körpers oder durch seine Umgebung absorbiert wird."

Auch der Hinweis auf den möglichen Übergang der Energie auf nicht mehr wahrnehmbare Teile lenkt auf das Wesen der Wärme als Bewegung unsichtbarer Teile hin, gegen die sich die Physik noch lange gesträubt hat. Bevor wir weiter ausführen, wie zentral der Gedankenkreis um den allgemeinen Energieerhaltungssatz für die Leibnizsche Dynamik war, wollen wir an der durch Leibniz richtig gefundenen Formel E ~ m v² verdeutlichen, wie er sein "Prinzip des zureichenden Grundes" zur Ableitung physikalischer Gesetzmäßigkeiten nutzte. Es muß nicht noch einmal betont werden, wie eindeutig und zweifelsfrei er seine Grundprinzipien in der Monadologie charakterisiert und wir wollen diese beiden Punkte 31. und 32. vollständig zitieren:

- "31. Unsere Vernufterkenntnis beruht auf zwei großen Prinzipien: erstens auf dem des Widerspruchs, kraft dessen wir alles als falsch beurteilen, was einen Widerspruch einschließt, und als wahr alles, was dem Falschen entgegengesetzt oder kontradiktorisch ist (vgl. Theodicee, §44, §169)."
- "32. Sie beruht zweitens auf dem Prinzip des zureichenden Grundes, kraft dessen wir annehmen, daß sich keine Tatsache als wahr oder existierend, keine Aussage als richtig erweisen kann, ohne daß es einen zureichenden Grund dafür gäbe, weshalb es eben so und nicht anders ist wenngleich uns diese Gründe in den meisten Fällen nicht bekannt sein mögen (vgl. Theodicee, §44, §196)."

An dieser Stelle ist es angezeigt nochmals nachdrücklich darauf hinzuweisen, daß für Leibniz Axiome, Postulate, Prinzipien etc. niemals nur Gedankenkonstruktionen sind, die man der Natur vorschreibt, an denen man die Natur testet. Vielmehr sind es Grundwahrheiten, die selbst im Prozeß der Wahrheitsfindung bestätigt, oder wie Leibniz ohne Skrupel sagt, bewiesen werden müssen. Zu diesem speziellen Postulaten schreibt er [LEIB91, S. 81]: "Diese Argumente sind doch sonnenklar, und darum ist es sehr merkwürdig, wenn man mir vorwirft, ich würde meinen Satz von der Notwendigkeit eines hinreichenden Grundes ohne irgendeinen Beweis, der entweder von der Natur der Dinge oder der göttlichen Vollkommenheit Gebrauch macht, vorbringen. Nämlich die Natur der Dinge bringt es mit sich, daß jedem Ereignis seine geeigneten Bedingungen, die zu seinem Eintreten erforderlichen Dinge und Dispositionen vorangehen müssen. Gerade ihre Existenz ist der hinreichende Grund für das Ereignis."

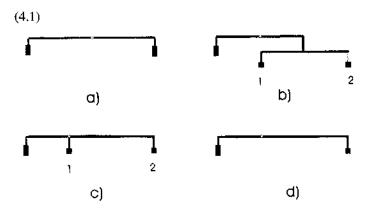
Wie man den Bezug auf Gott lesen muß, wird aus den Erörterungen im nächsten Kapitel deutlich.

Leibniz wendet das Prinzip des zureichenden Grundes mit äußerster Konsequenz an. Wir werden noch diskutieren, wie er hieraus den Schluß auf die Nichtexistenz des leeren Raumes zieht. Nichts ist ohne Grund, keine Zahl in der Natur, kein Gesichtszug eines Menschen etc., nicht einmal die Naturgesetze selbst. Diese sind nicht nur Gründe für spezielle Meßresultate, sondern selbst das Resultat tieferer Gründe. Aber hören wir, wie Einstein das formuliert und zwar in einem bemerkenswerten Zusammenhang, in seiner Rede zum 60. Geburtstag von Max Planck [EINS93, S. 109]: "Bei dieser Unsicherheit der Methodik könnte man denken, daß beliebig viele, an sich gleichberechtigte Systeme der theoretischen Physik möglich wären; diese Meinung ist auch prinzipiell zutreffend. Aber die Entwicklung hat gezeigt, daß von allen denkbaren Konstruktionen eine einzige sich als unbedingt überlegen über alle andere erwiesen hat. Keiner, der sich in den Gegenstand wirklich vertieft hat, wird leugnen, daß die Welt der Wahrnehmungen das theoretische System praktisch eindeutig bestimmt, trotzdem kein logischer Weg von den Wahrnehmungen zu den Grundsätzen der Theorie führt. Dies ist es, was Leibniz so glücklich als "prästabilierte Harmonie" bezeichnet. Diesen Umstand nicht genügend zu würdigen, wird von den Physikern manchem Erkenntnistheoretiker zum schweren Vorwurf gemacht, Hierin scheinen mir auch die Wurzeln der vor einigen Jahren zwischen Mach und Planck geführten Polemik zu liegen. Die Sehnsucht nach dem Schauen jener prästabilierten Harmonie ist die Quelle der unerschöpflichen Ausdauer und Geduld, mit der wir Planck den allgemeinsten Problemen unserer Wissenschaft sich hingeben sehen, ohne sich durch dankbarere und leichter erreichbare Ziele ablenken zu lassen."

Diese Ausführungen Einsteins zu Leibniz gewinnen noch an Bedeutung, wenn man sie auf dem Hintergrund der Dreiecksbeziehung Mach, Planck, Einstein wertet. Einstein hat den Einfluß Machs auf ihn, der sich aus dessen treffender kritischen Analyse der Newtonschen Mechanik ergab, immer hoch gewürdigt. So war er auch durch die scharfe Kontroverse zwischen Mach und Planck nachhaltig berührt und hat sich vermit-

telnd dazu geäußert. Z. B. schreibt er an Mach: "Ich kann heute noch nicht begreifen, wie Planck, den ich sonst wie kaum eine zweiten hochschätzen gelernt habe, Ihren Bestrebungen so wenig Verständnis entgegenbringen konnte." [MACH88, S. 771]. Trotzdem akzeptiert Einstein nichts von dem, was man die positivistische oder konventionelle Position Machs bezeichnen kann. In diesem Sinne ist die Einsteinsche Hervorhebung des Leibnizschen Standpunktes eine unzweideutige Abgrenzung von der Machschen philosophischen Position, der Leibniz mit einem Federstrich abtut [MACH88, S,467]: "Bei Leibniz, dem Erfinder der besten aller Welten und der prästabilierten Harmonie, welche in Voltaires "Candide"...ihre gebührende Abfertigung gefunden hat, brauchen wir nicht zu verweilen".

Wir kommen auf die erkenntnistheoretischen Konsequenzen des Prinzips des zureichenden Grundes noch einmal im nächsten Abschnitt zurück. Jetzt wollen wir vor allem zeigen, wie aus dem Satz vom zureichenden Grund ganz konkrete quantitative Aussagen gewonnen werden können. Das klassische Beispiel dafür aus der Antike ist die Ableitung des Hebelgesetzes durch Archimedes mittels schrittweiser und wiederholter Anwendung dieses Prinzips, ein Beispiel, an das Leibniz unmittelbar anknüpft. Die einzelnen Schritte sind in der folgenden Abbildung dargestellt:



In a) bleibt ein Hebel mit gleichen Hebelarmen, an dem gleiche Gewichte hängen, natürlich im Gleichgewicht. Welchen Grund sollte es geben, daß sich eine Seite des Hebels senkt? Wiederum durch Anwendung des Satzes

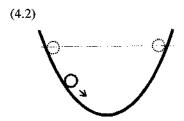
vom zureichenden Grund können wir das Gewicht auf der rechten Seite durch zwei halbe Gewichte ersetzen, die ihrerseits an zwei gleichen Hebelarmen hängen. Hier müssen wir nur hinzufügen, daß wir den Hebel selbst als gewichtslos annehmen wollen. Die Länge des Fadens F spielt keine Rolle, und so können wir ihn zu Null verkürzen und kommen somit zum Bild c). Da alles in Ruhe bleibt, können jetzt auch die beiden Hebelstücke rechts vom Drehpunkt D verschmelzen, ohne daß etwas in Bewegung gerät. Wiederum eine Anwendung des Satzes vom zureichenden Grund. Nun hängt aber das linke halbe Gewicht 1 genau unter den Drehpunkt und es gibt keinen Grund warum etwas in Bewegung geraten sollte, wenn wir dieses Gewicht entfernen. Somit sind wir zur Situation d) gekommen. Mit anderen Worten haben wir gezeigt, daß bei doppeltem Kraftarm das halbe Gewicht ausreicht, um das Gleichgewicht zu halten. Man kann nun den Prozeß ständig so ähnlich fortsetzen und bringt so nicht nur die Zahlen 1/2 und 2 ins Spiel, sondern schrittweise alle rationalen Zahlern n/m. Damit gilt also das Gesetz "Kraft × Kraftarm = Last × Lastarm" mindestens für alle rationalen Zahlen. Der Übergang zu allen Zahlen fordert dann noch eine Stetigkeitsüberlegung, durchaus wiederum eine Anwendung des Satzes vom zureichenden Grund: Wenn das Hebelgesetz für alle Hebelarmlängen rationaler Größen, die z. B. beliebig nahe an π liegen gilt (bei jeweils entsprechenden Gewichten), warum sollte es dann für einen Hebelarm der Länge π (der Länge des Halbkreises) nicht mehr gelten?

An dieser Stelle sollte niemand denken, daß dieser Beweis des Hebelgesetzes durch die Newtonsche Mechanik etwa "erledigt wäre". Natürlich kann man innerhalb der Newtonschen Mechanik das Hebelgesetz viel "wissenschaftlicher" ableiten. Aber dann hat man ja die Newtonschen Axiome vorausgesetzt, deren Hinterfragung schon durch Leibniz klar gefordert wurde, eine philosophische Aufgabe, die "nach Einstein" noch aktueller geworden ist.

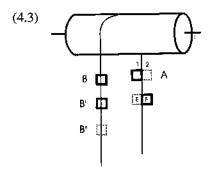
Schauen wir uns jetzt an wie Leibniz beweist, daß die mechanische Energie proportional zu m v² ist. Die Argumentation ist nicht nur ein weiteres Beispiel für die Anwendung des Satzes vom zureichenden Grund, sondern sie ist noch wegen der Tatsache interessant, daß Leibniz hier Argumentationen benutzt, die später im sogenannten d'Alembertschen Prinzip ihre schärfere Formulierung gefunden haben, ein Prinzip, das sich

nicht aus den "Newtonschen Axiomen" ableiten läßt. Zuerst formuliert er folgendes:

"Korollar. Es ertangt daher ein Körper von einem Pfund, der aus der Höhe von einem Fuß fällt, genau die Kraft, einen gleichgroßen Körper zur selben Höhe von einem Fuß zu heben."



Das ist bereits eine Folgerung aus dem allgemeinen Energieerhaltungssatz, ohne daß eine Formel für die Größe der Energie nötig ist. Leibniz schreibt dann [LEIB66, I, S. 253]: "Außerdem postuliere ich, daß es gestattet ist, verschiedenartige Verbindungen der schweren Massen unter sich und wiederum Lösungen dieser Verbindungen anzunehmen, ferner auch andere Veränderungen hypothetisch einzuführen, vorausgesetzt, daß sie keine Änderung der Größe der Kraft bedingen, indem man sich Fäden, Wellen, Hebel und anderer Maschinen, ohne Schwere und Widerstand, angebracht denkt." Man werfe nochmals einen Blick auf obige Ableitung des Hebelgesetzes, wie dort Massen an und abgehängt wurden. Das Hebelgesetz ist ein rein statisches Gesetz. Jetzt kommt die Geschwindigkeit ins Spiel, deshalb treten Rollen auf. Leibniz diskutiert alles im wesentlichen an der folgenden Skizze:

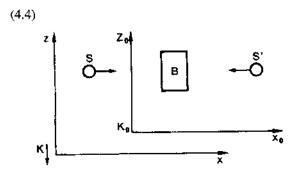


Er schreibt dann weiter:

"Theorem: Unter diesen Voraussetzungen behaupte ich, daß beim Fall des Körpers B von einem Pfund aus der Höhe BB" von zwei Fuß genau so viel Kraft erzeugt wird, als erforderlich ist, um den Körper A von zwei Pfund zur Höhe AA' von einem Fuß zu heben.

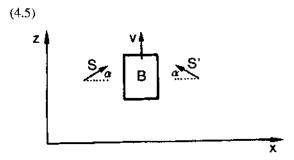
Beweis: Ich nehme an, der Körper A setze sich aus zwei Stücken E und F zusammen, von denen jedes ein Pfund schwer ist...". Formulieren wir es jetzt etwas knapper; Zuerst fällt B bis zu B' und zieht dabei die linke Hälfte E von A hoch. Dann wird diese vom Faden gelöst, rechts unten die rechte Hälfte F von A an den Faden befestigt und ebenfalls um ein Fuß hochgezogen, wobei B seinen Endpunkt in B" erreicht. Zusammengefaßt haben wir also erhalten: Wenn eine Masse m1 beim Fallen um die Länge s₁ eine andere Masso m₂ unter Energieerhaltung um die Fallhöhe s₂ bewegt, so gilt m_1 $s_1 = m_2$ s_2 . Leibniz argumentiert dann weiter; Galilei hat schon gezeigt, daß die Fallhöhe s zum Quadrat v² der erreichten Geschwindigkeit proportional ist. Er hat somit an der Fallbewegung gezeigt, daß die Energie proportional zu m v2 ist. Wieder auf Grund des allgemeinen Energieerhaltungssatzes, in Kombination mit dem Satz vom zureichenden Grund, ist es dann eine Konsequenz, daß bei jeder Form der Bewegung einer Masse die Energie proportional zu m v2 ist. Man kann dazu die verschiedensten Gedankenexperimente anstellen.

Es versteht sich, daß man immer die entsprechenden Prozesse betrachten muß, um die Größe der jeweiligen Energie aus den allgemeinen Erhaltungssätzen abzuleiten. In diesem Fall mußte Leibniz also Rollen und Fäden hinzuziehen, mit diesen praktisch umgehen. Es ist in diesem Zusammenhang äußerst bemerkenswert, daß es Einstein für richtig hielt, seine berühmte Formel E = m c², die mit äußerster Konsequenz aus dem Ansatz der Relativitätstheorie folgt, mit einer solch einfachen Überlegung wie der obigen abzuleiten. Dazu reichten Rollen und Fäden aber nicht mehr aus, sondern es mußte die elektromagnetische Strahlung hinzugezogen werden. Einstein ging folgendermaßen vor [EINS84, S. 122]: "Wir fassen nun folgendes System ins Auge. Bezüglich eines Koordinatensystems Ko



schwebe der Körper B frei im Raum. Zwei Strahlungskomplexe S, S', je von der Energie E/2 breiten sich längs der positiven beziehungsweise negativen X₀-Achse aus und werden von B absorbiert. Bei der Absorption wächst die Energie von B um E. Der Körper bleibt bei diesem Prozeß aus Symmetriegründen in Ruhe. Nun betrachten wir denselben Prozeß von einem System K aus, welches sich gegenüber K₀ mit der konstanten Geschwindigkeit v bewegt. In bezug auf K ist dann die Beschreibung des Vorganges

folgender:



Der Körper B bewegt sich in positiver z-Richtung mit der Geschwindigkeit v. Die beiden Lichtkomplexe haben in bezug auf K eine Fortpflanzungsrichtung, welche einen Winkel α mit der x-Achse bildet. Das Aberrationsgesetz besagt, daß in erster Näherung α = v/c ist, wobei c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. ..."

Wir brechen die Erörterung jetzt ab, weil die wesentlichen philosophischen Gesichtspunkte dieser Einsteinschen Argumentation schon sichtbar

sind. Er kommt jedenfalls am Ende zur einer Formel M' - M = E/c² . Massendifferenz ist also Energie dividiert durch c². Einstein hebt die Bedeutung dieses Beweises seiner berühmten Formel mit folgenden Worten hervor: "Die vorstehende Ableitung des Äquivalenzgesetzes, die bisher nicht publiziert ist, hat zwei Vorteile. Sie bedient sich zwar des speziellen Relativitätsprinzips, setzt aber die technisch-formalen Hilfsmittel der Theorie nicht voraus, ...".

Man achte auf das Wesen dieser Ableitung. Die Formulierung, aus Symmetriegründen bleibt der Körper in Ruhe" ist nichts anderes als eine Variante des Satzes vom zureichenden Grund. Weiterhin würde ein "gescheiter Physikstudent" sicher kritisch bemerken wollen, daß er viel exaktere Ableitungen der Einsteinschen Formel kennt. Beunruhigen würde ihn vor allem der Teil der Einsteinschen Argumentation, wo mit $\alpha = v/c$ eine Näherung zur Ableitung einer solch "exakten" Formel wie E = m c² herangezogen wird. In Wirklichkeit liegt darin aber gerade die philosophische Bedeutung dieser Ableitung, besonders in Hinblick auf das Verständnis der Leibnizschen Philosophie. Man kann ruhig etwas "grob" vorgehen. Entweder man bekommt gar nichts heraus, oder man kommt zwangsläufig auf das richtige Naturgesetz. Dieser Aspekt war auch in obiger Leibnizscher Ableitung enthalten, die keinesfalls "mittelalterlich" ist. Leibniz kannte natürlich das Newtonsche Gravitationsgesetz mit der Abhängigkeit der Kraft vom Ouadrat der Entfernung. Die Kräfte auf die Körper sind deshalb in den verschiedenen Höhen nur näherungsweise gleich. Trotzdem führt die Ableitung auf die einzig richtige Formel für die mechanische Energie.

Die Einsteinsche Ableitung weist nochmals auf den Punkt hin, in dem er sich bis zum Ende seines Leben immer mißverstanden fühlte. Wir hatten schon hervorgehoben, daß er das Relativitätsprinzip für das Entscheidende hielt, die Unabhängigkeit vom Koordinatensystem, nicht so sehr irgendwelche Eigenschaften des Raumes, gekrümmt oder nicht. 1955 beging unsere Akademie den 50. Jahrestag der Begründung der Relativitätstheorie. Einsteins enger Kollege und Freund, Leopold Infeld, hatte es übernommen, Einstein zu einer Teilnahme an diese Veranstaltung zu bewegen. Einstein lehnte mit Hinweis auf seine Gesundheit ab, er starb wenige Monate später. Er schrieb (17. Januar 1955) [BORN69, S. 64]: "Ich bin leider (oder soll ich sagen gottlob) nicht mehr gesund genug, um

bei solch offiziellen Anlässen zu erscheinen. Ich denke es wäre hübsch, wenn Sie in Ihrer Predigt klarmachten, daß der Schwerpunkt der Theorie in dem allgemeinen Relativitätsprinzip liegt. Denn die meisten gegenwärtigen Physiker haben dies noch nicht erfaßt."

Wahrheit und Existenz

Obwohl das Gottesproblem nicht zum Gegenstand dieses Vortrags gehört, ist es unmöglich, die Leibnizsche Monadologie als ein "wissenschaftliches Axiomensystem" ernst zu nehmen und gleichzeitig etwa die Gott betreffenden Punkte der Monadologie zu streichen. Leibniz war ein tief religiöser Mensch, und an der Existenz Gottes gab es für ihn keinen Zweifel. Das mindert aber in keiner Weise den wissenschaftlichen Wert seiner "Monadologie", ganz im Gegensatz zu der sehr verbreiteten Auffassung unter atheistischen Naturwissenschaftlern oder auch unter religiösen, die allerdings Gott aus der naturwissenschaftlichen Forschung heraus halten möchten. Das ist nicht nur nicht möglich, sondern es ist genau das Gegenteil angezeigt. Leibniz verwendet nämlich in der Wissenschaft den Gottesbegriff so, wie später Einstein, "....Gott würfelt nicht", mit allen sich daraus ergebenden Konsequenzen.

Man kann also keineswegs auf den Teil der Monadologie verzichten, in dem der Gottesbegriff einen zentralen Platz hat, etwa so, wie man eine nichteuklidische Geometrie aufbauen kann, indem man aus den euklidischen Axiomensystem alles wegläßt, was mit dem Parallelenaxiom zu tun hat. Im Gegenteil, Gott spielt für das Leibnizsche philosophische System eine entscheidende Rolle. Den springenden Punkt kann man von folgender Seite her erfassen: Entgegen einer formalistischen Auffassung eines Axiomensystems, bei der man das Problem der Wahrheit ganz außerhalb läßt, ist der Begriff der Wahrheit Bestandteil der Leibnizschen Monadologie. Hieraus ergibt sich zwingend, daß Leibniz das Wesen der Wahrheit im Kontext aller anderen Begriffe seiner Monadologie bestimmt. Ein ganz wesentlicher Zusammenhang besteht zwischen dem Gottesbegriff und dem der Wahrheit. Aber ganz im Gegensatz zu Descartes, bei dem der Gottesbegriff dem Wahrheitsbegriff voran geht, wie überhaupt dem gesamten philosophischen System, hat Leibniz die Begriffe in die Mitte sei-

ner Monadologie gelegt und noch dazu den Gottesbegriff hinter den Wahrheitsbegriff, der im Pkt. 31 (s. vorangehendes Kapitel) eingeführt wird. Der Begriff Gott folgt dann erst im Pkt. 38 und zwar in der Kette folgender "Axiome", die wir verkürzt zitieren:

- "36. Der zureichende Grund muß sich aber auch bei den zufälligen oder Tatsachenwahrheiten finden lassen, d. h. in der Folge und im Zusammenhang aller erschaffenen Dinge. Hier könnte die Auflösung in einzelne Gründe schrankenlos weitergehen, wegen der ungeheuren Mannigfaltigkeit der Naturdinge … ."
- "37. Da nun alle Einzelheiten ihrerseits immer nur andere vorhergehende und noch speziellere Zufälligkeiten enthalten, deren jede zu ihrer Begründung wieder eine ähnliche Analyse erfordert, kommt man dadurch nicht weiter. Daher muß der zureichende oder letzte Grund außerhalb der Folge oder der Folgen-Reihe der einzelnen zufälligen Dinge liegen, so unbegrenzt diese Folge auch sein mag."
- "38. So muß der letzte Grund der Dinge in einer notwendigen Substanz liegen, in der das Besondere der Veränderungen nur in eminenter Weise, wie in ihrer Quelle, enthalten ist: und diese Substanz nennen wir Gott."

Bis hierher könnte man in der Tat denken, daß sich die Axiome zu Gott einfach aus der Monadologie streichen ließen. Die Folgen-Reihen der zufälligen Dinge und damit auch der Beweisketten kann man für sich bestehen lassen, ohne Gott hinzuzunehmen, wie es in verschiedenen erkenntnistheoretischen Systemen auch geschieht. Am Rande sei bemerkt, daß man den Bezug auf eine Quelle als Anstoß für die "gehässige" Bemerkung Hegels verstehen kann, "bei Leibniz ist Gott die Gosse, in die alles fließt". Aus der Sicht des Hegelschen Systems erscheint der Leibnizsche Gott tatsächlich überflüssig, ist doch alles dialektische Selbstentfaltung des Geistes. Ganz anders liegen die Dinge in der Leibnizschen Monadologie, in der es die unendliche Mannigfaltigkeit der Monaden wirklich gibt, die aber in einem gegenseitig bedingten Beziehungsgefüge stecken, in dem kein Platz für weitere Eingriffe ist, nicht einmal für Gott. Leibniz versteht nämlich die Vollkommenheit Gottes so konsequent, daß die geschaffene Welt für immer "perfekt funktioniert" und keine Möglichkeit für Eingriffe offen läßt. Seine vielfältigen Äußerungen dazu sind ganz unzweideutig. So schreibt er z. B. in den Specimen Dynamicum, den "Leibnizschen Prinzipien der Dynamik": "...so ist doch, wie ich glaube, der Grund für irgend

eine Wahrheit der Natur niemals unmittelbar in der Wirksamkeit Gottes zu suchen. Vielmehr hat Gott stets den Dingen selbst Eigenschaften und Bestimmungen beigelegt, aus denen sich alle ihre Prädikate erklären lassen." [LEIB66, I, S. 270].

Es ist hier kein Raum die Stellung Gottes im Leibnizschen System detaillierter zu analysieren. Das letzte Zitat allein macht aber verständlich, warum kein geringerer als MARX die Leibnizsche Position gegen die berühmte Kritik KANTS an den ontologischen Gottesbeweis verteidigt, in der Kant eindrucksvoll den Vergleich von hundert gedachten Talern zu hundert wirklichen Talern heranzieht. Diese Zerlegung des Leibnizschen ontologischen Gottesbeweises durch Kant hatte großen Eindruck gemacht. Marx dagegen schreibt: "Die Beweise für das Dasein Gottes sind entweder nichts als hohle Tautologien - z. B. der ontologische Beweis hieße nichts als: "was ich mir wirklich (realiter) vorstelle, ist eine wirkliche Vorstellung für mich", das wirkt auf mich, und in diesem Sinne haben alle Götter, sowohl die heidnischen als christlichen eine reale Existenz besessen. Hat nicht der alte Moloch geherrscht? War nicht der delphische Apollo eine wirkliche Macht im Leben der Griechen? Hier heißt auch Kants Kritik nichts. Wenn jemand sich vorstellt, hundert Taler zu besitzen, wenn diese Vorstellung ihm keine beliebige, subjektive ist, wenn er an sie glaubt, so haben ihm die hundert eingebildeten Taler denselben Wert wie hundert wirkliche. Er wird z. B. Schulden auf seine Einbildung machen, sie wird wirken, wie die ganze Menschheit Schulden auf ihre Götter gemacht hat. Kants Beispiel hätte den ontologischen Beweis bekräftigen können. Wirkliche Taler haben dieselbe Existenz, die eingebildete Götter haben. Hat ein wirklicher Taler anderswo Existenz als in der Vorstellung, wenn auch in einer allgemeinen oder vielmehr in einer gemeinschaftlichen Vorstellung der Menschen? Bringe Papiergeld in ein Land, wo man diesen Gebrauch des Papiers nicht kennt, und jeder wird lachen über deine subjektive Vorstellung. ...

Oder die Beweise für das Dasein Gottes sind nichts als Beweise für das Dasein des wesentlichen menschlichen Selbstbewußtseins, logische Explikationen desselben. Z. B. der ontologische Beweis. Welches Sein ist unmittelbar, indem es gedacht wird? Das Selbstbewußtsein." [MARX87, S. 43].

Schon Feuerbach hat diese Rolle Gottes bei Leibniz klar herausgestrichen. "... nämlich, daß es sich hier im letzten Grunde nicht um die Realität eines vom Denken, vom Verstande unterschiedenen Wesens, sondern nur um die Realität und Gottheit des Verstandes oder Geistes handelt."[FEUE84, S. 257)]. Feuerbachs "Leibniz-Buch" war das bedeutendste philosophiehistorische Werk des Junghegelianismus und die erste große Leibniz-Darstellung des 19. Jahrhunderts. "Er ist der Kopernikus der neuen Philosophie" schreibt Feuerbach (S. 39), ein Seitenhieb auf Kant. Wie auch immer, jedenfalls ist es keine Zufälligkeit, daß Marx in dieser Form Leibniz gegen Kant in Schutz nimmt, sondern er war wohl der erste, der nach der Periode der "klassischen deutschen Philosophie" genau wieder jenen wesentlichen Aspekt der Leibnizschen Philosophie aufnahm, der in den philosophischen Systemen von Kant bis Hegel unberücksichtigt geblieben ist, und der in der Naturwissenschaft der damaligen Zeit fast noch gar keine Rolle spielte. Es ist das reale (und nicht nur gedachte) dialektische Verhältnis von Stoff und Form, oder, um einen heute aktuellen Begriff zu gebrauchen, von Stoff und Struktur, der das Wesen der Monade bestimmt. Marx hatte z. B. mit "Wert der Ware", mit dem "Wert der Ware Arbeitskraft", ja mit dem Warenbegriff selbst Dinge als real existent benannt, die "nur" im Verhältnis der Menschen im Arbeitsprozeß begründet sind. Nicht zufällig nimmt Marx zur Beschreibung dieser "Realitäten" Bezug auf den Substanzbegriff. Hören wir ihn selbst, wie blumig er diese Realitäten beschreibt, die in der damaligen Physik nichts Ähnliches hatten: "Betrachten wir nun das Residuum [den Rest] der Arbeitsprodukte. Es ist nichts von ihnen übriggeblieben als dieselbe gespenstische Gegenständlichkeit, eine bloße Gallerte unterschiedsloser menschlicher Arbeit, d. h. der Verausgabung menschlicher Arbeitskraft ohne Rücksicht auf die Form ihrer Verausgabung. Diese Dinge stellen nur noch dar, daß in ihrer Produktion menschliche Arbeitskraft verausgabt, menschliche Arbeit aufgehäuft ist. Als Kristalle dieser ihnen gemeinschaftlichen gesellschaftlichen Substanz sind sie Werte - Warenwerte. ...

Ein Gebrauchswert oder Gut hat also nur einen Wert, weil abstrakt menschliche Arbeit in ihm vergegenständlicht oder materialisiert ist. Wie nun die Größe seines Werts messen? Durch das Quantum der in ihm enthaltenen "wertbildenden Substanz", der Arbeit. ...

Die Arbeit jedoch, welche die Substanz der Werte bildet, ist gleiche

menschliche Arbeit, Verausgabung derselben menschlichen Arbeitskraft der Gesellschaft." [Kapital, S. 42ff.]

Über den merkwürdigen Substanzcharakter der Ware schreibt er dann weiter: "Die Ware scheint auf den ersten Blick ein selbstverständliches, triviales Ding. Ihre Analyse ergibt, daß sie ein sehr vertracktes Ding ist, voll metaphysischer Spitzfindigkeiten und theologischer Mucken. Soweit sie Gebrauchswert ist, ist nichts Mysteriöses an ihr,.... Die Form des Holzes z. B. wird verändert, wenn man aus ihm einen Tisch macht. Nichtsdestoweniger bleibt der Tisch Holz, ein ordinäres sinnliches Ding. Aber sobald er als Ware auftritt, verwandelt er sich in ein sinnlich übersinnliches Ding. Er steht nicht nur mit seinen Füßen auf dem Boden, sondern er stellt sich allen anderen Waren gegenüber auf den Kopf, und entwickelt aus seinem Holzkopf Grillen, viel wunderlicher, als wenn er zu tanzen begänne. (Man erinnert sich, daß China und die Tische zu tanzen anfingen, als alle übrige Welt still zu stehen schien...). ...

Das Geheimnisvolle der Warenform besteht also einfach darin, daß sie den Menschen die gesellschaftlichen Charaktere ihrer eigenen Arbeit als gegenständliche Charaktere der Arbeitsprodukte selbst, als gesellschaftliche Natureigenschaften dieser Dinge zurückspiegelt, ...

Könnten die Waren sprechen, so würden sie sagen, unser Gebrauchswert mag den Menschen interessieren. Er kommt uns aber nicht als Dingen zu. Was uns aber dinglich zukommt, ist unser Wert. Unser eigener Verkehr als Warendinge beweist das."

Wie gesagt, spielten solch "sinnlich-übersinnlichen" Dinge in der Physik der damaligen Zeit keine Rolle, sie waren alle aus der "exakten Naturwissenschaft" verbannt. Erst die Quantenobjekte des 20. Jahrhunderts tragen wieder diesen Charakter. Besonders augenfällig ist das bei den sogenannten Quasiteilchen. Wir verweisen dazu auf den Vortrag zum Leibniz-Tag 1996 [LASS96]. Wenn man eine gewisse stoffliche Qualität ins Auge faßt, z. B. einen Kristall, und "auf diesem stofflichen Hintergrund" bilden sich Formen oder Strukturen aus, z. B. Schwingungszustände, dann sind die Elemente oder Quanten dieser neuen Struktur, in unserem Beispiel die Phononen als Quanten der Schwingungszustände, ebenso real und ebenso fundamental, wie die anderen Bausteine, die den stofflichen Hintergrund formieren, auch wenn sie "gespenstische Gegenständlichkeit von gallertartigem Charakter" besitzen, ohne "Rücksicht auf die Form ihrer Ent-

-----=

stehung", um voll in der Marxschen Sprechweise zu bleiben, Phononen sind eben Phononen, egal ob im Diamant als Schwingungen der Kohlenstoffatome oder im Quarz als Schwingungen der Moleküle des Siliziumoxydes. Die Phononen, diese sinnlich-übersinnlichen Dinge, können dann gemeinsam mit den handfesten Elektronen wieder neue Verbindungen eingehen, und es entstehen z. B. die Cooper-Paare, die Akteure der Supraleitung sind. In dem Vortrag waren wir noch genauer auf die Solitonen eingegangen, die Quanten nichtlinearer Strömungsvorgänge, Ich greife dieses Beispiel nochmals auf, um zu verdeutlichen, daß es natürlich kein allgemeines Schema gibt, die neuen Strukturfelder, die "neuen Monaden", zu bestimmen. Beispielsweise könnte man geneigt sein, einen solchen nichtlinearen Strömungsvorgang als eine komplizierte Schwingung zu betrachten und ihn einfach in die Fourierkomponenten zerlegen, in der Annahme, seine Phononenstruktur zu bestimmen. Dann zielt man aber an den Solitonen vorbei und hat die wesentlichen Strukturelemente verfehlt. Es ist also erst ein durch nichts abzukürzender und mit allen Zufällen behafteter Erkenntnisprozeß, der uns die Strukturelemente als reale sinnlich-übersinnlichen Dinge aufdeckt. Er ist in der Physik nicht einfacher als in der Ökonomie oder umgekehrt.

Marx zielt mit dem Begriff sinnlich-übersinnliches Dings genau auf das richtige Verständnis des Verhältnisses von Wahrheit und Existenz, wie es auch und besonders in der Leibnizschen Monadologie angelegt ist. Der Mensch mit seiner Seele, d. h. Monade, seinem Verstand, seinem Denken ist ebenso Teil wie auch Akteur des "harmonischen monadologischen" Beziehungsgefüges, das die Welt ausmacht. Alles was existiert, existiert in diesem Beziehungsgefüge als dialektische Einheit von Stoff und Form. Und weil der Mensch mit seinem Verstand untrennbarer Bestandteil dieses Beziehungsgefüges ist, kann das Sinnliche nicht vom Übersinnlichen getrennt werden. Der gerade von den Naturwissenschaftlern oft verspottete Hegelsche Satz "Alles, was vernünftig ist, ist wirklich" ist im vollen Umfang in der Leibnizschen Monadologie angelegt. Wer noch nie oder lange nicht mehr einen Blick auf die Leibnizsche Monadologie geworfen hat, besonders auch aus dem Kreis der Mathematiker und besonders dann, wenn er kein "Hegelianer" ist, stutzt unweigerlich, wenn er liest, wie umgekehrt im "Axiom 31" (s. vorangehendes Kapitel) Leibniz den Begriff der Wahrheit faßt. Wenn es nicht "unvernünftig" ist, ist es wahr und folg-

lich existent, in den Möglichkeiten und dem Streben der Monaden angelegt. Treffend pointiert es Bloch bei seinen Interpretationen der Marxschen Feuerbachthesen: "Der Pragmatismus sagt, daß etwas wahr ist, wenn es nützlich ist. Das ist nicht der Sinn der elften These. Sondern der Sinn ist: Nur deshalb ist etwas nützlich, weil es wahr ist. Das Nützliche ist auf das Wahre bezogen, zur Erweiterung des Nützlichen." [BLOC85, Bd.4, S. 433].

Die Marxsche Bewunderung für Leibniz war uneingeschränkt und zweifellos würde eine detaillierte Untersuchung solcher inhaltlichen Zusammenhänge, wie sie hier angedeutet wurden, viele Wege ebenen, entweder von Leibniz zu Marx oder von Marx zu Leibniz, ganz wie man will, Jedenfalls war Marx wohl der einzige Wissenschaftler, der anderthalb Jahrhundert nach Leibniz Tapete aus dessen Arbeitszimmer an seiner Wand hatte. Hören wir wie er selbst das beschreibt, und wie der Ökonom nicht zu verleugnen ist [MARX50, Brief an Engels vom 10. Mai 1870., S. 387]: "Kugelmann hat mir zu meinem Geburtstag zwei Stück Tapete aus dem Arbeitszimmer von Leibniz geschickt, was mich sehr amüsiert hat. Nämlich Leibniz' Haus ist niedergerissen worden letzten Winter, und die dummen Hannoveraner – die in London ein Geschäft mit den Reliquien hätten machen können – haben alles weggeschmissen. Diese zwei Stück stellen jedes etwas Mythologisches dar, das eine Neptun in seinen Wogen etc. und das andere Venus, Amor etc., ganz im schlechten Louis XIV-Geschmack. Dagegen bewährt sich die Güte (Solidität) der damaligen Manufakturarbeit, verglichen mit der jetzigen. Ich habe beide Sachen in meinem Arbeitszimmer aufgehangen. Du kennst meine Bewunderung für Leibniz".

Aber zurück zu den Axiomen der Monadologie und dem Leibnizschen Gottesbegriff. Wer damit nicht zurecht kommt, kann gut und gern Marx einmal wörtlich nehmen, und den Begriff Gott durch Selbstbewußtsein ersetzten, wobei der ganze philosophische Reichtum dieses Begriffes beleuchtet werden muß, der sich durch seine Geschichte zieht, angefangen von Aristoteles, wo er so etwas wie Gottheit bedeutete bis hin zu Fichte, Hegel und Feuerbach. Ja, für diesen "Gottesersatz" kann man selbst das Stichwort bei Leibniz finden. Die eine Seite der Medaille hatten wir bereits angesprochen. Gott hat in der von ihm geschaffenen perfekten Welt keine Notwendigkeit für weitere Eingriffe offengelassen. Wir erfassen also

seine Weisheit, wenn wir uns mit der unendlichen Vielfalt der Welt befassen. Die andere Seite der Medaille kommt im folgenden Leibnizzitat zum Ausdruck [LEIB71, S. 26]: "...daß endlich die Begriffe der Geschöpfe zwar nicht das Maß für die Macht Gottes sind, daß aber ihr Begriffsvermögen und ihre Fassungskraft nichtsdestoweniger das Maß dafür bilden, was die Natur vermag., indem alles, was der Naturordnung gemäß ist, durch irgendein Geschöpf begriffen und verstanden werden kann." Die Seele spiegelt also das gesamte Universum wider, wie im Pkt. 63 der Monadologie formuliert. Der Verstand hat die Kraft hinter alle Geheimnisse zu steigen, den zureichenden Grund für alles aufzuklären.

Der Leibnizsche Standpunkt führt immer wieder auf folgende Schlußweise, die man ohne "Gott" lesen kann: Wenn der Mensch mit seinem Bewußtsein eine Wahrheit erfaßt, so ist es eine wirkliche Wahrheit, (die er erfassen kann, weil Gott ihn so geschaffen hat.) andererseits ist diese Wahrheit aber auch (Gott) immer gegenwärtig und sie ist an keiner Stelle der Welt verletzt, denn das würde der Vollkommenheit (der göttlichen Schöpfung) widersprechen. Keineswegs zieht sich Leibniz hier etwa ins Nebulöse einer undefinierbaren Vollkommenheit oder Harmonie zurück. Wie es sich für ein Axiomensystem gehört, ist der Begriff der Vollkommenheit selbst Bestandteil der Monadologie (Pkt. 50). Ein Ding ist vollkommener als ein anderes (bezüglich eines bestimmten Sachverhaltes), wenn ich in ihm den Grund für einen Sachverhalt im anderen finden kann. Auf die ganze Welt bezogen kann man es auch so formulieren: Wenn der Verstand etwas Wirkliches feststellt, so findet er dafür auch den Grund. Einstein formulierte diese Credo unmißverständlich: "Wir wollen nicht nur wissen wie die Natur ist und wie ihre Vorgänge ablaufen, sondern wir wollen auch nach Möglichkeit das vielleicht utopisch und anmaßend erscheinende Ziel erreichen, zu wissen, warum die Natur so und nicht anders ist. So erlebt man gewissermaßen, daß selbst Gott jene Zusammenhänge nicht anders hätte festlegen können, als sie tatsächlich sind. ... Dies ist das prometheische Element des wissenschaftlichen Erlebens. ... Hier hat für mich stets der eigentliche Zauber wissenschaftlichen Nachdenkens gelegen." [EINS29]. Knapper und prägnanter kann man nicht ausdrücken, wie die naturwissenschaftliche Seite des Leibnizschen Begriffs von "der besten aller Welten" zu verstehen ist.

Ein Beispiel: Man kann sich klar machen, daß es unendlich viele Prim-

zahlen gibt, wie schon von Euklid bewiesen wurde. Weil das durch den Verstand überzeugend bewiesen werden kann, ist es eine notwendige, eine ewige Wahrheit und es ist deshalb auch wirklich so in der Realität, d. h. welche Zahl ich auch ins Auge fasse, es gibt immer eine größere Gesamtheit von Dingen, die ich nicht in gleiche Teile teilen kann. Nun könnte man geneigt sein, diese Denkweise nur auf "so einfache mathematische Gesetzmäßigkeiten" wie die der Teilbarkeit zu beziehen. Leibniz ist aber bei der Anwendung dieses Grundsatzes uneingeschränkt konsequent. Lassen wir ihn selbst sprechen und hören wir nochmals, wie er die umfassende Gültigkeit des Energieerhaltungssatzes begründet [LEIB66, II, Brief an Arnaud, S. 2201: "Es ist also unendlich viel vernunftgemäßer und Gottes würdiger, anzunehmen, daß er von Anfang an die Maschine der Welt so geschaffen hat, daß es sich, ...jederzeit ohne Verletzung der beiden großen Naturgesetze der Erhaltung der Kraft und der Richtung - vielmehr mit deren genauer Befolgung - so trifft, daß die Spannkräfte der Körper bereit sind, von selbst in der richtigen Weise zu spielen, ...".

Was die "Spannkräfte" des Körpers sind, bleibt hier offen. Aber eine Untersuchungsrichtung zum Wesen der Spannkräfte unter Beachtung des Energieerhaltungssatzes wird hier nicht nur angeregt, sondern sie ist selbst angelegt in der Fragestellung. Leibniz geht aber in seiner Konsequenz noch einen ganzen Schritt weiter, und kommt damit z. B. auch zu Einsichten über Raum und Zeit, die erst seit Einstein in der Naturwissenschaft akzeptiert werden. Die Leibnizsche Konsequenz besteht in folgender Schlußweise: Einmal angenommen, es hätte für Gott zwei gleichwertige Möglichkeiten gegeben, etwas zu schaffen, wobei keine der beiden Möglichkeiten vor der anderen ausgezeichnet wäre. Dann hat es Gott nicht geschaffen. Gott hat sich also nicht selbst in die Lage gebracht, in einer unbestimmten Situation ohne Grund eine von zwei gleich möglichen Situationen auszuwählen. Bei Vermeidung des Gottesbegriffs heißt das: Wenn wir einer Fragestellung den zureichenden Grund nicht finden können, dann berührt die Frage etwas, was es gar nicht gibt, dann ist es eine nur gedachte Frage, keine wirklich wissenschaftliche Frage. Leibniz ist mit dieser Konsequenz an das Problem der Existenz des leeren Raumes herangegangen, das wir nun behandeln wollen.

Heute ist es bereits eine Modeerscheinung geworden, von der Überwindung der "Newtonschen Wissenschaft" zu sprechen. Deshalb soll noch-

mals darauf hingewiesen werden, daß damit eine Wissenschaftsauffassung, Wissenschaftsmethode und ein wissenschaftliches Weltbild gemeint ist, wie es sich in der Wissenschaftsentwicklung der letzten zweihundert Jahre herausgebildet hat, infolge der Newtonschen Entdeckungen, die aber nicht mit den weit darüber hinausgehenden philosophischen Einsichten Newtons verwechselt werden dürfen. Tatsächlich erklärt Newton in seinen Mathematischen Prinzipien der Naturlchre: "Der absolute Raum bleibt vermöge seiner Natur und ohne Beziehung auf einen äußeren Gegenstand stets gleich und unbeweglich." Analog lehrt er über die Zeit: "Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig und ohne Beziehung auf irgendeinen äußeren Gegenstand."

Keine Streitfrage zwischen der Newtonschen und der Leibnizschen Philosophie ist so ernsthaft diskutiert und auch so breit bekannt geworden, wie die über Raum und Zeit. Sie war Gegenstand des Briefwechsels zwischen Leibniz und Clarke, den man aber auch als einen Briefwechsel zwischen Leibniz und Newton betrachten kann, denn dieser hat selbst mit Hand angelegt und auch der Publikation die endgültige Form gegeben. Der Briefwechsel wurde in den Jahren 1715 bis 1716 geführt und endete mit dem Tod Leibniz'. Schon wenige Monate später wurde der Briefwechsel von Clarke herausgegeben. Allein daraus wird ersichtlich, welch große Bedeutung dieses Problem in der damaligen geistigen Ausseinandersetzung hatte. Es ging keineswegs nur um eine physikalisch-mathematische Frage, sondern um eine Kernfrage der Religion und die Leibnizschen Positionen gegen Newton waren für diesen nicht ganz "ungefährlich". Gleich der erste Brief von Leibniz vom November 1715 enthält folgende Passagen: "1. Es scheint, daß die natürliche Religion (in England) in einen ganz außerordentlichen Verfall geraten ist. ... 3. Monsieur Newton sagt, der Raum sei das Organ, das Gott benutzt, um die Dinge wahrzunehmen. Wenn Gott aber zur Wahrnehmung der Dinge ein Hilfsmittel benötigt, dann sind die Dinge von ihm nicht vollkommen abhängig und auch nicht sein Erzeugnis. 4. Monsieur Newton und seine Anhänger haben von Gottes Werk eine recht merkwürdige Meinung. Ihrer Meinung nach ist Gott gezwungen, seine Uhr von Zeit zu Zeit aufzuziehen, andernfalls würde sie stehenbleiben. Er besaß nicht genügend Einsicht, um ihr eine immerwährende Bewegung zu verleihen. Gottes Maschine ist ihrer Meinung nach so-

gar so unvollkommen, daß er gezwungen ist, sie von Zeit zu Zeit durch einen außergewöhnlichen Eingriff zu reinigen und sogar zu reparieren, so wie ein Uhrmacher sein Werk repariert, der ja ein um so ungeschickterer Handwerker ist, je öfter er gezwungen ist, sein Werk in Ordnung zu bringen und zu reparieren. Meiner Meinung nach ist immer die gleiche Kraft und Wirksamkeit vorhanden, nur daß sie gemäß den Naturgesetzen und der herrlichen prästabilierten Ordnung von Materie auf Materie überwechselt."

Wir sehen hier noch einmal, welch zentrale Rolle der allgemeine Energieerhaltungssatz für Leibniz spielte, wie überhaupt der ganze Briefwechsel nochmals die fundamentalen Positionen seiner Philosophie betonte. Hier soll es uns lediglich um das Raum-Zeit-Problem gehen. Newton forderte einen absoluten Raum, Leibniz bestreitet ihn. Dabei darf man das Problem nicht simplifizieren und hierbei ist Einstein wieder unser Zeuge. Wheeler schreibt in seinem außergewöhnlichen Buch, zweifellos die beste allgemeinverständliche Darstellung der Einsteinschen Raum-Zeit-Konzeption, folgendes [WHEE91, S. 16]: "Einstein hat mir gegenüber deutlich hervorgehoben, daß sich Newton der Probleme, die mit dem Begriff des absoluten Raumes verbunden waren, durchaus bewußt gewesen ist. Diese Schwierigkeiten waren auch nicht der Aufmerksamkeit von Newtons großem Zeitgenossen Gottfried Leibniz entgangen, der erklärt hatte, daß Raum und Zeit nicht Dinge, sondern Ordnungen der Dinge sind." Man braucht diese Meinung über die Newtonsche Raumvorstellung nicht anzuzweifeln. Das Problem besteht darin, daß die "axiomatische" Newtonsche Formulierung der Mechanik ohne den absoluten Raum nicht konsistent ist. Genau dagegen zielt auch die Leibnizsche Auffassung und genau deshalb ist die Leibnizsche Gegenthese nicht nur ein Randproblem, sondern betrifft die philosophischen Grundlagen der Physik.

Einstein hat sich, bei allerhöchster Wertschätzung für Newton, immer wieder dazu geäußert, warum die richtige Leibnizsche Auffassung über Raum und Zeit so lange verdrängt, und damit auch weiterführende physikalische Überlegungen blockiert wurden. Er schreibt [EINS90, S. 6]: "Begriffe und Begriffssysteme erhalten die Berechtigung nur dadurch, daß sie zum Überschauen von Erlebniskomplexen dienen; eine andere Legitimation gibt es für sie nicht. Es ist deshalb nach meiner Überzeugung eine der verderblichsten Taten der Philosophen, daß sie gewisse begriffliche

......

Grundlagen der Naturwissenschaften aus der Kontrolle zugänglicher Gebiete des Empirisch-Zweckmäßigen in die unangreifbare Höhe des Denknotwendigen (Apriorischen) versetzt haben. Denn wenn es auch ausgemacht ist, daß die Begriffe nicht aus den Erlebnissen durch Logik (oder sonstwie) abgeleitet werden können, sondern in gewissem Sinne freie Schöpfungen des menschlichen Geistes sind, so sind sie doch ebensowenig unabhängig von der Art der Erlebnisse, wie etwa die Kleider von der Gestalt der menschlichen Leiber. Dies gilt im besonderen auch von unseren Begriffen über Raum und Zeit, welche die Physiker - von Tatsachen gezwungen - aus dem Olymp des Apriori herunterholen mußten, um sie reparieren und wieder in einen brauchbaren Zustand setzen zu können." An dieser Stelle sei nur am Rande vermerkt, daß Einstein die Anregungen zu den grandiosen jahrelangen Untersuchungen Piaget's über die Herausbildung der Raum-Zeit-Begriffe bei Kindern gegeben hat. Die Ergebnisse zeigen nicht nur, daß nichts von diesen Strukturen apriorisch oder angeboren ist, sondern sie weisen auch detailliert nach, auf welchem Wege sich diese Begriffe herausbilden. Bemerkenswert ist dabei, daß die scheinbar "apriorischste" und einfachste Geometrie, die euklidische Geometrie, speziell das Parallelenaxiom, erst sehr spät ins Bewußtsein rückt. Geometrische Zusammenhänge neuerer geometrischer Gebiete, speziell der Topologie, treten in der Entwicklung des Kindes viel früher auf [PIAG92], IGINS981.

Warum ist es für Leibniz ausgemachte Sache, daß es den leeren absoluten Raum nicht gibt? Wenn er existieren würde, hätte Gott bei seiner Schöpfung die Dinge (Sonnen, Planeten usw.) auch anders in den Raum verteilen können, als sie es sind. Er hätte vor dem leeren Raum gestanden und die Dinge zufällig hineinlegen können. So handelt aber die höchste Vernunft nicht. Hören wir Leibniz selbst [LEIB91, 3. Brief an Clarke, S. 37]: "Man erkennt den wichtigen Satz an, daß nichts geschieht, ohne daß es so und nicht anders ist. Jedoch gesteht man ihn mir nur dem Worte nach zu und in Wirklichkeit bestreitet man ihn mir. Dies zeigt, daß man die gesamte Tragweite dieses Satzes nicht völlig verstanden hat. Darum benutzt man auch ein Beispiel aus einem von meinen Beweisen gegen den wirklichen absoluten Raum, der ja ein Idol für etliche englische Zeitgenossen ist." Und weiter [LEIB91, Leibniz' 4. Brief, S. 51] "1. Bei vollkommen unterschiedslosen Dingen besteht keine Möglichkeit zum Auswählen und

62

.....

folglich gibt es weder eine Wahl noch einen Willen... 2. Ein bloßer Wille ohne irgendeinen Beweggrund ist nicht nur eine zur Vollkommenheit Gottes in Widerspruch stehende Fiktion, sondern auch trügerisch und widerspricht sich selbst. Er ist unvereinbar mit der Definition des Willens und in meiner Theodizee zur Genüge widerlegt worden."

Daß es keinen absoluten leeren Raum gibt, in dem Atome willkürlich verteilt sind, die auch anders verteilt sein könnten, ist für ihn keine ursächliche Annahme, sondern das Ergebnis seiner philosophisch-naturwissenschaftlichen Forschungen. Davon legen die folgenden Worte Zeugnis ab [LEIB66, S. 153]: "Wer für die Leere ist, läßt sich hierbei mehr durch die sinnliche Anschauung als durch die Vernunft leiten. In meiner Jugend verfiel ich auch auf die Ansicht vom Leeren und den Atomen; seither aber haben Vernunftgründe mich davon zurückgebracht. Es war ein verlockendes Phantasiegebilde: man beschränkt in ihm seine Nachforschungen, man nagelt gewissermaßen Untersuchungen fest, man glaubt, die ersten Elemente, ein non plus ultra, gefunden zu haben. Wir möchten der Natur Stillstand gebieten, von ihr verlangen, daß sie begrenzt sei wie unser Geist …".

Wenn der Raum also nichts anderes als die Ordnung der Dinge ist, wenn es keinen leeren Raum gibt, wo befinden sich dann die realen Dinge? Die Antwort könnte man kurz so fassen: Es gibt, wie auch Leibniz immer wieder betont, keine Materie (Stoff) ohne Körper. Jeder Körper hat also seinen Raum. Diese Räume sind vielfältig aufeinander bezogen. In der Regel sind es "nichtkommutative Räume" (s. LASS96). Wenn es (wie bei einem Festkörper) gewöhnliche dreidimensionale Räume sind, kann man sie sich auch aneinandergefügt denken. Erst durch diesen Abstraktionsprozeß kommt man zum unendlichen Raum, den man sich nachträglich (aber nur nachträglich) wieder leer denken kann. Wesentlich und fundamental ist aber nicht dieser nachträglich abstrahierte leere Raum, sondern das kategoriale Beziehungsgeflecht der konkreten Räume. Wie wir nun im letzten Kapitel darlegen wollen, ist gerade dieses kategoriale Beziehungsgeflecht das Fundament für den revolutionär neuen Geometriebegriff der Mathematik. Er hat sich in einem langen Erkenntnisprozeß beim "Herumschlagen" mit verschieden Typen abstrakter Räume innerhalb der reinen Mathematik herausgebildet. Jetzt kehrt dieser Geometrie- und Raumbegriff in die Physik zurück, und ist eine bemerkenswerte Bestätigung und mathematische Fassung der Leibnizschen philosophischen Raumkonzeption.

6. Strings, Monster und Moonshine

Trotz der von Leibniz markant vertretenen anderen und wie wir heute sagen können richtigeren Auffassung dominierte die Newtonsche Raum-Zeit-Konzeption zwei Jahrhunderte. Alle, die grundsätzlich davon abwichen, wie etwa Theodor Fechner, tragen das Stigma des Sonderlings. Kaum ein Physiker hat es gewagt oder auch nur ernsthaft daran gedacht, die Newtonschen Dogmen in Frage zu stellen.

Erst Bernhard Riemann hat schon ein halbes Jahrhundert vor Einstein mit seiner neuen Theorie von Raum und Zeit klar die Newtonschen Dogmen überwunden. Aber die wissenschaftliche Öffentlichkeit hat diese neue Konzeption als mathematisches Hirngespinst abgetan. Mit der Helmholtzschen Schrift "Über die Tatsachen, welche der Geometrie zugrunde liegen" war offensichtlich für die Physiker das Urteil gesprochen. Aus philosophischer Sicht trug zur Nichtbeachtung der weitreichenden naturphilosophischen neuen Riemannschen Konzeption zweifellos die Tatsache bei, daß Riemann ein Verehrer der Herbartschen Philosophie war und aus ihr die Anregungen nahm. In einer Zeit, in der das philosophische Weltbild der Naturwissenschaftler weitgehend durch den Neukantianismus geprägt war, wurde der Riemannsche philosophische Standpunkt, sofern er überhaupt zur Kenntnis genommen wurde, abschätzig abgetan.

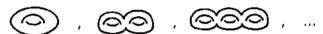
Bei der Raum-Zeit-Frage schienen die Würfel eindeutig zu Gunsten Newtons gefallen zu sein. In einem solchen naturwissenschaftlichen Weltbild war kein Platz für Monaden. In unserem Jahrhundert hat zwar die Physik den bekannten Umbruch erfahren und durch die Einsteinsche Raum-Zeit-Auffassung in der Relativitätstheorie ist ein wesentlicher Aspekt der Leibnizschen Philosophie naturwissenschaftliche Realität geworden, aber für das eigentliche Problem seiner Philosophie, ein Verständnis der monadologischen Konzeption, hatte sich nicht viel geändert. Ganz im Gegenteil schien der andere große Zweig der modernen Physik unseres Jahrhunderts, die Quantentheorie, der Monadologie geradezu einen weiteren Todesstoß zu versetzen. Allgemein bekannt ist die Aussage, daß die Quantentheorie nun endgültig bewiesen hätte, daß die Natur doch Sprünge macht, im scheinbaren Gegensatz zur Leibnizschen Grundthese von der Kontinuität in der Natur. Unterdessen hat die moderne Meßtechnik, die bis in den Pikosekundenbereich reicht, nun doch gezeigt, daß die Niveau-

sprünge oder spontanen Phasenübergänge duraus über Zwischenzustände verlaufen. Aber die Quantensprünge sind nicht der markanteste Punkt im Verhältnis zur Monadologie. Gravierender ist die Tatsache der Ununterscheidbarkeit der Elementarteilchen gleicher Sorte. In einem Elektronengas z. B. sind die einzelnen Elektronen prinzipiell ununterscheidbar, was für die neuen Statistiken, die Quantenstatistiken, von ausschlaggebender Bedeutung ist. Damit mußte jeder Versuch scheitern, die Elementarteilchen etwa als Monaden zu denken. Auf den ersten Blick wären sie natürlich Kandidaten dafür gewesen. Sie sind feiner als die Atome und nicht mehr raum-zeitlich lokalisierbar.

Nun klang in der zitierten Einsteinschen Aussage, daß das elektromagnetische Feld eine nicht mehr reduzierbare Einheit ist, bereits an, daß nicht die Quanten der Felder die Einheiten sind, sondern, wenn überhaupt, die Felder selbst. In jüngster Zeit ist nun ein ganz neuer Aspekt hinzugekommen. Es sind die sogenannten Stringtheorien entstanden. Nach diesen Theorien sind die Elementarobjekte nicht mehr punktförmig, sondern kleine Strings. Wenn sie sich "ausbreiten" entstehen dann solche Schläuche, wie in (3.3) angedeutet. Nun darf man aber all das nicht zu wörtlich nehmen, so wie schon in der klassischen Quantenphysik der Wellencharakter der Teilchen nicht zu bildlich als mechanische Welle verstanden werden darf. Die zentralen Begriffe der Quantentheorie sind Wellenfunktionen, Operatoren, Hilberträume usw. Erst wenn man sich von den ablaufenden Prozessen ein "Bild" machen möchte, wird man je nach Art auf solche Vorstellungen wie Teilchen oder Welle geführt, mechanische Interpretationen realer Strukturen in der Quanten- und Elementarteilchenwelt. Die philosophischen Aspekte dieser Strukturen sind in dem Buch "Materiestruktur" unseres Mitgliedes Herbert Hörz umfassend dargestellt [HÖRZ71]. Mit der Stringtheorie wird ein neues Kapitel aufgeschlagen. Als ihr Geburtsjahr wird das Jahr 1973 angesehen. Es dauerte dann aber noch ein Jahrzehnt, bis ihr Wesen durch eine neue Sichtweise begriffen wurde. Seit 1983 hat sie eine stürmische Entwicklung genommen, worüber man sich in dem meisterhaften Büchern von Michio Kaku [KAKU93 und 98] informieren kann. Eine entsprechende Verarbeitung der philosophischen Aspekte dieser Strukturen, die "hinter den Elementarteilchen" liegen, steckt noch ganz in den Anfängen. Nicht zuletzt soll dieser Vortrag die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß es sicher anregend sein wird, bei der Beurteilung der Strings direkt an die philosophischen Positionen von Leibniz anzuknüpfen oder anders formuliert, sich auf diese wieder zu besinnen.

Der "See der Strings" formt sich aus Objekten, denen Bilder wie (3.3) entsprechen. In Erweiterung der Streuvorstellungen von Elementarteilchen, der Feynmangraphen, entstehen solche mehrfach-zusammenhängende Schläuche. In (3.3) hatte sich der String nach dem Zusammenstoß einmal geteilt und wieder vereinigt. Das kann sich nun beliebig oft wiederholen, so daß sich folgende 2-dimensionale Flächen ergeben:





Es sind sogenannte Riemannsche Flächen. Sie wurden durch die revolutionäre Umgestaltung und Neubegründung der Funktionentheorie Mitte vorigen Jahrhunderts durch Bernhard Riemann in die Mathematik eingeführt. In (3.3) haben wir nur den Zusammenhangscharakter, d. h. die Anzahl der Löcher in den Brezeln hervorgehoben. Die Riemanschen Flächen unterscheiden sich auch noch durch innere Parameter, die "Dicke" der einzelnen "Schläuche". Diese Parameter heißen Modul. Da nun alle denkbaren Streuprozesse der Strings möglich sind, liegt hinter den Elementarteichen der See der Strings von dem man sich folgendes Bild machen kann:

(6.2)



Die Elementarteilchen Protonen, Neutronen, Elektronen usw. sind nun nicht etwa aus den Strings zusammengesetzt, sondern sie sind Schwingungsmodi dieses Sees der String. Dieser See von Flächen (6.2) (und ähnliche Gebilde) ist bereits während des gesamten 20. Jahrhunderts ein Objekt der Mathematik und hat auch den Namen eines Raumes getragen, nämlich Modulraum. Es sind Raumtypen, die bis zur Entstehung der

Stringtheorie in keiner Weise mit realen physikalischen Räumen in Zusammenhang gebracht wurden, die aber Gegenstand intensivster mathematischer Untersuchungen und Begriffsbildungen der reinen Mathematik waren, "rein" bis in die jüngste Zeit, d. h. nicht mit direkten physikalischen Interpretationen verknüpft.

Hier ist es angezeigt, die in diesem Zusammenhang bedeutendsten Mathematiker der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts zu nennen. Träger des "Mathematiknobelpreises", der Fields-Medaille. Nobel hat für die Auszeichnung mit seinem heute berühmten Preis die Mathematiker ausgeschlossen. Es gibt über die Gründe dafür verschiedene Legenden, bis hin zu "Affären" Nobels, die damals namhafte Mathematiker treffen mußten. Wie dem auch sei, jedenfalls ist der Ausschluß der Mathematiker offensichtlich kein Zufall. Der kanadische Wissenschaftler und Industrielle John Charles Fields hat sich der Mathematiker "erbarmt" und 1932 einen entsprechenden Preis gestiftet, der seinen Namen trägt, "Fields-Medaille". Diese hohe Auszeichnung wird aller vier Jahre während der Mathematikerkongresse verliehen, in der Regel zwei bis vier solche Preise und einer für Informatik, so daß man etwa einen "Mathematiknobelpreis" pro Jahr vergibt. Allerdings müssen die Preisträger bei der Verleihung jünger als 40 Jahre sein, dadurch sind es weniger als die Nobelpreisträger in den anderen Wissenschaften.

Ein großes Ereignis war der Internationale Mathematikerkongreß ICM'98 im August 1998 in Berlin, 101 Jahre nach dem ersten solchen Kongreß 1897. Für die "Systematisierung" der internationalen Zusammenarbeit der Mathematiker zu Beginn dieses Jahrhunderts hatte die 1890 gegründete Deutsche Mathematikervereinigung (DMV), die entscheidenden Impulse gegeben. Die deutschen Mathematiker waren bis zur Nazizeit international führend. Trotzdem war der Berliner Kongreß der erste in Deutschland nach 94 Jahren. In einer eindrucksvollen Rede ging der Senior der deutschen Mathematik in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts und Ehrenpräsident des ICM'98, Friedrich Hirzebruch, den Gründen dafür nach. Er schilderte das Schicksal der Präsidenten der DMV aus dem ersten Drittel unseres Jahrhunderts Felix Klein, Alexander Wilhelm von Brill, Max Noether, David Hilbert, Alfred Pringsheim, Friedrich Engel, Kurt Hensel, Edmund Landau, Erich Hecke, Otto Blumenthal und Hermann Weyl. Alle wurden von ihren Lehrstühlen verjagt. Nur David

Hilbert starb 1943 in Göttingen (Felix Klein war schon 1925 gestorben) [ICM'98, I, S. 31]. In Berlin wurden zwei von den vier Fields-Medaillen für bahnbrechende Resultate vergeben, die unmittelbar im Zusammenhang mit der Stringtheorie stehen, für den Beweis der Moonshine-Vermutung (Richard Borcherds), worüber wir noch sprechen werden und für den Beweis der Witten-Vermutung (Maxim Kontsevich).

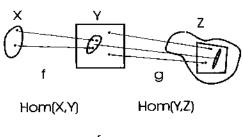
Edward Witten ist ohne Einschränkung der "Leitwolf" der Stringtheorie. Geboren 1954, Fieldspreisträger 1990, ist er nicht nur ein großer Physiker und Mathematiker, sondern er ist der Theoretiker par excellence. Er ist der einzige Theoretiker dieses Jahrhunderts, für den in der Literatur vorsichtig ein Vergleich mit Einstein gewagt wird. Von der Ausbildung her Physiker, ist er der erste "Nichtmathematiker", der die Fields-Medaille erhalten hat. Die Witten-Vermutung betrifft die Modulräume und den Zusammenhang mit der Solitonentheorie. Für Einzelheiten zur Struktur dieser Modulräume ist hier kein Platz, vielmehr wollen wir den Bogen schlagen zum zweiten großen und außergewöhnlichen Mathematiker der Nachkriegsperiode, zu Alexander Grothendieck, geboren 1928, Fieldspreisträger 1966. Er ist der Begründer einer neuen Herangehensweise in der Geometrie, die in ihrem revolutionären Charakter alles übertrifft, was es seit der Entdeckung der Differential- und Integralrechnung gegeben hat. Er hat nicht nur eine neue geometrische Methode begründet und damit den geometrischen Horizont, das geometrische Begriffssystem, bedeutend erweitert, sondern mit ihrer Hilfe zentrale offene Fragen der Mathematik erfolgreich gelöst. Diese neue Geometrie eröffnete die Möglichkeit, mit geometrischen Methoden an Objekte heranzugehen, die auf den ersten Blick nicht wie "Räume" aussehen, wie etwa obiger "Stringsee", die ein Konglomerat von kontinuierlichen und diskreten Objekten sind. Dadurch wird in diese Geometrie die Zahlentheorie einbezogen. Der Begriff arithmetische Geometrie ist Ausdruck einer jüngsten Entwicklung in dieser Richtung, die in enger Wechselwirkung zur Entwicklung der Stringtheorie steht.

Wir können hier nur eine Andeutung der Grothedieckschen Zugangsweise zur Geometrie geben, die aber in einer interessanten Weise auf die Leibnizsche Auffassung über Geometrie zurückführt. Der Ausgangsbegriff ist der der Kategorie (als neuer mathematischer Begriff). Man startet sofort mit der gesamten Kategorie aller Räume (eines gewünschten

Typs). Dabei fordert man von einer Kategorie weiter nichts, als daß sie Objekte A,B, ... X,Y,... hat und zwischen den Objekten gibt es Beziehungen, sogenannte Homomorphismen. Die Menge aller Homomorphismen oder kürzer einfach Morphismen von X in Y bezeichnet man als Hom (X,Y). Für all diese Mengen fordert man im wesentlichen nur eine einzige Eigenschaft algebraischen Charakters. Wenn f∈Hom (X,Y) und g∈Hom (Y,Z) so soll das (formale) Produkt f g definiert sein und ein Element von Hom(X,Z). Um mit dieser Forderung eine Vorstellung zu verknüpfen, stelle man sich vor, daß die Objekte X,Y,... Mengen seien und die Morphismen ſ,g,... Abbildungen, wie in der folgenden Skizze.

(6.3)

Kategorle:



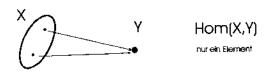
f · g

f bildet also X in Y ab und g bildet Y in Z ab. f g ist dann die daraus zusammengesetzte Abbildung von X in Z. Dann soll es auch noch jeweils ein identisches Element 1 in Hom (X,X) geben, gedacht als die identische Abbildung von X auf X. Dadurch sind wenigstens die Mengen Hom (X,X) keine leeren Mengen. Einzelne der Menge Hom (X,Y) können durchaus leer sein. Es werden dann für das Rechnen mit diesen Homomorphismen zusätzliche algebraische Eigenschaften gefordert, um zu Raumklassen zu kommen, angepaßt an die jeweils zu untersuchende Fragestellung.

Natürlich fragt man sich, wie Leben in das "Gerippe" (6.3) kommt. Allein die Multiplikation f g der Morphismen wird es doch wohl nicht machen? In der Tat entwickelt sich aber das Begriffssystem dieser neuen Geometrie fast "im Hegelschen Sinne" aus diesen wenigen Grundtatsachen heraus. Nehmen wir dafür ein Beispiel. Wenn wir das Schema

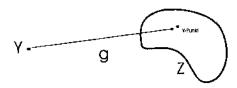
schon Geometrie nennen, so kann man fragen, gibt es auch Punkte? Stellen wir uns einen Moment vor, X,Y,... seien die altbekannten Punktmengen, dann ist die Menge Y genau dann ein Punkt, wenn Hom (X,Y) exakt einen Morphismus enthält,





Es kann nur eine Abbildung von X auf den Punkt Y geben. Damit hat man durch "Leibnizsche Begriffsanalyse" die Definition des Punktes herausgeschält. "Ein Objekt Y der Kategorie heißt Punkt, wenn für jedes andere Objekt X , Hom (X,Y) genau ein Element enthält". Weiß man jetzt was Punkte sind, so kann man auch definieren, was Punkte eines Raumes Z sind, indem man auf die folgende Skizze schaut:

(6.5) V-Punkt in 7:



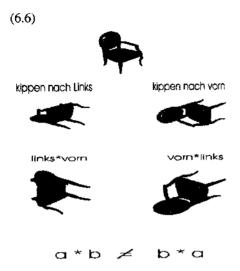
Wenn Y ein schon erkannter Punkt ist, so "zielt" ein f∈Hom (Y,Z) genau auf einen Punkt von Z, der allerdings von Y abhängt. Das führte auf den Begriff des Y-Punktes in einem Objekt. Die Y-Punkte von Z wurden von Grothendieck gleich mit den Elementen von Hom (Y,Z) identifiziert. Die Morphismen sind also nicht nur Abbildungen eines Raumes in einen anderen, sondern sie stehen gleich als Synonyme für Punkte. Definitionen von diesem Typ, erweitert auch für Funktionen usw. und die sich daraus ergebenden Konsequenzen, erregten tatsächlich nicht wenig ungläubiges Stau-

nen, als er sie der Öffentlichkeit vorstellte. Es ergaben sich solch merkwürdige Dinge, wie Funktionen, die von Null verschieden sind, aber in jedem Punkt den Wert Null annehmen usw. Wenn Hom (Y,Z) leer ist, für alle Punkte Y, so ist Z ein Raum ohne Punkte usw.

Werfen wir nochmals einen zusammenfassenden "philosophischen Blick" auf die Grothendiecksche Herangehensweise. Der Zusammenhang zur Leibnizschen Formulierung sticht unmittelbar ins Auge. Geometrie ist nichts anderes als die Beziehungen zwischen den Dingen. Wir hatten oben ein Zitat von Leibniz angeführt, in dem er von "wirklichen Geraden" spricht. Bisher hatten wir stillschweigend übergangen, daß "Gerade" in der Leibnizschen Sprechweise nicht die unendliche Gerade bedeutet, sondern eine endliche Strecke. Die Leibnizschen wirklichen Geraden, sind also wirkliche eindimensionale Strukturen, abgehoben von den wirklichen Objekten, also z. B. die Kante eines "wirklichen" Würfels usw. Der Ausgangspunkt ist also hier nicht der Begriff der unendlichen Geraden, sondern die kategoriale Gesamtheit aller Geraden (lies Strecken) usw. Dann macht die Definition eines Punktes, im Sinne der Leibnizschen Begriffsanalyse, erneut einen Sinn. Diese hatte auch einen tiefe philosophische Bedeutung für Euklid.

Wir müssen es hier bei diesen wenigen Bemerkungen zu den Begriffen der neuen Geometrie bewenden lassen und kommen nun, wie angekündigt zu der anderen jüngst mit der Fieldsmedaille ausgezeichneten Entdeckung, die zum Bereich der Stringtheorie gehört, zum Beweis der Moonshine-Vermutung durch Borcherds.

Vergegenwärtigen wir uns zuerst den Begriff der Gruppe. Das ist eine Gesamtheit von Elementen in der eine Rechenoperation definiert ist, z. B. die Multiplikation a•b, so daß alle Gesetze der Multiplikation (5)-(8) von (2.1) gelten. Das Kommutativgesetz a•b = b•a wird nicht verlangt. Ist es ebenfalls erfüllt, so spricht man von einer kommutativen Gruppe. Aber auch bezüglich der Addition bilden die reellen Zahlen oder auch schon die Menge der ganzen Zahlen eine Gruppe. Das neutrale Element ist in dem Fall die Null. Die Drehgruppen des Raumes, die Symmetriegruppen eines Kristalls usw. sind aber im allgemeinen nichtkommutativ, wie wir an den Drehungen des Sessels erkennen. Nennen wir das Kippen nach links



a und das Kippen nach vorn b und verstehen wir unter a•b das hintereinander Ausführen der beiden Drchungen, so sehen wir, daß a • b ≠ b•• a ist. Die Transformationsgruppe des Sessels ist also nichtkommutativ. Wenn man zwei Gruppen hat, G und H, so kann man sie zusammensetzen zu G×H, indem man einfach die Menge der Paare (g,h) bildet und mit diesen Paaren komponentenweise rechnet. Im allgemeinen ist das "Zusammensetzen" noch ein klein wenig komplizierter. Uns kommt es hier nur darauf an, daß man aus gegebenen Gruppen unzählig viele neue bilden kann. Eine Gruppe, die nicht zusammengesetzt ist, nennt man einfach. Ein grosses Problem der Mathematik war die Klassifikation aller endlichen einfachen Gruppen, das erst 1981 endgültig gelöst werden konnte. Wir wollen das Ergebnis jetzt beschreiben.

Zuerst einmal fällt aus obigen Beispiel sofort ins Auge, daß man von den stetigen Drehgruppen des dreidimensionalen Raumes sofort zu endlichen Gruppen kommt, wenn man etwa nur die Drehungen in die drei Achsenrichtungen um jeweils 90° und Vielfache davon betrachtet. Nun kann man die Dimension des Raumes variieren. Außerdem kann man neben den orthogonalen Drehgruppen des n-dimensionalen euklidischen Raumes noch andere einfache kontinuierliche Gruppen als Ausgangsbasis wählen. Das Resultat ist dann, daß man insgesamt 17 Serien einfacher endlicher Gruppen erhält.

Das überraschende und merkwürdige Resultat ist nun, daß man auf diesem Weg nicht alle endlichen einfachen Gruppen bekommt. Es fehlen genau 26 Gruppen. Oder etwas anders formuliert, es gibt genau 26 einfache endliche Gruppen, die keine Drehgruppen "vernünftiger" Räume sind. Diese Gruppen heißen sporadische Gruppen. Die ersten waren schon im vorigen Jahrhundert bekannt und heißen Mathieu-Gruppen, nach ihren Entdecker. Die Existenz der größten sporadischen Gruppe F1 wurde erst 1980 bewiesen und sie ist unter den Namen "Monster-Gruppe" bekannt oder auch als Fischer-Gries Monster, benannt nach ihren Entdeckern. Man kennt diese sporadischen Gruppen sehr genau, jedenfalls weiß man, wieviele Elemente diese Gruppen enthalten, von denen wir einige auflisten:

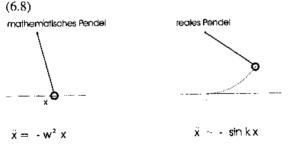
```
(6.7)
M_{11}: 7920 = 2^4 \cdot 3^3 \cdot 5 \cdot 11
M_{12}: 95040 = 2^6 \cdot 3^3 \cdot 5 \cdot 11 \quad \text{Emil Mathieu } 1861
...
F_1: 808 017 424 794 512 875 886 459 904 961 710 757 005 754 368 000 000 000 = 2^{46} \cdot 3^{20} \cdot 5^0 \cdot 7^6 \cdot 11^2 \cdot 13^3 \cdot 17 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 29 \cdot 31 \cdot 41 \cdot 47 \cdot 59 \cdot 71
\sim 10^{54}
```

Die Existenz der Monster-Gruppe wurde bereits 1974 durch Fischer und Gries vermutet, als eine Gruppe mit bestimmten Eigenschaften. Der Beweis ihrer Existenz im Jahre 1980 war ein letzter markanter Punkt für die endgültige Klassifikation aller einfachen endlichen Gruppen, die 1981 abgeschlossen werden konnte. Man hat die Lösung dieses Klassifikationsproblems mit den aufwendigsten Entdeckungen der Elementarteilchenphysik verglichen. In den letzten dreißig Jahren haben hunderte Spezialisten an diesem Problem gearbeitet. Wie in der Elemntarteilchenphysik wurde oft die Existenz einer Gruppe mit gewissen Eigenschaften erst vermutet und dann die Existenz durch aufwendige Arbeit nachgewiesen. Die Beweise der Existenz und die Konstruktion aller dieser Gruppen haben einen Umfang von ca. 10 000 Seiten. Selbst die Beschreibung des

Beweisganges auf mathematisch exakter Grundlage und nur für Mathematiker gedacht, erfordert ein ganzes Buch [GORE82].

Wie kann man eine Gruppe wie das Monster mit dieser schon überastronomischen Anzahl von Elementen finden? Die Monstergruppe gewinnt man, etwas vereinfacht gesagt, aus der Symmetriegruppe eines Kristallgitters in einem Raum der Dimension 196883! Diese Zahl führt uns auf die Moonshine-Vermutung. Um zu erklären, was es damit auf sich hat, gehen wir in ein ganz anderes Gebiet und nahezu zwei Jahrhunderte zurück.

Die Schwingungen eines mathematischen Pendels werden durch die Sinusfunktion beschrieben und gehören in das Gebiet der trigonometrischen Funktionen, die schon im Mittelalter entdeckt wurden und seit der Begründung der Differential- und Integralrechnung in allen ihren Eigenschaften bestens untersucht sind. Der Begriff "Mathematisches Pendel" bringt zum Ausdruck, daß man nur kleine Ausschläge eines Pendels betrachtet und dadurch die rücktreibende Kraft als proportional zum Ausschlag annehmen kann. Wenn man das reale Pendel betrachtet, also beliebig große Ausschläge zuläßt, so ist die rücktreibende Kraft selbst ein Sinus:



elliptische Funktionen

Die Lösung führt auf eine ganz neue Klasse von Funktionen, die elliptischen Funktionen, deren umfassende Theorie erst zu Beginn des vorigen Jahrhunderts in einem Wettstreit zwischen Abel (1802–1829) und Jacobi (1804–1851) ausgearbeitet wurde. Diese Funktionenklasse trägt den Namen elliptische Funktionen, weil sie auch bei der Berechnung der Länge

der Ellipse auftreten. Die Bestimmung des Flächeninhaltes der Ellipse ist "so einfach" wie die Bestimmung der Fläche des Kreises. Aber die Bestimmung der Länge eines Ellipsenbogens führt auf diese neue Klasse nicht elementarer Funktionen. Es gibt nun ganze Scrien dieser elliptischen Funktionen, die durch einen sogenannten Modul q charakterisiert sind. Er hängt eng mit dem k in der rücktreibenden Kraft sin kx des realen physikalischen Pendel zusammen. Die Zusammenhänge in der Typisierung der elliptischen Funktionen und ihrer Riemannschen Flächen werden durch die sogenannte elliptische Modulfunktion j(q) "gesteuert", die schon seit mehr als einem Jahrhundert gut untersucht ist:

(6.9)

$$i(q) = 1/q + 744 + 196884 q + 21493760 q^3 + \dots$$

ana dia m

Wie gesagt, die Modulfunktion steht im Zusammenhang mit dem realen physikalischen Schwingungen und anderen nichtlinearen Prozessen in den verschiedensten Zweigen der Physik und Technik. Niemand konnte etwas mit den merkwürdigen großen ganzen Zahlen in der Reihenentwicklung dieser Funktion anfangen. Wenn man früher überhaupt dazu etwas bemerkt hat, so die Äußerung, daß es eben so ist und diese Zahlen rein "zuffällig" sind und physikalisch nichts bedeuten.

Nun ist der Koeffizent von q in (6.9) um eins größer als die Zahl 196883, die Dimension der kleinsten irreduziblen Darstellung der Monstergruppe. Und das führte den namhaften Mathematiker Conway zu der Vermutung, daß auch die anderen großen Zahlen mit den Dimensionen der höheren irreduziblen Darstellungen der Monster-Gruppe zusammenhängen [CONV92, S. 568]. Rein zahlenmäßig sticht das ins Auge. Was aber sollte die Monstergruppe mit der Modulfunktion zu tun haben, oder physikalisch formuliert, mit nichtlinearen Schwingungen? Kein Mensch hatte eine Ahnung welcher Zusammenhang das sein sollte und woher ein Beweis dieser Vermutung kommen könnte. Conway gab ihr deshalb den Namen "Moonshine-Vermutung", nach der weiteren englischen Bedeutung dieses Wortes als fauler Zauber, Unsinn, Geschwafel etc. Jetzt allerdings, nachdem durch Borcherds die Moonshine-Vermutung bewiesen ist, kann man die Bezeichnung gut und gern in der Bedeutung von Mondschein, Silberglanz, erster matter Glanz vor dem Tagesanbruch, lesen. Wa-

rum ist diese Wertung möglich und warum bringen wir dieses außergewöhnliche Resultat in unseren Zusammenhang mit Leibniz?

Borcherds hat die Moonshine-Vermutung beweisen können durch eine prinzipielle Weiterentwicklung des mathematischen Apparates der Stringtheorie, insbesondere durch eine Vertiefung und Erweiterung des Kalküls der Vertexoperatoren. Vertexfunktionen, Vertexoperatoren u. ä. spielen seit einem halben Jahrhundert eine große Rolle bei der Berechnung der Streuquerschnitte in der Elementarteilchenphysik. Sie gehören zum Handwerkszeug bei der Behandlung von Feynmandiagrammen in der Streutheorie (s. (3.2)). Sie waren ein wesentliches Handwerkszeug der "Rechenkunst" der Elementarteilchenphysiker, weit entfernt davon ein Gebiet der reinen Mathematik zu sein. Außer für die Insider waren diese Berechnungsmethoden für jeden anderen und erst recht für jeden "exakten" Mathematiker ein Greuel, auch wegen ihrer Divergenzen. Jetzt plötzlich wird mit einer "salonfähigen" Theorie der Vertexoperatoren ein solch exotisches Problem der scheinbar reinen Mathematik gelöst, welches aber in einem ganz besonderen physikalischen Licht erscheint. Interessanterweise ist damit auch das Problem der "Richtigkeit" mathematischer Resultate berührt. An der Lösung des Klassifikationsproblems für endliche Gruppen, unter denen die Monster-Gruppe der exotischste Vertreter ist, zweifelt zwar kein Mathematiker mehr ernsthaft, trotzdem ist es auch für einem Fachmathematiker, wenn er nicht zum engsten Kreis der Spezialisten gehört, nicht möglich, sich "zwischen Weihnachten und Neujahr" einmal von der Richtigkeit dieser Beweise zu überzeugen. Wenn sich allerdings in zwei so getrennten Gebieten, wie der Theorie der elliptischen Funktionen und der Monstergruppe das Wesen dieser obigen Zahlenfolge offenbart, dann ist das ein weiteres Indiz dafür, daß alles stimmt,

Fassen wir zusammen: Die nichtlinearen Schwingungen führen in ihren inneren Gesetzmäßigkeiten auf die äußerst merkwürdigen Reihen natürlicher Zahlen in (6.9). Ihre Erklärung finden diese Zahlen durch die inneren Zusammenhänge zwischen den Strings, einem Bereich, der "hinter" den Elementarteilchen liegen soll. Das ist wohl im Moment das spektakulärste Beispiel dafür, das mit dem Leibnizschen Begriff der "repraesentatio mundi" verbunden ist, der Spiegelung des ganzen Universums in jeder Monade und einer jeden Monade in einer anderen. Leibniz formuliert das in der Monadologie so:

76 GERD LABNER

"56. Diese Verknüpfung oder Anpassung aller erschaffenen Dinge an jedes einzelne und jedes einzelne an alle anderen hat zur Folge, daß jede einfache Substanz Beziehungen enthält, welche die Gesamtheit der anderen zum Ausdruck bringen, und daß sie infolgedessen ein lebendiger, immerwährender Spiegel des Universums ist (vgl. Theodicee, §130 und §360)."

In dem Vortrag zum Leibniz-Tag 1996 [LASS96] hatte ich bereits einen anderen Aspekt des Zusammenhanges zwischen Makro- und Mikrokosmos beschrieben, nämlich eine bestimmte Isomorphie zwischen der Theorie der Solitonen, den nichtlinearen Wasserwellen, und der Stringtheorie. Es ist gerade die gegenseitige Spiegelung der Gesetzmäßigkeiten in den Strings und im makroskopischen Bereich, der im Moment der Stringtheorie ihren Glanz verleiht. Ob die Strings zu den Elementarteilchen in dem Verhältnis stehen, das zu ihrer Schaffung geführt hat, nämlich daß die Elementarteilchen Schwingungsmodi der Strings sind, wird von verschiedenen namhaften Spezialisten durchaus noch bezweifelt. Daß aber mit den Strings ein Realitätsbereich gefunden wurde, der grundlegende Gesetzmäßigkeiten des Universums "hinter den Elementarteichen" offenbart, steht außer Zweifel. Die hier angedeuteten phantastischen Zusammenhänge sind ein nicht unwesentliches zusätzliches Indiz dafür. Jedenfalls läßt dieses Gebiet all diejenigen, die mit ihm vertraut geworden sind, nicht wieder aus seinen Bann. Außerdem sind ganz neuartige Beziehungen zwischen der Physik und der modernsten reinen Mathematik entstanden. Daß dieser Realitätsbereich der Strings auf eine bisher nicht ausgelotete Art und Weise in unsere makroskopische Welt reicht, unter Umgehung der Stufenleiter Elementarteilchen, Atome, Moleküle usw., öffnet ein neues Kapitel im Buch "Materiestruktur". Wie dabei die noch nicht abgegoltenen Fragen der Leibnizschen Philosophie tangiert sind, sollte aus den Beispielen klar werden.

Literatur:

BLOC85 Bloch, E.: Leipziger Vorlesungen zur Geschichte der Philosophie. Bd.1-4. Suhrkamp, Frankfurt M. 1985

BORN69 Born, M., L. Infeld: Erinnerungen an Einstein, Berlin 1969

CONW92 Conway, J. 11., N. J. A.Sloane: Sphere Packings, Lattices and Groups. Springer New-York, Berlin u. a. 1992

- EBBI88 Ebbinghaus, H.-D., H. Hermes, F. Hirzebruch, M. Koecher, K. Mainzer, J. Neukirch, A. Pestel, R. Remmert: Zahlen. Springer, Berlin 1988
- EINS29 Einstein, A.: Über den gegenwärtigen Stand der Feldtheorie. In: Festschrift Prof. Dr. A. Stodola zum 70. Geburtstag. Zürich und Leipzig 1929
- EINS84 Einstein, A.: Aus meinen späten Jahren. Dt. Verlagsanstalt Stuttgart 1984
- EINS90 Einstein A.: Grundzüge der Relativitätstheorie. Vieweg Braunschweig 1990
- EINS93 Einstein, A.: Mein Weltbild. (Hsg. C. Seelig) Ulstein Frankfurt/M. 1993
- FEUE84 Feuerbach, L.: Geschichte der neueren Philosophie. Darstellung, Entwicklung und Kritik der Leibnizschen Philosophie. Gesammelte Werke Bd. 3. Akademie-Verlag Berlin 1984
- GiNS98 Ginsburg, H. P., S, Opper: Pigets Theorie der geistigen Entwicklung. Stuttgart 1998
- GORE82 Gorenstein, D.; Finite Simple Groups. An Introduction to Their Classification. London Plenum Press 1982
- HEGE30 Hegel, G. W. F.:Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse. Berlin 1969.; Phil. Bibliothek Meiner, Hamburg 1991
- HEIS44 Heisenberg, W.: Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften. Verlag S. Hirzel Leipzig 1944
- HEIS90 Heisenberg, W.: Ordnung der Wirklichkeit. München Piper 1990
- HOFS85 Hofstadter, D. R.: Gödel, Escher, Bach ein endloses geflochtenes Band, München 1985
- HOLZ83 Holz H. H.: Gottfried Wilhelm Leibniz. Eine Monographie. Reclam Leipzig 1983
- HÖRZ71 Hörz, H.: Materiestruktur, Dialektischer Materialismus und Elementarteilchenphysik, Berlin 1971
- ICM'98 Proc. Internat. Congress of Mathematicans Berlin 1998. Documenta Mathematica. World Wide Web http://www.mathematik.uni-bielefeld.de/documenta
- KAKU93 Kaku, M., J. Trainer: Jeoseits von Einstein. Die Suche nach der Theorie des Universums. Insel Frankfurt 1993
- KAKU98 Kaku, M.: Im Hyperraum. Eine Reise durch Zeittunnel und Paralleluniversen. Rohwoldt 1998
- KUSR94 Kusraev, A. G., S. S. Kutateladze: Nonstandard Methods of Analysis. Dordrecht, Boston, London 1994
- LASS95 Lassner, G.: Die Zahlen der Physik. Vortrag in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 22. Dezember 1995. Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät Bd. 20, Berlin 1998
- LASS96 Lassner, G.; Leibniz' Monadologie und die Mathematik. Vortrag im Kolloquium zum Leibniz-Tag 1996. erscheint
- LEIB14 Leibniz, G. W.: Monadologie, Reclam Stuttgart (1990).
- LEIB66 Leibniz, G. W.: Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie. I u. II. Phil. Bibliothek Meiner Verlag, Hamburg 1966
- LEIB68 Leibniz, G. W.: Theodizee (1710). Hamburg, Mciner 1969
- LEIB71 Leibniz, G. W.: Neue Abhandlungen über den menschlichen Verstand.
- LEIB82 Leibniz, G. W.: Specimen Dynamicum (1695). Philos. Bibl. 339, Meiner Verlag, Hamburg 1982
- LEIB85 Leibniz, G. W.: Metaphysische Abhandlung (1686). Hamburg, Meiner 1985
- LEIB87 Leibniz, G. W.:Philosophische Schriften und Briefe:1683--87. Akad.-Verlag Berlin 1992

- LEIB91 Leibniz, G. W.: Der Leibniz-Clark-Briefwechsel. Akademie Verlag Berlin 1991
- LEIB92 Leibniz, G. W.: Philosphische Schriften und Briefe 1683–1687. Akademie Verlag Berlin 1992
- MACH88 Mach, E.: Die Mechanik in ihrer Entwicklung. Berlin 1988
- MARX50 Marx, K, F. Engels, Briefwechsel, IV.Bd. 1868-1885, Berlin 1950
- MARX57 Marx, K.: Das Kapital I. Berlin 1957
- MARX85 Engels, F., K. Marx: Die heilige Familie. Berlin 1985
- PIAG92 Piaget, J.: Einführung in die genetische Erkenntnistheorie. Surkamp, Frankfurt a. M. 1992
- ROBI63 Robinson, A.: Introduction to Model Theory and to the Metamathematics of Algebras. Amsterdam, North-Holland 1963
- ROSE87 Rosenkranz, K.: Geschichte der Kant'schen Philosophie. Akad. Verl. Berlin 1987
- RUSS03 Russell, B.: Neue Arbeiten über die Philosophie von Leibniz. In: Heinekamp A., F. Schupp (Hrsg.): Leibniz' Logik und Metaphysik. Darmstadt 1988
- USPE87 Uspenskij, V. A.: Was ist Nichtstandard-Analysis (russ.). Nauka, Moskau 1987
- VOLT81 Voltaire: Erzählungen, Dialoge, Streitschriften. Bd. 1–3.Rütten & Loening Berlin 1981
- WHEE91 Wheeler, A.: Gravitation und Raumzeit. Die vierdimensionale Ereigniswelt der Relativitätstheorie. Heidelberg Spektrum 1991
- WIND93 Windelband, W.: Lehrbuch der Geschichte der Philosophie. Tübingen 1993

Dieter Wittich

Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus" – Entstehung, Wirkung, Kritik [1]

Mit gestürzten Göttern umzugehen, ist nicht leicht. Die Welt, in der sie einst residierten, ist nicht mehr. Was blieb ist die Erinnerung an sie und daran, was sie uns einst bedeutet haben. Kaum zum Vorteil gereichen kann aber, heute über das zu schweigen, was gestern, um es vorsichtig zu formulieren, beachtenswert und plausibel schien.

"Materialismus und Empiriokritizismus" war ein in Millionen Exemplaren weltweit verbreitetes Buch. In den realsozialistischen Ländern war es bis zu deren Ende so extensiv zur Kenntnis zu nehmen, daß wohl niemand unter den hier Anwesenden das Leninsche Buch gänzlich unbekannt geblieben sein kann. Immer wieder haben sich prominente Intellektuelle öffentlich zu ihm geäußert. Manche von ihnen sind als einstige Rezipienten des Leninschen Buches heute nahezu vergessen: Tomas Masaryk etwa, Eugen Kogon oder auch Werner Krauss. Andere, wie Georg Lukacs, Louis Althusser, Otto Neurath oder Leszek Kolakowski schließen den Verdacht aus, sich nur oberflächlich oder nur pflichteifrig mit dem Buch beschäftigt zu haben.

Ein Vergleich zwischen der Rezeptionsliteratur zu Lenins Buch innerhalb und außerhalb des Marxismus-Leninismus war auch das Thema der wohl vorläufig letzten Dissertationsschrift zu Lenins Buch, die an einer ostdeutschen Universität erfolgreich verteidigt wurde [2]. Das geschah 1993 an der Leipziger Universität. Dieses Ereignis ist auch deshalb erwähnenswert, weil die erste deutsche Hochschule, an der eine Dissertationsschrift zu Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus" eingereicht worden ist, gleichfalls die alma mater Lipsiensis war. Der Promovend, der das 1932 bei Hans Driesch tat, war der nicht zuletzt durch Christoph Hein bekannt gewordene Johannes Horn [3]. Die Dissertationsschrift von 1993, die in der DDR begonnen und unter Aufsicht und Begutachtung westdeutscher Professoren zu Ende gebracht worden war, zeigt, wie unterschied-

lich das genannte Werk Lenins über die Jahrzehnte, besonders in jenen des Kalten Krieges, gewertet wurde. Lobgesang und Verdammung füllten gleichermaßen die Seiten der Rezeptionsliteratur.

Zwei Stellungnahmen seien einleitend erwähnt, da sie angesichts ihrer Autoren überraschend erscheinen müssen. Die erste stammt von einem weltbekannten Marx- und Marxismus-Kritiker, der sich 1991 in einem Interview wie folgt zu Lenins Buch äußerte: Er, der Interviewte, sei 1927 an der deutschen Erstausgabe von "Materialismus und Empiriokritizismus" [4] beteiligt gewesen. Damals habe er in Wien die Bekanntschaft eines "ungarischen Kommunisten" gemacht, der "Lenins 'Empirikritizismus' ins Deutsche übersetzt (hat), ich konnte nicht Russisch, aber ich konnte besser Deutsch als er und hab' ihm bei der deutschen Version geholfen." Bei dem "ungarischen Kommunisten" kann es sich meines Wissens nur um den Lukacs-Kontrahenten Laszlo Rudas gehandelt haben, der später, nach 1945, die ungarische Parteihochschule leitete. Rudas hat zwar "Materialismus und Empiriokritizismus" nicht ins Deutsche übersetzt, wohl aber die deutsche Übersetzung fachlich betreut. Noch erstaunlicher aber ist, wie der erwähnte Marxismus-Kritiker fast am Ende seines langen Lebens und nach dem Scheitern des europäischen Sozialismus-Versuchs Lenins Buch wertete: "Jedenfalls hab' ich's damals kennengelernt", bekannte der Interviewte, "und war erstaunt, wie gut das Buch ist, ein gutes Buch ..., ich hab' dieselbe oder ähnliche Meinungen über Mach gehabt" [5]. Der Autor dieses Bekenntnisses ist, Sie werden es schon erraten haben, kein Geringerer als Karl Raimund Popper, der Verfasser von "Die offene Gesellschaft und ihre Feinde" und "Das Elend des Historizismus".

Und noch eine zweite Äußerung zu dem Leninschen Buch will ich hier nennen, um auf die Schwierigkeit des Umgangs mit ihm aufmerksam zu machen. Ihr Autor ist Georg Klaus. Diese Stellungnahme ist nur mündlich überliefert. Ich kann mich aber für ihre Echtheit verbürgen, wobei ich heute nicht einmal mehr sagen kann, ob sie nur mir oder zugleich weiteren seiner damaligen Mitarbeiter vorgetragen wurde. Jedenfalls erfolgte sie etwa dreißig Jahre vor der eben von Popper zitierten. Klaus meinte damals: "Wenn mir jemand 'Materialismus und Empiriokritizismus' als Dissertationsschrift vorgelegt hätte, dann wäre von mir nicht mehr als ein 'rite' zu erwarten gewesen". Die Beurteilung des Buches scheint also zu keiner Zeit eine Kleinigkeit gewesen zu sein.

1. Lenins Buch war 1909 für das theoretische Denken innerhalb des Marxismus ein wertvoller und zukunftsweisender Beitrag

Für das Verständnis eines Buches sind die Umstände seiner Entstehung selten unwichtig. Es trug gewiß nicht zum Ansehen des Leninschen Buches bei, wenn im Marxismus-Leninismus über viele Jahre bereits seine Entstehungsgeschichte mit Legenden verwoben wurde. In der "Geschichte der KPdSU (B). Kurzer Lehrgang" aus dem Jahre 1938 war zu lesen, daß durch die Niederschlagung der Revolution von 1905/06 in Rußland dort Intellektuelle, die sich einst zum Marxismus bekannten, ideologisch verwirrt worden seien und politisch resigniert hätten. Sie wären in die Arme der bürgerlichen Philosophie und Ideologie geflüchtet [6]. Die Wirklichkeit sah anders aus, und da dies für das Verständnis des Buches nicht unwichtig ist, sei darauf zunächst verwiesen.

Mit Intellektuellen, die sowohl dem bolschewistischen als auch dem menschewistischen Flügel der SDAPR angehörten, bestanden bereits geraume Zeit vor der Revolution von 1905/06 Gegensätze auf philosophischem Gebiet. Sie betrafen insbesondere das Verhältnis der philosophischen Ansichten des österreichischen Physikers Ernst Mach zum Marxismus. Aleksandr Bogdanow und mit ihm philosophisch Gleichgesinnte unter den Bolschewiki hatten sich dafür ausgesprochen, selbst erkenntnistheoretische Grundpositionen Machs dem Marxismus einzufügen. Diese ließen aber die Anerkennung einer materiellen Welt als eine wissenschaftlich mögliche Behauptung nicht zu. M. E. zu Recht hatte bereits 1904 Ljubov Akselrod, eine Vertraute Grigorij Plechanows und wie dieser nicht dem bolschewistischen Flügel der SDAPR angehörend, gegen eine solche Erweiterung des Marxismus polemisiert. In ihrem Beitrag "Nowaja rasnovidnosti rewisionisma" [7] verwies sie darauf, daß Machs Verabsolutierung der menschlichen Sinnesdaten gegenüber ihren materiellen Voraussetzungen mit einem historisch-materialistischen Denken nicht vereinbar sei.

Erst nach der Revolution traten zu den philosophischen Gegensätzen zwischen den Bolschewiki politische hinzu. Sie betrafen eher taktische Fragen wie die, ob die bolschewistischen Abgeordneten die vom Zaren gewährte Duma boykottieren sollten, ob sie also von der Partei abzuberufen (russ. otsowatj) wären oder ob sie die Duma als eine revolutionäre Tribüne

zu nutzen hätten. Für ersteres traten Bogdanow und seine Freunde, für letzteres Lenin ein.

Bestand nun zwischen den philosophischen und den politischen Gegensätzen innerhalb der bolschewistischen Gruppierung ein Zusammenhang? Lenin hat einen solchen nur so weit gesehen, als er Bogdanows philosophische Begeisterung für Mach als unvereinbar mit dessen politischer Grundhaltung ansah. Letztere erkannte Lenin nach wie vor als eine revolutionäre an. Sicher befürchtete Lenin aber, daß der philosophische Gegensatz auf Dauer auch dem revolutionären Konsens mit der Gruppe um Bogdanow abträglich sein würde. Deshalb wohl entschloß sich Lenin, den "Machismus" seiner Parteifreunde zu attackieren. Zielte aus Sicht des "Kurzen Lehrgangs" Lenins Entschluß vor allem darauf, Bogdanow und seine Freunde politisch und philosophisch zu "entlarven" [8], so hat Lenin diese tatsächlich eher politisch und philosophisch umworben.

Für eine öffentliche philosophische Polemik war Lenin aber schlecht gerüstet. Seine damaligen philosophischen Kenntnisse und Erfahrungen hätten eine solche Aufgabe eigentlich ausgeschlossen [9]. Das wußte Lenin. Kurz vor Beginn seiner Arbeit an "Materialismus und Empiriokritizismus" schrieb er an Maksim Gorki: "Ich bin mir wohl bewußt, für dieses Gebiet (die Philosophie. D.W.) mangelhaft vorbereitet zu sein, und das hindert mich, öffentlich aufzutreten." [10]. Eine solche Selbstbewertung Lenins deckte sich mit der anderer Intellektueller innerhalb der russischen Arbeiterbewegung. Als Gorki mit Bogdanow, Anatolij Lunatscharskij und anderen 1908 eine "Enzyklopädie für Arbeiter" plante, schlug er in einen Brief an den marxistischen Historiker Michail N. Pokrovskij Lenin für den Beitrag "Geschichte der Bauernschaft und der Agrarfrage" vor, während philosophische Artikel wie "Geschichte des philosophischen Denkens" oder "Die Organisation der Erfahrung und Typen der Klassenpsychologie" Wladimir A. Basarow bzw. Bogdanow verfassen sollten [11].

Auch in der internationalen Arbeiterbewegung war bekannt, daß Lenin kaum als ein Fachmann für Philosophie gelten konnte. So informierte kurz nach dem Erscheinen von "Materialismus und Empiriokritizismus" der habilitierte Physiker und spätere sozialdemokratische Funktionär Friedrich Adler E. Mach wie folgt über Lenin: "Lenin hat sich früher nicht mit Philosophie beschäftigt und hat nun ein Jahr darauf gewendet(,) um zu

untersuchen (,) 'warum die Leute verrückt geworden sind'. Fleissig war er ja sehr und hat in der kurzen Zeit wirklich alle Literatur durchgebüffelt, aber nicht die Zeit gehabt, um sich hineinzudenken" [12].

Dabei hatte Adler die ihm "kurz" erscheinende Erarbeitungszeit von "Materialismus und Empiriokritizismus" noch zu großzügig bemessen. Tatsächlich umfaßte sie nicht ein Jahr, sondern lediglich acht Monate, sieht man von Korrekturarbeiten ab. Es war die Zeit von Mitte Februar 1908 bis Ende Oktober 1908. Im Vergleich mit der Entstehung von Marx' "Das Kapital" (und sei es auch nur von dessen erstem Band) war das eine geradezu spärliche Zeitspanne. Aber nicht einmal dieses knappe dreiviertel Jahr hatte Lenin ausschließlich für die Arbeit an seinem Buch freihalten können. Die Arbeit an "Materialismus und Empiriokritizismus" wurde immer wieder durch Lenins politische Verpflichtungen unterbrochen: durch seine Teilnahme an einer Tagung des ZK der SDAPR, an einer Konferenz sozialistischer Journalisten oder an einer internationalen Kundgebung zur Pariser Kommune, durch einen Besuch Gorkis auf der Insel Capri usw. Hinzu kam noch eine zeitraubende Erkrankung [13].

Allerdings hat Lenin in der ihm verbliebenen Zeit bisweilen sehr intensiv an dem Manuskript seines Buches gearbeitet. Das gilt vor allem für die Monate Mai und Juni 1908, als er sich in der Bibliothek des Britischen Museums in London naturwissenschaftliche und philosophische Voraussetzungen für seine Kritik Machs, Bogdanows usw. aneignete.

Doch wäre angesichts aller dieser Umstände von Lenin eher ein laienhaftes denn ein fachmännisches Urteil zum Verhältnis von Empiriokritizismus und Marxismus zu erwarten gewesen, jedenfalls kaum ein solches, das innerhalb des Marxismus über konkurrierende philosophische Arbeiten zu seinem Gegenstand hinausgereicht hätte.

Konkurrierende marxistische Arbeiten zu Lenins Anliegen? Bis zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung von "Materialismus und Empiriokritizismus" lagen nur wenige vor. Der Beitrag von Akselrod aus dem Jahre 1904 wurde bereits erwähnt. Er beschränkte sich mehr darauf, die Unvereinbarkeit von Machscher Erkenntnistheorie und historischem Materialismus zu behaupten als detailliert nachzuweisen. Wichtig für die Bewertung des Leninschen Buches ist dagegen eine Reihe von sogenannten "Briefen" aus der Feder Plechanows. Zwei der drei an Bogdanow gerichteten offenen Briefe wurden 1908 publiziert, also während der Erarbeitungszeit von

"Materialismus und Empiriokritizismus", der dritte hingegen erst 1910. Alle Briefe wurden später gemeinsam unter dem Titel "Materialismus militans. Antwort an Herrn Bogdanow" veröffentlicht [14].

Plechanow hatte seine Kritik an Mach und seinen bolschewistischen Anhängern auf die These konzentriert, daß der historische Materialismus mit einer nur als ideell verstandenen Wirklichkeit unvereinbar sei. Mit solcherlei subiektivem Idealismus werde versucht, eine seit 1848/49 sich verstärkende Tendenz innerhalb des bürgerlich-philosophischen Denkens in den Marxismus hineinzutragen. Mach könne sehon deshalb keine "Philosophie der modernen Naturwissenschaft" kreiert haben, weil er erkenntnistheoretisch das Denken George Berkeleys wiederhole, also eines Philosophen des 18. und nicht des 20. Jahrhunderts. Auf die Naturwissenschaft ging Plechanow nur so weit ein, als sie sich im offenen Widerspruch gegenüber jedem Bemühen befand, menschliche Subjektivität zu verabsolutieren. So verwies er etwa darauf, daß die Erde bereits lange Zeit vor der Entstehung des Menschen existiert habe. Doch hinsichtlich der gewaltigen naturwissenschaftlichen Umbrüche seiner Zeit hüllte Plechanow sich in Schweigen bzw. tröstete seine Leser mit pauschalen Feststellungen wie der: "In der Tat ist der Machismus nichts weiter als Berkeleyanismus, kaum geändert und neu eingepinselt mit der Farbe der 'Naturwissenschaft des 20, Jahrhunderts'" [15],

Lenin nahm damals zu Plechanow eine ambivalente Haltung ein. Er akzeptierte, ja verehrte Plechanow als Theoretiker und besonders Philosophen, wenn auch nicht ohne kritische Einschränkungen. Als sogenannter Menschewik zählte Plechanow aber gleichzeitig zu seinen politischen Kontrahenten. Seine zwiespältige Haltung Plechanow gegenüber läßt auch erst verständlich werden, warum nach Plechanows Polemik Lenin überhaupt noch auf einer eigenen Machismus-Kritik bestand, und warum deren Inhalt zwischen einer Wiederholung Plechanowscher Thesen und einer teilweisen herben Kritik an Plechanow hin- und herpendelte.

Worin schloß sich Lenin Plechanow an? Zunächst folgte Lenin Plechanows geschichtlicher Einordnung des Machismus. Auch er stellte den Machismus in einen Zusammenhang mit den Wandlungen bürgerlich-philosophischen Denkens nach 1848/49, auch er hielt Mach für einen späten Anhänger Berkeleys. Zu diesem Vorwurf muß allerdings angemerkt werden, daß ein Rezeptionszusammenhang zwischen Mach und Berkeley bis-

lang nicht nachgewiesen werden konnte. Mach hat ihn sogar verneint. Wie Plechanow bestritt auch Lenin, daß eine subjektiv-idealistische Erkenntnistheorie mit allgemein anerkannten naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und erst recht mit einem historisch-materialistischen Denken vereinbar sei. Wie Plechanow beachtete auch Lenin das theoretische Denken Machs oder Bogdanows nur ihren elementaren erkenntnistheoretischen Behauptungen nach, nicht aber hinsichtlich ihrer oft zukunftsweisenden wissenschaftstheoretischen oder -geschichtlichen Überlegungen. Selbst offensichtliche theoretische Mängel Plechanows finden sich bei Lenin wieder, etwa dessen Gleichstellung von Erkenntnisobjekt und Materie, ein Umstand, der das spätere marxistisch-leninistische Denken arg behindert hat. Jedenfalls hatte Plechanow bereits in "Materialismus militans" gemeint: "Die bekannte These 'ohne Subjekt kein Objekt' ist grundfalsch. Das Objekt hört auch dann nicht auf zu existieren, wenn das Subjekt noch nicht da ist oder schon nicht mehr existiert." [16]. Ungeachtet dessen, daß Lenin Behauptungen und Wertungen Plechanows oft geradezu schülerhaft wiederholte, beschritt er in mehrerer Hinsicht andere Wege als der längst als marxistischer Philosoph ausgewiesene und anerkannte Plechanow.

Ich möchte mit einem Unterschied beginnen, der vielleicht belanglos oder nebensächlich erscheinen mag, m. E. aber wichtig dafür ist, warum Lenin inhaltlich über Plechanow hinausgehen konnte. Es handelt sich um das Verhältnis, das beide zu den Mach-Anhängern innerhalb der bolschewistischen Gruppierung der SDAPR einnahmen. Plechanow hatte in "Materialismus militans" seinen philosophischen Widersacher Bogdanow stets mit der Anrede "Herr" tituliert und dazu erklärt: "Sie sind nicht mein Genosse. Sie sind es deshalb nicht, weil Sie und ich zwei diametral entgegengesetzte Weltanschauungen vertreten." [17]. An anderer Stelle sprach Plechanow hinsichtlich der bolschewistischen Mach-Anhänger sogar von einem "philosophierenden Pöbel" oder nannte Lunatscharskij einen "Hans-Dampf-in-allen-Gassen" [18]. In solchen Wertungen äußerten sich gewiß auch die politischen Differenzen zwischen den beiden Flügeln der SDAPR, das Bestreben, philosophische Differenzen auch zur politischen Diffamierung von Kontrahenten unter den Bolschewiki zu nutzen.

Das konnte selbstverständlich Lenins Anliegen nicht sein, obwohl er sich zu den Menschewiki unter den Mach-Anhängern bisweilen ähnlich verhielt [19]. Was aber die Mitglieder der bolschewistischen Gruppierung

betraf, so differenzierte Lenin in "Materialismus und Empiriokritizismus" sehr deutlich zwischen deren politischer Haltung (etwa ihren Aktivitäten während der Revolution von 1905/07) und ihrer philosophischen Position. Ihrer politischen Haltung nach seien sie "besser … als ihre Theorien". Bogdanov etwa sei "persönlich … ein geschworener Feind jeder Reaktion und der bürgerlichen Reaktion insbesondere." Seine Begeisterung für Mach habe Bogdanov "gegen seinen Willen und unabhängig von seinem Bewußtsein in ein dienstbares Werkzeug der … Reaktionäre" verwandelt [20]. Bogdanow zeichne eigentlich ein "persönlicher Widerwille" gegen jeden Fideismus aus, er "möchte die Schlußfolgerungen von Marx bekräftigen und vertiefen" usw. [21]. Hier drang Lenin zu einem möglichen Widerspruch vor, der allerdings in der späteren marxistisch-leninistischen Rezeption seines Buches kaum beachtet wurde – dem zwischen den von Menschen akzeptierten theoretischen Positionen und ihrem praktischen Handeln.

Für "Materialismus und Empiriokritizismus" selbst bedeutete das aber, daß Bogdanow und die anderen Mach-Anhänger innerhalb der Bolschewiki nicht nur zu kritisieren, schon gar nicht politisch zu diffamieren und abzuurteilen waren, sondern vielmehr um eine Veränderung ihrer philosophischen Position gerungen werden mußte. Damit war aber methodisch für Lenins Buch verbunden, daß es dort zu argumentieren, zu beweisen oder zu widerlegen hatte, wo Plechanow lediglich aburteilte. Nicht zuletzt war es diese politisch motivierte Vorgehensweise, die dem Leninschen Text zum Vorteil gegenüber den "Briefen" Plechanows gereichte.

Sehr elementar zeigte dies Lenins Wertung des Entwicklungsstandes der marxistischen Philosophie. Plechanow hatte 1908 in seinen "Grundproblemen des Marxismus" gemeint: "In ihrer endgültig ausgearbeiteten Gestalt sind (die philosophischen Anschauungen des Marxismus, D. W.)... im ersten Teil des Engelsschen Werk über 'Herrn Dührings Umwälzung der Wissenschaft' dargestellt" [22]. Dem hielt Lenin als Forderung entgegen, daß die marxistische Philosophie schon wegen der naturwissenschaftlichen Fortschritte ständig weitergeführt werden müsse: "Eine Revision der 'Form' des Engelsschen Materialismus, eine Revision seiner naturphilosophischen Sätze enthält … nicht nur nichts 'Revisionistisches' im landläufigen Sinne des Wortes, sondern ist im Gegenteil eine unumgängliche Forderung des Marxismus" [23].

1.....

Eine solche Behauptung war für Lenin keine metaphilosophische Floskel. Er versuchte tatsächlich, einige mit der naturwissenschaftlichen Entwicklung verbundene philosophische Konsequenzen auszuführen. Die Scheu Plechanows, sich einer solchen Aufgabe überhaupt erst zu stellen, geißelte er dagegen als "Hohn auf den Geist des dialektischen Materialismus" [24].

Eine von Lenins Leistungen in diesem Zusammenhang war, den materialistischen Elementarbegriff "Materie" von seiner verbreiteten Identifikation mit dem des Atoms zu lösen und zu einer materialistischem Denken weit konformeren bzw. überhaupt erst konformen Materie-Bestimmunmg vorzustoßen. Nicht von der Beschaffenheit der Atome sei dieser materialistische Elementarbegriff abhängig, sondern davon, ob es eine Realität "außerhalb unseres Bewußtseins" gibt. [25] Man hat später gegen diese Bestimmung wiederholt eingewandt, sie stelle so etwas wie einen philosophischen "Trick" dar. Lenin habe angesichts der gerade erwiesenen Zerstörbarkeit von Atomen nach einer Materiebestimmung gesucht, die durch empirische Befunde nicht korrigiert werden könne. Das ist aber nicht zutreffend, denn auch die Leninsche Bestimmung von Materie ist ja dann widerlegbar, wenn ein gegenteiliger Inhalt nachgewiesen werden kann.

Philosophisch zukunftsträchtig waren auch Behauptungen wie "Das Elektron ist ebenso unerschöpflich wie das Atom, die Natur ist unendlich..." [26] oder: "Alle alten Wahrheiten der Physik, einschließlich solcher, die als unbestreitbar und unerschütterlich gegolten haben, erweisen sich als relative Wahrheiten..." [27]. Was seine letztgenannte Aussage betrifft, so erwies sich Lenin mit ihr selbst einem Dialektiker wie Hegel überlegen. Dieser hatte in seinen "Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie" zwar dem philosophischen Werdegang qualitative Umbrüche zugestanden, weniger aber den Naturwissenschaften. Für sie bevorzugte Hegel eher eine, wie wir heute sagen würden, "kumulative" Deutung ihrer Geschichte: "Die Wissenschaften schreiten durch Juxtaposition fort. Es berichtigt sich wohl manches im Fortschritte der Mineralogie, Botanik usf. an dem Vorhergehenden; aber der allergrößte Teil bleibt bestehen und bereichert sich ohne Veränderung durch das Neuhinzukommende" [28].

Weiter war Lenin – im Unterschied zu Plechanow und ungeachtet auch seiner häufigen Bezugnahme auf Autoritäten aus der Geschichte des Materialismus und des Marxismus – darum bemüht, den inhaltlichen Zusam-

menhang zwischen den von ihm vorgetragenen erkenntnistheoretischen Thesen zu erhellen. Seine zentrale Behauptung, daß Erkennen gegenständliche Realität gedanklich zu erfassen vermag und insofern diese widerspiegele, wird nicht einfach postuliert, sondern mit elementaren Merkmalen des praktischen Lebensprozesses zu begründen versucht. Ähnliches trifft für Lenins Darlegungen zur historischen Bewegung menschlichen Erkennens zu. Zum ersten Mal traten mit "Materialismus und Empiriokritizismus" Umrisse einer Systematik der marxistischen Erkenntnistheorie hervor, wenigstens so weit, wie es sich um immer wiederkehrende, also allgemeine, *nicht* die Formationsspezifik menschlichen Erkennens betreffende Zusammenhänge handelte.

Wenn Bogdanow 1910, also bald nach Erscheinen von "Materialismus und Empiriokritizismus", in seiner Abhandlung "Wera i nauka" Lenin vorwirft, er habe dort lediglich Glaubensformeln vorgetragen, wo es auf theoretisches Denken angekommen wäre, dann trifft eine solche Pauschalisierung gewiß nicht zu [29]. Deshalb konnte die Jahrzehnte währende Rezeption des Leninschen Werkes in den realsozialistischen Ländern und innerhalb des Marxismus-Leninismus überhaupt an dem Buch durchaus Inhalte hervorheben, die es verdienten, beachtet und anerkannt zu werden. Dem stimmten auch Mach nahe stehende Denker zu [30]. Mit anderen Worten, es wurde keineswegs ein bloßes Phantom gewürdigt, was vielleicht für J. W. Stalins "Über dialektischen und historischen Materialismus" zutreffen mag.

Das schließt allerdings nicht aus, daß auch dort, wo das Leninsche Werk zu Recht gewürdigt wurde, damit bisweilen maßlose Übertreibungen einhergingen. Weder hat Lenin "die" Naturwissenschaft schlechthin seit Engels' Tod marxistisch interpretiert – er beschränkte sich vielmehr auf die Physik – noch hat er sie *umfassend* marxistisch interpretiert [31]. Die sozialen Bezüge wissenschaftlicher Arbeit blieben weitgehend ausgespart. Auch hat er mit seinem Buch keine "Enzyklopädie" des Marxismus geboten, wie auch in der DDR einmal überschwenglich zu vernehmen war [32]. Lenin hat eine solche nicht einmal für die marxistische Erkenntnistheorie, geschweige denn für die marxistische Philosophie insgesamt erreicht. So läßt sich das an der historischen Erkenntnisbewegung philosophisch Relevante sicher mit den Begriffen Objektivität und historische Relativität allein nicht erfassen. Das 1908 längst in der marxistischen Literatur reflektierte "Aufsteigen" des Erkennens vom "Abstrakten zum

Konkreten" etwa war kein Thema des Leninschen Buches. Vor allem fehlen, um bei der Erkenntnistheorie zu bleiben, jene Überlegungen, die insbesondere Karl Marx zur sozialökonomischen bzw. formationsspezifischen Prägung von Erkenntnisarbeit vorgetragen hatte, etwa Marx' Gedanken zum Zusammenhang von verkehrtem Bewußtsein und sozialökonomischer Beschaffenheit einer Gesellschaft [33].

Allerdings sind übertriebene Behauptungen zum Inhalt von Lenins Buch keineswegs das Wichtigste, was an seiner Rezeption im Marxismus-Leninismus zu bemängeln wäre. Vielmehr sind dies Vorgänge, die ich als "Dogmatisierung" und "Paradigmatisierung" von "Materialismus und Empiriokritizismus" bezeichnen möchte. Mit seiner Dogmatisierung wurde gemeinsam mit den historisch anerkennenswerten Aspekten des Buches auch alles das, was ihm an theoretischen und methodischen Mängeln, Unvollkommenheiten und sogar Abwegigkeiten eigen ist, dem kritischen wissenschaftlichen Diskurs entzogen und für alle Zeiten zu konservieren versucht. Mit der Paradigmatisierung des Buches wurde versucht, Lenins Vorgehensweise, ungeachtet der Spezifik des von ihm verfolgten Anliegens, zu der für jedes marxistisches Philosophieren allein verbindlichen zu erklären. Das alles bewirkte, daß sogar die anerkennenswerten Aspekte des Buches nicht selten in ihr Gegenteil verkehrt wurden. Die Dogmatisierung des Leninschen Buches verschaffte Theoretikem für oder gegen den Marxismus-Leninismus Ämter und Brot. Nicht nur die Protagonisten des Leninschen Buches konnten sich berechtigt auf seinen Inhalt beziehen, auch für seine Antagonisten traf dies zu. Dem will ich mich nun zuwenden.

2. Die Dogmatisierung und gleichzeitige Paradigmatisierung von Lenins Buch hat der marxistischen Theorie und der sozialistischen Bewegung sehr geschadet

Lenin selbst hat sein Buch offenbar nicht für eine überragende theoretische Leistung gehalten. Dafür schien auch der lange Zeitraum zu sprechen, der zwischen der ersten (1909) und zweiten russischsprachigen Ausgabe seines Buches (1920) verstrich. Im Vorwort für die zweite russische Ausgabe von "Materialismus und Empiriokritizismus", Lenin schrieb es am 2.9.1919 [34], meinte er jedenfalls, daß "Materialismus und Empiriokritizismus" "als Behelf nicht ohne Nutzen sein wird, um die Philosophie

des Marxismus ... sowie die philosophischen Folgerungen aus den neuesten Entdeckungen der Naturwissenschaft kennenzulernen" [35]. Die Wertung von "Materialismus und Empiriokritizismus" als "Behelf" war in der späteren DDR m.W. nur ein einziges Mal, 1947 nämlich [36], zu lesen. Das Wort "Behelf" im Sinne von "Provisorium" wurde bald danach durch die semantisch deutlich andere Bezeichnung "Hilfsmittel" ersetzt, ohne daß dafür irgendwo, auch nicht in der Werkausgabe des Berliner Dietz-Verlages, eine Erklärung zu finden ist. Offenbar war Bescheidenheit nicht länger gefragt. Längst war in der von "Stalinschem Geist" dominierten Sowjetunion wie in den mit ihr verbündeten realsozialistischen Ländern Lenins Buch einem theoretischen Diskurs weitgehend entzogen worden. Dagegen war es Anfang der 1920er Jahre in der Sowjetunion noch möglich gewesen, philosophische Arbeiten vorzulegen, in denen Lenins Buch kaum beachtet wurde. Verwiesen sei etwa auf Nikolaj Bucharins "Theorie des historischen Materialismus", die zuerst 1920 publiziert worden war [37]. Noch Mitte der 1920er Jahre ergriff Lunatscharski in seiner Aufsatzsammlung "Materialism i idealism" [38] offen für die erkenntnistheoretische Position Machs Partei. "Ich halte wirklich an der Meinung fest", schrieb der damalige Volkskommissar für Bildung, "daß der heutige kritische Materialismus ... ausgehen muß ... von der Empiriokritik". Mach sei ein "großer Physiker" und Richard Avenarius, der philosophisch mit Mach wesentlich übereinstimmte, ein "kulturvoller Denker" gewesen [39]. Früher schon hatte sich Bucharin auf Machs Darstellung des Verhältnisses von praktischem Lebensprozeß und Wissenschaft, wie sie dieser in seinem Buch "Erkenntnis und Irrtum" [40] geboten hatte, ausführlich und zustimmend berufen [41].

Das alles änderte sich seit Mitte der 1920er Jahre zunächst allmählich, dann sehr abrupt und keine Ausnahme länger duldend. Zuerst in der 1924 beginnenden Auseinandersetzung um "Geschichte und Klassenbewußtsein" von G. Lukacs und um "Marxismus und Philosophie" von Karl Korsch – beide Arbeiten aus dem Vorjahr lagen damals bereits in russischer Übersetzung vor – wurden ideologisch umstrittene Autoren ihren philosophischen Positionen nach mit Bogdanow verglichen und damit zu ihrer ideologischen "Gesundung" auf "Materialismus und Empiriokritizismus" verwiesen. Als erster tat das m. W. Abram Deborin in seiner Lukacs-Kritik 1924 [42], nicht ahnend, daß nur wenige Jahre später er selbst

mit dem gleichen Leninschen Buch attackiert werden wird. Auch L. Rudas gehörte zu den frühen Autoren, die Analogien zwischen Lukacs und dem Lenin-Kontrahenten Bogdanow behaupteten. Erst jedoch mit Mark Mitins "Über die Ergebnisse der philosophischen Diskussion" (1930) [43], einer Kritik der sogen. "Dialektiker" um Deborin, wurde es zumindest in der Sowietunion allgemein üblich, mit Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus" tatsächliche oder auch nur vermeintliche politische, ideologische oder philosophische Abweichler zu disziplinieren, sie intellektuell oder auch physisch zu verfolgen. Nicht ohne Erfolg, wie Lukacs Mitte 1934 mit seinem Moskauer Konferenzbeitrag "Die Bedeutung von 'Materialismus und Empiriokritizismus' für die Bolschewisierung der kommunistischen Parteien" bezeugte [44]. Der Prozeß der Dogmatisierung von "Materialismus und Empiriokritizismus" fand spätestens 1938 seinen Abschluß. Von Darlegungen zur Enstehungsgeschichte und zur Bedeutung des Leninschen Buches wurde damals unmittelbar zu dem Abschnitt "Über dialektischen und historischen Materialismus" übergeleitet [45].

Die dabei unter Berufung auf den dogmatisierten "Materialismus und Empiriokritizismus" immer wieder praktizierte Gleichsetzung von an Hegel und Marx orientierten Denkern mit solchen, die philosophisch von Mach ausgingen, beruhte auf der Feststellung, hier wie dort werde die menschliche Subjektivität verabsolutiert. Die sonstigen theoretischen Ambitionen und Inhalte, die die so Kritisierten vertraten, blieben dabei ziemlich vernachlässigt. Ein gewiß inhaltlich und methodisch oberflächliches Verfahren, bei dem aber Lenins Buch als eine absolute, gegenüber jeder kritischen Nachfrage tabuisierte Größe gesetzt wurde.

Nun kann einem dogmatischen Verständnis wohl jede Abhandlung unterworfen werden, sobald man ihren Inhalt für absolut wahr, frei von historischer Relativität und folglich für nicht verbesserungsfähig erklärt. Naheliegend ist auch, daß solchen Prozeduren ein Subjekt zugrundeliegen muß, das sich selbst historischer Relativität und damit zugleich der Möglichkeit, kritisiert werden zu können entziehen möchte. Doch ist mit derlei allgemeinen Feststellungen nicht geklärt, warum ausgerechnet gegenüber "Materialismus und Empiriokritizismus" eine solche Prozedur so intensiv und über Jahrzehnte betrieben werden konnte. Gewiß konnte sich eine Dogmatisierung von "Materialismus und Empiriokritizismus" auf das Ansehen stützen, das Lenin besonders seit dem erfolgreichen Sturz des

Zarismus national und international genoß. Was aber eignete das Leninsche Buch von seinem Inhalt her, einer autoritären, bestenfalls gruppendiktatorischen, wenn auch nicht-kapitalistischen Macht als eine Art philosophisches Paradigma dienen zu können? Was hat der Inhalt des Buches damit zu tun, daß ihm solch ein intellektuelles Leid widerfahren konnte?

M. E. bot sich für die von Stalin oder in seinem Sinne beherrschte Sowjetunion, später auch für die sogenannten volksdemokratischen Länder "Materialismus und Empiriokritizismus" als eine, wenn nicht die philosophische Leitschrift, zunächst aus folgendem Grund an: Es handelte sich um ein Buch, das darauf aus war, politisch und philosophisch Andersdenkende unter den Kommunisten selbst zurechtzuweisen. In einer Sowjetunion der ständigen Prozesse gegen tatsächliche oder vermeintliche politische Gegner Stalins konnte es nicht nur dazu dienen, Kommunisten selbst einem ständigen Verdacht auszusetzen, sondern dem auch einen Schein von historischer Normalität zu verleihen. Mit "Materialismus und Empiriokritizismus" konnte zur "Wachsamkeit" gegenüber jeglichem politischen und philosophischen Denken gemahnt werden, das irgendwie von offiziell gebilligten Vorgaben abwich.

Das Leninsche Buch erwies sich weiter auch deshalb für ein autoritäres politisches Regime als vorteilhaft, weil es eine nicht-marxistische Position, die von E. Mach ausgehende, ausschließlich ihrer Differenz zum Marxismus nach beachtete. Wenn eine solche Vorgehensweise, die für eine aktuelle Polemik durchaus geboten sein kann, zum allgemeinverbindlichen Vorbild des Umgangs mit konkurrierenden philosophischen Positionen erhoben wird, dann muß sie davon abhalten, bei letzteren nach berechtigten Problemen und zutreffenden Inhalten auch nur zu suchen. Im Grunde wurden deren Autoren als Repräsentanten sozialer Schichten behandelt, die existieren können, ohne denken zu müssen. Da dies aber schwerlich der Fall sein kann, war mit einer solchen paradigmatisierten Vorgehensweise verbunden, daß die eigene nicht-kapitalistische Gesellschaft sich der intellektuellen Möglichkeiten ihrer Zeit nur begrenzt bedienen konnte. Der Umgang mit der aktuellen bürgerlichen Philosophie reduzierte sich auf "Kritik der bürgerlichen Ideologie", wie auch in der DDR alle entsprechenden Lehrveranstaltungen ebenso wie eine verbreitete Publikationsreihe betitelt waren.

Diese Vorgehensweise wirkte sich nicht zuletzt auch auf die Bewertung des Machschen Denkens und des Denkens aller an Mach anknüpfenden Theoretiker sehr abträglich aus. Obgleich Lenin nicht behauptet hatte, mit "Materialismus und Empiriokritizismus" das philosophische Denken Machs umfassend und endgültig bewertet zu haben, schlossen seine Darlegungen eine solche Deutung aber auch nicht aus. Der Untertitel des Leninschen Buches "Kritische Bemerkungen über eine reaktionäre Philosophie" begünstigte sie sogar. Mit der Dogmatisierung des Buches wurde sein Untertitel als eine Art apodiktisches Urteil zu Machs gesellschaftstheoretischem Denken insgesamt verstanden. Das war im Marxismus-Leninismus bis in die 1980er Jahre ziemlich verbreitet der Fall. In der DDR wurde erst durch Tagungen und Publikationen, die im Zusammenhang mit Machs 150. Geburtstag 1988 standen, diese hinterwäldlerische Ignoranz gegenüber dem sozialtheoretischen Gesamtwerk von Mach zurückgedrängt. Ich sehe hier von einigen früheren Publikationen, vor allem von Friedrich Herneck, ab, da sie eher marginal blieben [46].

Schon Mach selbst fühlte sich durch das Leninsche Werk mißverstanden. Wenige Wochen nach dem Erscheinen von "Materialismus und Empiriokritizismus" schrieb er an F. Adler: "... Übrigens bin ich mir eines Gegensatzes gegen Marx und schon gar gegen die Sozialdemokratie überhaupt nicht bewußt. Jedenfalls sind Tüfteleien nicht am Platze, wo es um politisches Handeln geht." [47].

In der Tat konnte eine Wertung von Machs gesellschaftstheoretischem Gesamtwerk als "reaktionär" nicht verständlich machen, warum Sozialisten und an Marx geschulte Denker, wie F. Adler in Österreich oder A. Bogdanow in Rußland, sich ausgerechnet für Mach derart begeistern konnten. Das konnte doch sicher nicht nur daran gelegen haben, daß Mach der österreichischen Sozialdemokratie mit Sympathie begegnet war, eine ihrer Zeitungen abonniert oder ihr in seinem Testament einen kleinen Geldbetrag vermacht hatte [48].

Nein, Mach hatte nicht nur die Subjektivität menschlicher Sinnesdaten verabsolutiert, er stand zugleich auch für Thesen, die marxistischen sehr verwandt waren. Das trifft insbesondere für zwei gesellschaftstheoretische Thesen Machs zu, die sein Gesamtwerk prägten. Sie hatten leider in Lenins Kritik keinerlei Beachtung erfahren. Zum einen handelt es sich um die für Machs Denken grundlegende Behauptung: "Alle Wissenschaft geht

ursprünglich aus dem Bedürfnis des Lebens hervor ..." [49]. So hätten sich etwa "die Lehren der Mechanik aus den aufgesammelten Erfahrungen des Handwerks durch intellektuelle Läuterung entwickelt". [50] Zum anderen war Machs Denken dadurch charakterisiert, daß er eine Kenntnis der Wissenschaftsgeschichte als sehr wichtig erkannte, wenn man das aktuelle theoretische Geschehen begreifen wolle: "Jeder, der den ganzen Verlauf der wissenschaftlichen Forschung kennt, wird natürlich viel freier und richtiger über die Bedeutung der gegenwärtigen wissenschaftlichen Bewegung denken als derjenige, welcher in seiner Arbeit auf das von ihm selbst durchlebte Zeitelement beschränkt, nur die augenblickliche Bewegungsrichtung wahrnimmt" [51].

Mit der Dogmatisierung der Lenin-Kritik an Mach wurde im. Marxismus-Leninismus über lange Zeit auch alles das verschüttet, worin Mach dem wissenschaftstheoretischen Denken seiner Zeit nicht selten um Jahrzehnte voraus war. Für vieles, was erst mit Thomas S. Kuhns "Struktur wissenschaftlicher Revolutionen" [52] weithin zur Kenntnis genommen und debattiert wurde, finden sich bereits bei Mach ausführliche Hinweise: für die Rolle von Paradigmata in der Wissenschaftsgeschichte, für die Theorienbeladenheit menschlicher Beobachtungen, für die Rolle, die das sogenannte "stillschweigende Wissen" ("tacit knowledge") in der wissenschaftlichen Ausbildung einnimmt, für die intellektuellen Transformationsprozesse, die beim Übergang von alltäglicher Erfahrung zur Wissenschaft stattfinden. Letzteres führte Mach auch zu seiner viel diskutierten These von der "Denkökonomie" [53].

Alles dies wurde mit der genannten Paradigmatisierung lange Zeit pauschal und sehr zum Schaden des geistigen Lebens im Realsozialismus als wertlos abgetan. Sicher war Mach, ungeachtet mancher Ähnlichkeiten in seinem sozialtheoretischen Denken, kein Marxist. Sein Atheismus etwa war jenem eines Helvetius oder Holbach weit verwandter als dem von Marx. Aber welche Verkennung von Persönlichkeit und Werk Ernst Machs offenbart sich, wenn Hans Günther 1935 in "Der Fall Nietzsche" Mach als einen geistigen Urheber des deutschen Faschismus ausgibt [54]!

Auch zur Fehldeutung des "Wiener Kreises" trug der dogmatisierte "Materialismus und Empiriokritizismus" deutlich bei, war doch allen Vertretern dieses "Kreises" das Werk von Mach lieb und teuer. Keineswegs zufällig hatte man Mach auch zum Namenspatron eines mit dem "Wiener

Kreis" eng verbundenen populärwissenschaftlichen Vereins gewählt. Die Reduzierung auch der im "Wiener Kreis" vorgetragenen Ideen auf "subjektiven Idealismus" oder "reaktionär" verkannte, daß diese Wiener Intellektuellen-Vereinigung der 1920er und 1930er Jahre vor allem – und im Unterschied zu der an sie international anschließenden Analytischen Philosophie – eine alternative sozial- und kulturpolitische Bewegung war [55]. Manche ihrer engagiertesten Vertreter, vor allem aber Otto Neurath und Edgar Zilsel, zeitweise auch Rudolf Carnap, machten aus ihrer Sympathie für den Marxismus keinen Hehl, propagierten sozialistische Ideen und begrüßten, wenn auch mit kritischer Distanz, die sozialen Umwandlungen in der damaligen Sowjetunion.

Ich habe vor kurzem in Leipzig über das dort von Neurath verbrachte Jahr gesprochen. Es umfaßte die Zeit vom Mai 1918 bis zum Mai 1919. Neurath leitete in Leipzig zunächst das "Deutsche Kriegswirtschaftsmuseum", mit Ausbruch der Revolution jedoch trat er unermüdlich für eine postkapitalistische Gesellschaft ein. Dafür zeugt u. a. seine Chemnitzer Vortragsreihe "Die Sozialisierung Sachsens" und wenig später seine Tätigkeit als Präsident des bayrischen Zentralwirtschaftsamtes [56]. Als Nationalökonom wäre Neurath für den Realsozialismus sogar von ganz besonderer Bedeutung gewesen, denn er war als Sozialdemokrat ein früher Propagandist dessen, was man später "sozialistische Kommandowirtschaft" nennen sollte. Auch Neuraths Mitstreiter Edgar Zilsel blieb unter der ideologischen Vorherrschaft eines dogmatisierten "Materialismus und Empiriokritizismus" in den realsozialistischen Ländern weitgehend unbeachtet. Dabei wiesen ihn schon Titel seiner Arbeiten wie "SA philosophiert" und "Das Dritte Reich und die Wissenschaft" als einen beachtenswerten Antifaschisten aus [57].

Die ideologischen Vorbehalte gegenüber dem "Wiener Kreis" übertrugen sich auch auf die von ihm besonders gepflegten und vorangebrachten Wissenschaften, auf die moderne Logik oder die Semiotik, ebenso auf die durch den "Kreis" methodisch bevorzugte analytische Denkweise. Für die DDR zeigen das schon die im Umkreis der Jenenser Logik-Konferenz 1951 geführten Debatten [58]. Wenigstens zeitweilig begünstigte das dogmatisierte und paradigmatisierte Leninsche Buch das genaue Gegenteil dessen, wofür Lenin einst eingetreten war: eine enge Verbindung der marxistischen Philosophie zum einzelwissenschaftlichen Fortschritt.

A.-...

96 DIETER WITTICII

Darüber hinaus bot sich ein dogmatisierter "Materialismus und Empiriokritizismus" einem politischen System, das jedes alternative sozialistische Denken von sich wies, auch aus folgendem Grund als ein philosophisches Paradigma an: Ungeachtet seiner kritischen Haltung zu Mach verhamte Lenin weit stärker als dieser in traditionellen erkenntnistheoretischen Fragen. Die Marxsche Mahnung, daß dann, wenn "die materielle Produktion selbst nicht in ihrer spezifischen historischen Form gefaßt wird", es nicht möglich sei, "das Bestimmte an der ihr entsprechenden geistigen Produktion und die Wechselwirkung beider aufzufassen", [59] eine solche Mahnung war am Inhalt des Leninschen Buches weitgehend vorübergezogen. Ein an diesem Buch orientiertes erkenntnistheoretisches Paradigma konnte folglich gar nicht auf solche Aspekte menschlichen Erkennens verweisen, die für eine entstehende postkapitalistische Gesellschaft zu untersuchen gewesen wären. Wo "Materialismus und Empiriokritizismus" als das letztmögliche Wort marxistischer Erkenntnistheorie verstanden wurde, mußte die Besonderheit der neuen Gesellschaft erkenntnistheoretisch tabuisiert erscheinen. Das dogmatisierte Buch trug insofern konzeptionell dazu bei, kritische theoretische Fragen zum geistigen Leben im Realsozialismus zu behindern. Als Paradigma verstanden, trug es zur Enttheoretisierung dieser Gesellschaft bei, keineswegs, wie wir heute wissen, das Unwichtigste angesichts der quälenden Frage, warum diese Gesellschaft nicht zu überleben vermochte. Für eine postkapitalistische Gesellschaft elementare Fragen, wie die nach den unverzichtbaren Voraussetzungen einer leistungsfähigen intellektuellen Kultur, blieben zu lange Zeit erkenntnistheoretisch unbeachtet, traten hinter allgemeinen Überlegungen darüber zurück, warum auch Empfindungen die objektive Realität abzubilden vermögen, ob auch Sinnesdaten Wahrheitswerte zukommen oder nur Aussagen, ob es ewige Wahrheiten gäbe usw. usw.

Ich bestreite natürlich nicht, daß auch solche Fragen eine gesellschaftspolitische Relevanz besitzen. Als beispielsweise Mitte der 1960er Jahre
Absolventen des Berliner Philosophischen Instituts in der Politischen
Hauptverwaltung der NVA in Strausberg ganz im Sinne Lenins auf der
Ansicht beharrten, auch marxistische Erkenntnisse könnten stets nur relative Wahrheiten sein, wurden sie entlassen, vorher aber noch mit einer
Parteistrafe bedacht [60]. Doch trotz solcher Relevanz konnte bei einer
Beschränkung auf traditionelle erkenntnistheoretische Fragen nicht zu den

kognitiv spezifischen Prozessen einer postkapitalistischen Gesellschaft vorgedrungen werden. Das wurde in der DDR seit den 1960er Jahren wenigstens von den Untersuchungsgegenständen her schrittweise zu korrigieren gesucht [61]. Aber mindestens bis dahin hatte ein vornehmlich an Lenins Buch oder an popularisierenden Varianten desselben orientiertes Denken viel zu viel kostbare Zeit verstreichen lassen. Ich denke etwa an Schriften des 1942 gefallenen sowjetischen Philosophen Fedor I. Chaßchatschich, die in der frühen DDR mit Titeln wie "Über die Erkennbarkeit der Welt" oder "Materie und Bewußtsein" weit verbreitet waren. [62]

Selbst die zahlreichen semantischen Unkorrektheiten des Leninschen Buches, wie sie nicht zuletzt auch der Eile seiner Niederschrift geschuldet waren, übten politisch und ideologisch eine Wirkung aus. Jedenfalls begünstigten sie ein gesellschaftstheoretisches Denken, das sich um seinen semantischen, wissenschaftssprachlichen oder logischen Aspekt nicht allzu viel Sorgen machte und angesichts des dogmatisierten Buches auch nicht zu machen brauchte. Wo ein semantisch recht querer Satz wie "Die Materie ist eine philosophische Kategorie zur Bezeichnung der objektiven Realität" [63] – wie in der DDR und zwar bis zu deren Ende – nicht nur nicht bedenkenlos wiederholt [64], sondern sogar als eine Meisterleistung marxistischen Denkens gepriesen wurde, mußte es schwerfallen, elementaren Normen jeglichen theoretischen Denkens einen Reiz abzugewinnen. Das kam vielleicht einem politisch opportunistischen Denken nicht ungelegen, schadete aber einer von semantischen Defekten geplagten Forschung sehr. Jedenfalls läßt sich nachweisen, daß kaum einer der von Lenin benutzten philosophischen Ausdrücke nicht mit verschiedenartigen, oft weit auseinanderliegenden Bedeutungen belegt ist. Selbst Bezeichnungen wie "gesellschaftliches Bewußtsein" werden in "Materialismus und Empiriokritizismus" in einer anderen als der von Marx herrührenden Bedeutung gebraucht. [64] Angesichts der zentralen Rolle, die das Buch in der gesellschaftswissenschaftlichen Ausbildung der realsozialistischen Länder einnahm, war auch mit diesem Aspekt des Buches ein abträglicher Einfluß verbunden.

Was für vieles gilt, das im Realsozialismus lieb und teuer war, trifft auch für den Umgang mit "Materialismus und Empiriokritizismus" zu. Es läßt sich das Erfreuliche nicht ohne das Schmerzliche, natürlich auch das Schmerzliche nicht ohne das Erfreuliche darlegen. Der Widerspruch zwi-

schen emanzipatorischem Anspruch und repressivem Machtgebrauch begleitete auch die marxistisch-leninistische Rezeptionsgeschichte dieses Buches. Trotzdem gelten auch hier die vielleicht tröstenden, jedenfalls aber klugen Worte des Romanisten Werner Krauss: "Die verlorene Revolution war zugleich auch die Revolution, die gemacht worden war" [65].

Anmerkungen

- Bei den nachfolgenden Ausführungen handelt es sich um einen für den Druck durchgesehenen und durch Anmerkungen erweiterten Vortrag.
- [2] Vgl. Stefan Zintl: Über den kognitiven Wert rezeptionshistorischer Untersuchungen. Eine vergleichende Rezeptionsgeschichte zu W. I. Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus". Unveröffentl. Dissertationsschrift, Universität Leipzig 1993.
- [3] Vgl. Johannes Heinz Horn: Lenin als Philosoph. Inaugural-Dissertation. Universität Leipzig 1933. Der Schriftsteller Christoph Hein, der um 1970 in Leipzig Philosophie studiert hat, bezieht sich in seinem Roman "Horns Ende" (1985) auf das tragische politische Schicksal Horns. Obwohl Horn selbst an der 1956 in der DDR losbrechenden Kampagne gegen den damals Leipziger Philosophieprofessor Ernst Bloch aktiv beteiligt war, kam er damit menschlich nicht zurecht. Horn nahm sich am 8. Januar 1958 das Leben.
- [4] Vgl. W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. In: W. I. Lenin, Sämtliche Werke. Bd. XIII. Wien, Berlin 1927. Die damalige Übersetzerin des Leninschen Buches war, entgegen der nachfolgenden Angaben Karl Raimund Poppers, Heiene Grabenko. Im Unterschied zu dieser hat Laszlo Rudas "die Übersetzung des Leninschen Textes im Manuskript überprüft". Darüber hinaus war Rudas Autor fast aller "Anmerkungen der Redaktion" zum Leninschen Text. Vgl. a. a. O., Seite VIf.
- [5] Vgl. hierzu: Gespräch mit Sir Karl Popper (1991). Das Gespräch führten Hans-Joachim Dahms und F. Stadler. In: Friedrich Stadler: Studien zum Wiener Kreis. Ursprung, Entwicklung und Wirkung des Logischen Empirismus im Kontext. Frankfurt a. M. 1997, S. 525f.
- [6] Vgl. Geschichte der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (Bolschewiki). Kurzer Lehrgang. Unter Redaktion einer Kommission des Zentralkomitees der KPdSU (B). Gebilligt vom Zentralkomitee der KPdSU (B) 1938. 5. Auflage. Berlin 1950. S. 127ff.
- [7] Vgl. Ljubov Akselrod: Novaja rasnovidnostj revisionisma (Eine neue Abart des Revisionismus). In dies.: Filosofskije otscherki. Otwet filosofskim kritikam istoritscheskogo Materialisma. (Philosopohische Skizzen. Antwort an die philosophischen Kritiker des historischen Materialismus) Moskau, Petrograd 1923, S. 163–175.
- [8] Im "Kurzen Lehrgang" (vgl. Anm. 6) wurden Bogdanow und seine philosophischen Freunde als Intellektuelle charakterisiert, die "niemals fest auf den Positionen des Marxismus gestanden hatten", ihre innermarxistische Kritik nicht "offen und ehrlich, sondern versteckt und heuchlerisch" vortrugen, die "dem Marxismus feindlich gesimt" waren, "sich doppelzünglerisch als Marxisten" bezeichneten. Es heißt dann weiter: "Vor den Marxisten stand die unaufschiebbare Aufgabe, diesen in Fragen der

- Theorie des Marxismus entarteteten Intellektuellen die gebührende Abfuhr zu erteilen, ihnen die Maske herunterzureißen, sie bis zum Ende zu entlarven..." Das eben habe Lenin mit "Materialismus und Empiriokritizismus" geleistet. Vgl. Geschichte der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (Bolschewiki), Kurzer Lehrgang, A. a. O., S. 127ff.
- [9] Zu Art und Umfang der philosophischen Bildung, die Lenin bis zum Jahre 1908 erworben hatte, gibt es nur spärliche Hinweise. A. I. Wolodin, der eine informative Arbeit zur Entstehung von "Materialismus und Empiriokritizismus" vorgelegt hat, fand nur wenig Belege für philosophische Studien Lenins vor dem Jahr 1908. So habe er während seiner Verbannung in Sibirien (1897-1900) begonnen, u. a. Hegel zu lesen. Anfang 1904 habe er in der Genfer Universitäts-Bibliothek einführende philosophische Arbeiten von F. Paulsen und F. Überweg sowie E. Machs "Analyse der Empfindungen" gelesen. Vgl. A. l. Wolodin: "Boi absoljutno neisbeschen". Istoriko-filosofskije otscherki o knige Lenina "Materialism i Empiriokritizism" ("Der Kampf ist absolut unvermeidbar". Historisch-philosophische Skizzen zu Lenins Buch "Materialismus und Empiriokritizismus"). Moskau 1982. S. 23, 43, Von Lenin selbst sind zwei Briefe aus dem Jahre 1898 an A. N. Potressow überliefert, in denen er über seine damaligen philosophischen Interessen und Studien schreibt. So fragt er in einem Brief vom 2.1X.1898 Potressow: "Haben Sie im 'Russkoje Bogatstwo' (in den zwei letzten Heften) die Artikel von N. G. gegen 'Materialismus und dialektische Logik' beachtet? Überaus interessant, von der negativen Seite her. Ich muß gestehen, daß ich in den vom Autor aufgeworfenen Fragen nicht kompetent bin; ich bin aufs äußerste erstaunt darüber, daß der Autor der 'Beiträge zur Geschichte des Materialismus' [Anm. der Redaktion: 'Der Autor des Buches 'Beiträge zur Geschichte des Materialismus' war G. W. Plechanow.'] sich nicht in der russischen Literatur geäußert hat, nicht entschieden gegen den Neukantianismus auftritt und es Struve und Bulgakow überläßt, über Einzelfragen dieser Philosophie zu polemisieren,,," (W. I. Lenin: Briefe, Bd. I. Berlin 1967. S. 15). In einem weiteren Brief an Potressow vom 27.VI.1899 schreibt Lenin: ich bin mir meiner mangelhaften philosophischen Bildung sehr wohl bewußt und beabsichtige nicht, über solche Themen zu schreiben, bevor ich nicht etliches dazugelernt habe. Gerade jetzt beschäftige ich mich damit, habe mit Holbach und Helvetius begonnen und will nun zu Kant übergehen. Die wichtigsten Werke der wichtigsten Klassiker der Philosophie habe ich bekommen, doch Bücher von Neukantianern besitze ich nicht (ich habe nur den Lange bestellt)..." (A. a. O., S. 30)
- [10] Brief W. I. Lenins an A. M. Gorki vom 7.II.1908. In: W. I. Lenin: Briefe. Bd. II. Berlin 1967, S. 134. Wenige Tage später schricb Lenin in einem weiteren Brief an Gorki, daß er (Lenin) "in der Philosophie nur ein einfacher Marxist" sei; "einfache Marxisten (seien) aber in der Philosophie nicht belesen." Er halte sich im "Fragen der Philosophie nicht für kompetent, und deshalb beeile ich mich nicht, in der Presse hervorzutreten." Denn: "In der bewegten Zeit der Revolution kam man wenig dazu, sich mit Philosophie zu beschäftigen." (Brief Lenins an A. M. Gorki vom 25.II.1908. In: Eb., S. 138–145)
- [11] Vgl. Archiv A. M. Gorkogo, Bd. XIII. Moskau 1971, S. 125.

- [12] Brief von F. Adler an E. Mach vom 23.VII.1909, In; Rudolf Haller, F. Stadler (Hrg.): Ernst Mach. Werk und Wirkung, Wien 1988, S. 287
- [13] Vgl. hierzu D. Wittich: Warum und wie Lenins philosophisches Hauptwerk entstand. Entstehung, Methodik und Rezeption von "Materialismus und Empiriokritizismus".

Berlin 1985, S. 61. Zur Erkrankung während seiner Arbeit an dem hier betrachteten Buch bemerkt seine Lebensgefährtin N. Krupskaja (Erinnerungen an Lenin. Berlin 1960, S. 213), daß sich Lenin in London eine Darmerkrankung zugezogen habe, aber auch nervlich aus der britischen Hauptstadt sehr angeschlagen zurückgekehrt sei.

- [14] Vgl, G. Plechanow: Materialismus militans, Antwort an Herm Bogdanow. In ders.: Eine Kritik unserer Kritiker. Schriften aus den Jahren 1898–1911. Berlin 1982, S. 249–351.
- [15] Ebd., S. 309.
- [16] Ebd., S. 280f.
- [17] Ebd., S. 250.
- [18] Ebd., S. 332, s. a. S. 328f.
- [19] Als Lenins Schwester A. I. Uljanowa-Jelisarowa bei Durchsicht des Manuskripts ihrem Bruder riet, den Ton der Polemik zu mildern, antwortete ihr Lenin: "Was (die Bolschewiki, D. W.) Basarow und Bogdanow betrifft, so bin ich einverstanden, den Ton zu mildern, aber in bezug auf (die Menschewiki, D.W.) Juschkewitsch und Walentinow soll man das nicht tun." Vgl. Brief Lenins an A. I. Uljanowa-Jelisarowa vom 19. Dezember 1908. In: W. I. Lenin, Briefe, Bd. X. Berlin 1976, S. 264.
- [20] W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. In: W. I. Lenin, Werke, Bd. 14. Berlin 1962, S. 328f.
- [21] Ebd., S. 306, 331.
- [22] G. W. Plechanow: Grundprobleme des Marxismus, Berlin 1958, S. 14,
- [23] Vgl. W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. A. a. O., S. 250.
- [24] Ebd.
- [25] Ebd., S. 260.
- 1261 Ebd., S. 262.
- [27] Ebd., S. 312.
- [28] G. W. F. Hegel: Vorlesungen über die Geschichte der Philosopohie. Bd. 1. Leipzig 1982, S. 17.
- [29] A. A. Bogdanow: Wera i nauka (Glaube und Wissenschaft). Moskau 1910. In seiner Antwort auf Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus" warf Bogdanow seinem früheren engen Kampfgefährten vor allem vor, daß er in der Philosophie autoritätshörig sei. Er verhalte sich zu Marx, Engels, Feuerbach oder Plechanow "gläubig". Lenin kämpfe gegen das "Prinzip der Relativität jeder Erkenntnis", ihm gehe es allerorts um "cwige Wahrheiten" usw. Lenin erzeuge mit seinem Buch das "Gespenst" eines "absoluten Marxismus".
- [30] Beispielsweise bemerkte O. Neurath 1931 folgendes: "Lenin hat in seinem oben erwähnten Buch gegen den Empiriokritizismus, dessen antimetaphysischer Haltung er nicht gerecht wird, mit dem Blick des politisch Mißtrauischen eine Reihe von Äußerungen empiriokritizistisch, positivistisch eingestellter Forscher aufgefunden, die von einer gemeinhin übersehenen, groben idealistisch-metaphysischen Grundeinstellung dieser Forscher ausgiebig Zeugnis ablegen," Doch: "Die physikalische Denkweise verhindert das Entstehen jener subjektivistischen Tendenzen, die seit Berkeley immer wieder auftreten und auch im Machismus nicht ohne Wirkung geblieben sind." Vgl. O. Neurath: Empirische Soziologie. Der wissenschaftliche Gehalt der Geschichte und Nationalökonomie. (1931) In ders.; Gesammelte philosophische und methodologische Schriften. Bd. 1. Hrg. von R. Haller und H. Rutte. Wien 1981, S. 524f., vgl. auch S. 497.

- [31] Vgl. hierzu die Darstellung im "Kurzen Lehrgang": "Materialismus und Empirio-kritizismus" biete auch "eine materialistische Verallgemeinerung alles Wichtigen und Wesentlichen, was die Wissenschaft, und vor allem die Naturwissenschaft, in einer ganzen historischen Periode, in der Periode von Engels" Tod bis zum Erscheinen von Lenins Buch..., gefunden hatte..." Geschichte der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (Bolschewiki). Kurzer Lehrgang, A.a.O., S. 129f.
- [32] Vgl. A. Kosing: Revolutionäre Philosophie. In: Neues Deutschland vom 22.4.1959 sowie ders,: Vorwort zu: A. Kosing und M. Klein (Hrg.): Philosophie im Klassenkampf. Fünfzig Jahre W. I. Lenins "Materialismus und Empiriokritizismus". Berlin 1959, S. XI. Es mag überraschen, daß A. Kosing, der ja eher als ein sachlich und nüchtem urteilender Theoretiker bekannt ist, eine solche These je vertreten hat. Die zitierte Behauptung zeugt indes davon, wie nur allmählich und sehr mühselig die damals junge Generation marxistischer Philosophen in der DDR auf ihrem Gebiet sachkundig wurde. Selbst G. Lukacs neigte in der damaligen Zeit zu einer inhaltlichen Überschätzung des Leninschen Buches. 1951 meinte er jedenfalls, Lenin habe mit ihm "die ganze spätere Entwicklung der modernen Wissenschaft gedanklich" vorweggenommen. Vgl. G. Lukacs: Existenzialismus oder Marxismus? Berlin 1951, S. 54.
- [33] Vgl. hierzu D. Wittich, K. Gößler, K. Wagner: Marxistisch-leninistische Erkenntnistheorie, Berlin 1978, 7. Kapitel.
- [34] Vgl. hierzu die Chronologie Leninscher Aktivitäten in: W. I. Lenin. Werke, Bd. 31. Berlin 1959, S. 566.
- [35] Vgl. W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus. Verlag f
 ür fremdsprachige Literatur. Moskau 1947, S. 7.
- [36] Ebd.
- [37] N. Bucharin: Theorie des Historischen Materialismus. Gemeinverständliches Lehrbuch der Marxistischen Soziologie. Hamburg 1922.
- [38] A. Lunatscharskij: Materialism i idealism. Moskau 1924.
- [39] Ebd., S. 8, 13.
- [40] Vgl. E. Mach: Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. Leipzig 1905.
- [41] Vgl. N. Bucharin: Theorie des Historischen Materialismus, A.a.O., S. 181f.
- [42] Vgl. A. Deborin: Lukacs und seine Kritik des Marxismus. In: Arbeiter-Literatur. Wien. H. 10/1924. Die zuerst von Deborin benutzte Vorgehensweise, mittels "Materialismus und Empiriokritizismus" politisch oder ideologisch unliebsame Marxisten zu diffamieren, wurde von J. W. Stalin selbst noch kurz vor seinem Tod praktiziert. So bezichtigte er 1952 L. D. Jaroschenko in einer "Diskussion" um ökonomische Fragen, dieser bediene sich Definitionen aus "Bogdanows Arsenal" oder er "unterschiebt dem Marxismus Bogdanow-Anschauungen". Vgl. J. W. Stalin; Ökonomische Probleme des Sozialismus in der UdSSR. Berlin 1952, S. 65, 71.
- [43] Vgl. M. Mitin: Über die Ergebnisse der philosophischen Diskussion. In: Unter dem Banner des Marxismus. Berlin. H. 2/1931.
- [44] Vgl. G. Lukacs: Snatschenije "Materialisma i Empiriokritizisma" dlja bolschewisazia kommunistitscheskich partii (Die Bedeutung von "Materialismus und Empiriokritizismus" für die Bolschewisierung kommunistischer Parteien). In: Pod snamenem Marksisma (Unter dem Banner des Marxismus). Moskau. H. 4/1934.
- [45] Vgl. Geschichte der Kommunistischen Partei der Sowjetunion (B), A.a.O., S. 127–130.
- [46] Vgl. etwa R, Wahsner und H.-H. von Borzeszkowski (Hrg.): E. Mach. Die Mechanik in

ihrer Entwicklung. Berlin 1988; D. Hoffmann und H. Laitko (Hrg.); Studien und Dokumente zu Leben und Werk. Berlin 1991. Schon früher waren erschienen: F. Herneck; Über eine wissenschaftliche Selbstbiographie Ernst Machs. In. Wiss. Zeitschrift d. Humboldt-Universität, Math.-Nat. Reihe, VI (1956/57) 3; D. Wittich: Wie und warum Lenins philosophisches Hauptwerk entstand, Berlin 1985, Hier wird im 1. Kapitel eingehender auf die wissenschaftshistorischen und -theoretischen Verdienste Machs verwiesen

- [47] Brief von E. Mach an F. Adler vom 26.VII.1909. A.a.O., S.288.
- [48] Vgl. hierzu schon A. Fuchs: Geistige Strömungen in Österreich 1867–1918. Wien 1949, S. 204, 299.
- [49] E. Mach: Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Historisch-kritisch dargestellt. (1883) 9. A. Leipzig 1933, S. 482.
- [50] Ebd., S. 485.
- [51] Ebd., S. 7.
- [52] Vgl. Th. S. Kuhn: The Structure of Scientific Revolutions. Chicago 1962 (dtsch. unter dem Titel "Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen" zuerst Frankfurt a. M. 1967).
- [53] Laut diesem Prinzip strebe menschliches Erkennen danach bzw. sollte danach streben, erklärungsbedürftige Tatsachen mit möglichst geringem Kraftaufwand, also auf die unkomplizierteste Weise zu erklären, die historisch erlangbar ist.
- [54] H. Günther meinte 1935, daß der "Machismus ... in die faschistische Ideologie eingegangen ist". Und: "Eben darin zeigt sich die ganze Genialität Lenins, daß er bereits in einer Zeit, als gewisse 'Marxisten' noch glaubten, den Empiriokritizismus mit dem dialektischen Materialismus 'versöhnen' zu können, den ganzen heute durch die faschistische Aneignung hundertfach bestätigten erzreaktionären Charakter dieser 'realistischen' Philosophie entlarvt hat." H. Günther: Der Fall Nietzsche (1935). In: Ders.,; Der Herren eigener Geist. Ausgewählte Schriften. Berlin 1981, S. 316f.
- [55] Vgl. hierzu die sehr informative Arbeit von F.Stadler: Studien zum Wiener Kreis. Wien 1997.
- [56] Vgl. hierzu D. Wittich: Otto Neurath in Leipzig auf dem Wege zum "Wiener Kreis". Rosa-Luxemburg-Verein Leipzig (im Druck).
- [57] Vgl. E. Zilsel: Wissenschaft und Weltanschauung. Aufsätze 1924–1933. Wien, Köln, Weimar 1992, S. 153–178.
- [58] Vgl. D. Wittich, zur Entwicklung der marxistisch-leninistischen Erkenntnistheorie, In: V. Wrona und F. Richter (Red.): Zur Geschichte der marxistisch-leninistischen Philosophie in der DDR. Berlin 1979, S. 282–292. Allerdings wurden 1952 ideologische Vorurteile gegenüber Strukturturwissenschaften nochmals neu entfacht. J. W. Stalin polemisierte damals gegen Bogdanows Art des theoretischen Denkens und insbesondere gegen dessen sogen. Tektologic. Sie wird heute weltweit als ein Vorläufer kybernetischen Denkens anerkannt. Vgl. dazu Anm. 42.
- [59] Vgl. K. Marx: Theorien über den Mehrwert. Erster Teil. In: K. Marx, F. Engels, Werke, Bd. 26,1. Berlin 1965, S. 257.
- [60] Vgl. "Erste Information" der SED-Kreisleitung im Ministerium für Nationale Verteidigung der DDR an das Mitglied des SED-Politbüros E. Honecker "über die Aufdeckung und Zerschlagung einer revisionistischen, parteischädigenden Gruppe in der Abteilung Militärwissenschaft im Ministerium für Nationale Verteidigung" vom 5.11.1968. Eine Kopie dieses Berichtes ist im Besitz des Verfassers,

- [61] Ein früher Repräsentant dieser thematischen Veränderung in der Erkenntnistheorie der DDR war Peter Bollhagen mit seinem Aufsatz "Erkenntnistheoretische Probleme des kommunistischen Aufbaus". In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. H. 6/1962.
- [62] Vgl. F. I. Chaßchatschich: Über die Erkennbarkeit der Welt. Berlin 1949, sowie ders.: Materie und Bewußtsein. Berlin 1955.
- [63] W. I. Lenin: Materialismus und Empiriokritizismus, In: Lenin, Werke, Bd. 14. A. a. O., S. 124.
- [64] Ebd., S. 328f.
- [65] W. Krauss: Das Ende der bürgerlichen Philosophie. In: Ders.: Literaturtheorie, Philosophie und Politik. Hrg. von M. Naumann. Berlin und Weimar 1984, S. 503.

Stephan Tanneberger

Krebsprävention: Eine Herausforderung an Wissenschaft und Gesellschaft*

Danksagung

Professor Franco Pannuti und die Associazione Nazionale Tumori (ANT) haben mich bei der Arbeit an diesem Artikel jederzeit in großzügiger Weise unterstützt. Viele anregende Gespräche mit Frau Professor Marina Marinelli (Institut für Epidemiologie und Statistik der Universität Bologna) und Frau Professor Patrizia Hrelia (Institut für Pharmakologie der Universität Bologna) haben den Fortgang der Arbeit maßgeblich gefördert. Professor Cesare Maltoni, European Foundation of Oncology and Environmental Sciences "B. Ramazzini" hat mich immer wieder ermutigt, an einzelnen Gedanken festzuhalten. Allen genannten spreche ich meinen aufrichtigen Dank aus.

1. Das Krebsproblem am Ende unseres Jahrhunderts

Als US Präsident Richard Nixon, nach der erfolgreichen Mondlandung amerikanischer Astronauten, im Jahre 1971 in Aussicht stellte, daß in diesem Jahrhundert noch ein zweites großes Problem der Wissenschaft, das Krebsproblem, gelöst würde, hielten das viele für sehr optimistisch, aber dennoch für möglich. Immerhin wurde das National Cancer Institute fortan, so wie die NASA, direkt dem Weißen Haus unterstellt. Und es wurde ein Budget von jährlich ca. I Milliarde \$ für die Krebsforschung vorgesehen. Trotz solcher Förderung und des Einsatzes eines beachtlichen Wissenschaftspotentials auch in anderen Ländern, trotz erheblicher Investitionen der Pharmaindustrie und einer fast unübersehbaren Zahl an wissenschaftlichen Veranstaltungen in der ganzen Welt, wurde das Ziel nicht erreicht.

Dabei wäre es ignorant, erzielten Fortschritt in Frage zu stellen. Frühe Stadien von Tumoren sind heute in vielen Fällen heilbar. Durch neue,

^{*} Vortrag, gehalten vor dem Plenum der Leibniz-Sozietät am 16. April 1998

kombinierte Therapiekonzepte wurden die Behandlungsergebnisse weiter verbessert. Unsere Möglichkeiten der Krebspalliation sind dank moderner Chemo- und Strahlentherapie um vieles besser geworden. Dennoch sind wir von einer "Lösung des Krebsproblems" weit entfernt (6, 8, 56, 85). Die aktuellen Analysen der Krebsmorbidität und -mortalität weisen das sehr eindeutig aus (6, 17, 101, 102).

Die Zahl der Krebsneuerkrankungen stieg weltweit von 5,9 Mio. im Jahr 1975 über 6,4 Mio. 1980 auf 7,6 Mio. im Jahr 1985 an. Unter der Annahme, daß die altersspezifische Erkrankungsrate konstant bleibt, bedeutet das 10,3 Mio. Neuerkrankungen im Jahr 2000 (17, 120). Gegenwärtig werden jährlich 2,6 Mio. Krebstote in den Industrieländern und 3.8 Mio. in den Entwicklungsländern registriert. Allein durch die voraussehbare demographische Entwicklung wird die letztere Zahl im Jahr 2000 etwa 4–5 Mio. betragen (91). Schätzungen für das Jahr 2020 sprechen von weltweit 15–18 Mio. Krebsneuerkrankungen und 10–11 Mio. Krebstoten pro Jahr (175).

Eine solche summarische Betrachtung allein erlaubt allerdings nicht, die Situation wirklich zu verstehen. Eine detaillierte Analyse deckt auf, daß in diesem Jahrhundert durchaus sehr grundsätzliche Veränderungen der Krebssituation in der Welt eingetreten sind und daß sich noch drastischere Veränderungen andeuten. Diese gilt es zu berücksichtigen, um die richtigen Strategien für das weitere Vorgehen abzuleiten.

Ein wesentlicher Grund für die ansteigende Krebsinzidenz ist das zunehmende Alter der Weltbevölkerung. Dieses ist gewollt und ein Erfolg der weltweiten Gesundheitsfürsorge. In den Industrieländern wird dieser Zuwachs, dank der sich gleichzeitig auswirkenden Verbesserungen der Krebsbekämpfung, nicht zu einer Erhöhung der Krebsmortalität führen. Diese wird bei ca. 2,5 Mio. bleiben. Für immer mehr Kranke wird dort aber der Tod an Krebs das natürliche Lebensende bedeuten. Im Jahre 2020 wird die Hälfte all derer, die in den Industrieländern an Krebs sterben, älter als 75 Jahre sein. Auch in der Dritten Welt wird durch Ausrottung vieler Infektionskrankheiten ein immer höheres Lebensalter erreicht. Hier wird allerdings nicht erwartet, daß die dadurch bedingte, höhere Inzidenz, dank besserer Bekämpfungsmaßnahmen, keinen Anstieg der Mortalität auslöst. Die WHO prognostiziert für die Entwicklungsländer einen Anstieg von jetzt 3,5 Mio. Krebstoten pro Jahr auf ca. 8 Mio. im Jahre 2020 (175).

Neben der ansteigenden Lebenserwartung sind Krebsrisikofaktoren für die steigende Krebsinzidenz verantwortlich zu machen. Das gilt für die industrialisierte Welt wie die Entwicklungsländer gleichermaßen. Sie verhindern, daß der demografisch mögliche Rückgang der Krebsmortalität in den Industrieländern zustandekommt und tragen zur steigenden Krebsmortalität in der Dritten Welt bei. Deren Art und Wirkungsweise in Industrie- und Entwicklungsländern ist sehr unterschiedlich. Am Verteilungsmuster der auftretenden Krebslokalisationen läßt sich dies deutlich erkennen.

In der Dritten Welt steht an der Spitze der Häufigkeitsskala das Zervixkarzinom (11,7%), gefolgt vom Magenkarzinom (10,7%), dem Mundhöhlenkrebs (8,6%) und dem Ösophaguskarzinom (8,3%). Das macht deutlich, daß ungenügende Sexualhygiene und Hunger, letzterer verbunden mit Fehlernährung, sowie Alkohol- und Tabakabusus, Hauptkrebsrisikofaktoren der Dritten Welt sind (120, 176). Gegenwärtig sind diese Faktoren keineswegs unter Kontrolle (36, 54, 91). Wenn auch im letzten Jahrzehnt Fortschritte bei der Bewältigung des Hungers in den Entwicklungsländern gemacht wurden, sind die erreichten Ergebnisse dennoch mangelhaft (161, 174, 175). Dazu kommt der zügellose Transfer von Risikofaktoren der Industrieländer in die Dritte Welt. Zu nennen sind insbesondere wiederum Alkohol und Tabak, aber auch Drogenabusus und Umweltkanzerogene (112, 113). Während der Tabakkonsum in den Industrieländern auf eine Steigerungsrate von nur noch 1,1% zurückgegangen ist, liegt diese in der Dritten Welt bei jährlich 2,1% (90, 91, 93, 136, 168). Noch ist die Lungenkrebshäufigkeit in der Dritten Welt niedrig. Aber die Zahlen täuschen.

Die massive Entwicklung des Tabakkonsums in der Dritten Welt wird die Situation bald ändern (134). Wenn es dort nicht gelingt den Tabakkonsum einzudämmen, wird das einen dramatischen Anstieg der Krebserkrankungen in den nächsten 20–30 Jahren zur Folge haben (16, 113). Auf eine andere wachsende Gefahr hat Maltoni sehr nachdrücklich hingewiesen. Er nennt die Herstellung und Verbreitung von Asbest einen Frevel gegenüber den heute Lebenden, aber auch gegenüber den kommenden Generationen (11). Ungeachtet dessen sind die Entwicklungsländer zu einem beliebten Absatzmarkt für Asbestprodukte geworden, womit versucht wird, eine in den Industrieländern sterbende Industrie an

...........

anderer Stelle wiederzubeleben. (73). Zu einem Anstieg der Krebsrisikofaktoren führt auch die Verlagerung ganzer Industrien in die Dritte Welt,
da dort zwar billiger aber zumeist unter weitaus niedrigeren Standards der
Umwelthygiene produziert wird. Zu Recht wurde allerdings auch darauf
hingewiesen, daß das Profitstreben der dort ansässigen Unternehmer oft
eine durchaus mögliche Verbesserung der Arbeitsplatzhygiene verhindert
(124). Natürlich steht auch die hohe Arbeitslosigkeit in den meisten
Entwicklungsländern der Durchsetzung von mehr Arbeitsschutz entgegen
(167).

In den Industrieländern (33, 38, 48, 104) sind ungenügende Sexualhygiene und Hunger nicht das Problem, sondern es läßt sich Gegenteiliges erkennen. Hier ist Übergewicht einer der maßgeblichen Krebsrisikofaktoren. Daß ca. 35% der Krebstodesfälle in den Industrieländern auf falsche Emährungsgewohnheiten und insbesondere zu hohen Fettverbrauch zurückgehen, wurde bereits 1981 von Sir Richard Doll nachgewiesen. Obwohl die diesbezügliche Literatur seitdem enorm angewachsen ist, gilt diese Einschätzung unverändert (177). Das Tabakproblem findet sich auch hier (16, 93, 108, 134). Zu beobachten ist eine epidemieartige Ausbreitung des Lungenkrebses bei Frauen, die immer stärker zum Hauptkonsumenten von Zigaretten werden. Gegenwärtig sind 25–30% der bösartigen Geschwülste in den Industrieländern Tabak bedingt. Die Hälfte der Krebstoten durch Tabakschäden finden sich in der Altersgruppe 35–64 Jahre und jeder dieser Todesfälle bedeutet 20–25 Jahre Verlust an Lebenserwartung gegenüber Nichtrauchern (20, 28, 47, 85).

Zu diesen traditionellen Krebsrisikofaktoren der Konsumgesellschaft scheinen neue zu kommen. Die nunmehr gültige Betrachtung der Kanzerogenese als Fehler im molekularen Programm des Zellkerns, legt theoretisch nahe, daß wie bei genetisch bedingten Erkrankungen, steigendes Lebensalter der Eltern zum Zeitpunkt der Konzeption, das Geschwulstrisko der Kinder erhöht. Dazu gibt es inzwischen zahlreiche Hinweise (21, 72, 74, 98, 105, 186). In eigenen Untersuchungen fanden wir in drei paraltelen Studien zum Auftreten von Neoplasien bei Kindern (189 Familien), Sarkomen (97 Familien) und Neoplasien aller Typen (388 Familien) ein 6–12 Monate höheres Alter der Mütter von Krebspatienten (148). Die Ergebnisse machen eine Tendenz im Sinne der theoretischen Erwartungen deutlich. Sicher ist dieser Krebrisikofaktor von untergeordneter Bedeu-

tung, solange das Alter der Eltern zum Zeitpunkt der Konzeption, nur um wenige Jahre nach oben vom biologischen Optimum abweicht. Dieses Abweichen ist für das nächste Jahrhundert aber offenbar nicht auszuschliessen. Bereits jetzt sind 50% aller Mütter in den Niederlanden über dreißig. Die immer länger werdenden Ausbildungszeiten, Jugendarbeitslosigkeit und sich wandelnde Wertvorstellungen der jungen Generation machen wenig Hoffnung, daß eine Trendwende eintritt, und sorgfältige Beobachtungen sind erforderlich.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die weltweit hohe Zahl vermeidbarer Krebstodesfälle am Ende des zwanzigsten Jahrhunderts auf wenige Ursachen zurückzuführen ist. Das ist einmal das sozio-ökonomische Drama der Entwicklungsländer, zum anderen sind es Umweltschäden und der Lebensstil der Konsumwelt in den industrialisierten Ländern. Daß Krebs auch ein Zufallsfehler der Biologie sein kann, steht außer Zweifel, hat aber untergeordnete Bedeutung.

2. Wie wäre Krebsprävention zu erreichen?

Die dargestellten Fakten zur Krebsinzidenz und -mortalität scheinen die Antwort auf diese Frage leicht zu machen. Zu recht wird immer wieder darauf hingewiesen, daß durch Ausschaltung der genannten Hauptrisikofaktoren ein großer Teil der Krebsneuerkrankungen (50-80%) verhütet werden könnte (11, 18). Die Forderung, die sozio-ökonomische Situation in der Dritten Welt zu ändern, ist dabei keineswegs neu (174, 175). Auch gibt es mehr als genug Appelle, den Lebensstil der Menschen in den Industrieländern zu ändern. Sinnvolle Strategien zur Krebsprävention wurden entwickelt. Das NCI (34), die IACR (159, 160, 161) und die European Ramazzini Foundation (92) haben hervorragende Arbeit geleistet. Dennoch scheint dies, wie die Ergebnisse zeigen, keineswegs auszureichen. Die Konzepte greifen nicht oder die Mittel, die für die Krebsprävention eingesetzt werden, sind zu gering. In ihrem kürzlich veröffentlichten, Review weisen Bailar et al. schr richtig auf die dringliche Notwendigkeit hin, die vorherrschende Orientierung der Krebsbekämpfung auf Therapie zu überprüfen und eine Umorientierung zugunsten der Prävention einzuleiten (6).

Insgesamt ist keineswegs erkennbar, daß die gegebene logische Basis für eine erfolgreiche Krebsprävention zu überzeugenden praktischen Ergebnissen geführt hätte. Der scheinbar einfache Ansatz, die gut bekannten Krebsriskofaktoren auszuschalten, hat sich in diesem Jahrhundert nicht realisieren lassen. Im folgenden werden die Gründe dafür untersucht.

3. Krebsprävention in der Dritten Welt: Chance und Herausforderung

Schon seit längerem wird von Kennern der Situation auf die ungerechte Verteilung der Mittel für die Krankheitsbekämpfung in der Welt hingewiesen. Obwohl 60% der Krebskranken in der Dritten Welt leben, stehen dort nur 5% der ökonomischen Ressourcen der Welt zur Verfügung (91, 135, 136). Schon 1992 wurde vorausgesagt, daß sich dieses Ungleichgewicht im kommenden Jahrzehnt voraussichtlich noch verschärfen wird. Diese alarmierende Vorhersage ist in der Tat eingetroffen. 1997 mußte die WHO einschätzen, daß 90% aller gesundheitlichen Schäden in der Dritten Welt auftreten, daß dort aber nur 10% der Gesamtheit der Mittel zur Gesunderhaltung des Menschen eingesetzt werden (102, 175).

Es besteht kein Zweifel daran, daß positive Änderungen dieser dramatischen Imbalanzen, den größten Effekt bei der Krebsprävention in der Dritten Welt haben würden. Natürlich ist Krebs dort nicht das erste Problem der Krankheitsbekämpfung. Die rasch steigende Inzidenz der Geschwulsterkrankungen fordert aber ein rasches Handeln. Die Welt scheint jedoch nicht gut vorbereitet zu sein, um dieser Herausforderung zu begegnen 1979 flossen 40 Milliarden \$ von Nord nach Süd, gegenwärtig fließen jährlich ca. 20 Milliarden \$ von den armen Ländern der südlichen Hemisphäre in die reichen der nördlichen Hälfte des Erdballs. Dabei erhöht die Armut des Einzelnen dessen Krankheitsrisiko, die Armut der Länder, in Verbindung mit den hohen Weltmarktpreisen für moderne Technologien, deren Unvermögen, eine moderne Onkologie zu entwickeln (39, 41, 42). Zur Zeit ist nicht zu erkennen, daß die internationalen Geldgeber ihren Kurs gegenüber den armen Ländern ändern (175).

Ein realistischer Schritt, bestehende Ungleichgewichte der internationalen Krebsbekämpfung zu beseitigen, wäre ein Verzicht auf das zum Teil übertriebene Bemühen, in den Industrieländern minimale Risikofaktoren auszuschalten. Mit den so freiwerdenden Fonds, könnten in der Dritten Welt Tausende, wenn nicht Millionen Menschenleben gerettet werden (17). Wenn in Berlin 300-400 Millionen \$ dafür bilanziert werden, um einige wenige öffentliche, asbesthaltige Bauwerke zu sanieren, dann senkt das wahrscheinlich das Erkrankungsrisiko für einige tausend Menschen. Aber das steht in keinem Verhältnis zu der Tatsache, daß noch immer in vielen Entwicklungsländern Asbest das vorrangig verwendete Material für Wasserleitungen und Abwassersystem ist (35, 100). Ames (5) quantifizierte kürzlich die enormen Kosten, die entstehen, wenn Umwelthygiene sich das Ziel setzt, auch geringste Spuren krebserregender Stoffe zu eliminieren. Die Environment Protection Agency hat errechnet, daß so verstandene Umwelthygiene, die amerikanische Gesellschaft jährlich 140 Milliarden \$ kostet. Andere haben ermittelt, daß im US Toxikologie-Kontrollprogramm die Aufwendungen um ein Menschenleben zu schützen, 146 mal höher sind, als die Kosten medizinischer Maßnahmen (5). Sicherlich berührt die Weltgesundheitsorganisation einen wunden Punkt mit der Forderung: Das Ziel ist adäquate Gesundheit für alle und nicht immer bessere Gesundheit für die, deren Versorgung bereits adäquat ist (175). Insgesamt sind wir wohl weit entfernt von einem universalen Verständnis dafür, daß globale Probleme auch globale Lösungen brauchen (91). Und daß menschliche Solidarität (110) und Investment in der Dritten Welt, Vorteile für uns alle bringen. Daß dies weitaus klüger ist, als Inseln des Wohlstands in einem Meer von Armut zu konstruieren.

An diesem Punkt erscheint es allerdings auch berechtigt zu fragen, was die Entwicklungsländer selbst zur Krebsprävention beitragen. Es gibt wachsende Besorgnis über die unzureichenden, nationalen Bemühungen vieler Länder um Ausschaltung lebensstil-bedingter und beruflicher Krebsrisikofaktoren (83, 124). Die Gründe dafür sind in dem Zusammentreffen von Armut und Neokolonialismus zu suchen (167). Aber auch ungezügeltes Profitstreben der einheimischen Unternehmen ist mitunter nicht zu übersehen. Letztendlich sind politische Unruhen nicht selten der Grund dafür, daß Projekte der Krebsprävention nicht funktionieren (42). In diesem Zusammenhang muß der enorme Waffenexport in die Dritte Welt, derzeit in einem Umfang von 19,4 Milliarden \$, nachdrücklich verurteilt werden (166).

Es gibt keinen Zweifel daran, daß eine Verbesserung des Bildungsstands den größten Einfluß auf die Krebsprävention in der Dritten Welt haben würde (2, 31). In Bangladesch gelang es uns, ein Programm der Krebsprävention erfolgreich in ein Projekt komplexer Entwicklung von Bildung, Hygiene, Landwirtschaft und Umweltschutz zu integrieren (BASBEE) (183). In einem Territorium von ca. 12 km² mit 10180 Einwohnern (Nilmonogonj Chuadanga Project) wurde so eine deutliche Verbesserung der Krebsprävention erreicht.

Aber solche Beispiele sind Ausnahmen. Weiterreichende Initiativen zur Gesundheitserziehung bleiben eine Illusion in einer Welt, in der es 1995 etwa 870 Millionen Analphabeten gab. Das sind 4 Millionen mehr als 1990. Und genau das ist die moralische Herausforderung für das nächste Jahrhundert. Jeder Erfolg in dieser Richtung bedeutet wirksame Krebsprävention und Senkung der Krebssterblichkeit. Ohne wirksame Maßnahmen auf diesem Gebiet bleiben alle Reden über Veränderung des Lebensstils letztendlich blanke Illusion (122). Hilfe auf diesem Gebiet bedarf der Solidarität, nicht des Mitleids (157). Die Menschen in der Dritten Welt sind nicht dümmer, sondern unverdient ärmer.

Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß die Zahl der Menschen in der Dritten Welt, die der Wirkung von gut bekannten Krebsrisikofaktoren ausgesetzt sind, steigt. Bessere Lebens- und Arbeitsbedingungen, verbunden mit Programmen der Krebsfrüherkennung und Frühbehandlung, bleiben der einzig vernünftige Weg, die Krebssterblichkeit in der Dritten Welt zu senken (99, 127, 156). Dies ist nur über politische und ökonomische Veränderungen zu erreichen.

4. Veränderung der Lebensgewohnheiten in den Industrieländern: Chance und Illusion

Die Appelle und Initiativen, gesundheitsschädigende Lebensgewohnheiten in den Industrieländern zu verändern, sind nicht zu zählen. Solche Veränderungen sind möglich. Ein Beispiel ist die Reduzierung des Fettkonsums, wie er seit den achtziger Jahren zu beobachten ist (37). Auch der zu beobachtende Rückgang des Magenkrebses ist sicher auf Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten zurückzuführen. Alle diese Veränderungen sind

jedoch weitaus mehr das Resultat veränderter Lebensmittelkonservierung als erfolgreicher Gesundheitserziehung (135). Die wirklichen Erfolge der meisten Initiativen zur Gesundheitserziehung sind bescheiden. Diese konnten nicht verhindern, daß Krebs am Ende dieses Jahrhundert in manchen Ländern auf Platz 1 der Todesursachenstatisik rückt (22).

Anti-Tabak-Kampagnen sind ein typisches Beispiel für diese fast entmutigende Situation. Die Europäische Union ist der weltweit zweitgrößte Zigarettenhersteller (694 Milliarden 1993) und der größte Zigarettenexporteur. Das europäische Büro zur Koordinierung aller Anti-Tabak-Aktivitäten wurde geschlossen. Die Initiativen des Europaparlaments, Tabakwerbung zu unterbinden, wurden unter Applaus der internationalen Tabak-Lobby von Deutschland und Österreich boykottiert (32). Noch immer rauchen in Europa 42% der Männer und inzwischen auch 28% der Frauen. Besonders interessant ist, daß die Zahl der Raucher unter dem medizinischem Personal, obwohl diesem eine exemplarische Rolle zukommt, in den Industrieländern unverändert hoch bleibt (16). Auch bezüglich der Prävention des Zervix- und Mammakarzinoms, sowie des Melanoms, wurde kritisiert, daß die Nachlässigkeit einer Reihe von Regierungen hinsichtlich der Durchsetzung wohlbekannter onkologischer Prinzipien ins Auge fällt (92).

Aber Mißerfolge im Bemühen, Lebensgewohnheiten zu verändern, sind nicht überraschend. Sind sie doch viel mehr in der Natur des Menschen selbst zu suchen, als in unserer Unfähigkeit, Vernünftiges vorzuschlagen. Das gilt es zu begreifen, wenn nach realistischen Strategien zur Krebsprävention gesucht wird. Es dürfte kaum ein tragfähiges Konzept für das nächste Jahrhundert sein, die alten Appelle gegen das Rauchen, das viele Essen und das Sonnenlicht immer wieder neu zu wiederholen. Wir müssen akzeptieren, was Goethe schon 1790 in seinem "Tasso" sehr treffend formuliert hat. Die Menschen tun nicht einfach, was gesund ist, sondern tun trotz besseren Wissens auch ungesundes (53). Sie wollen uneingeschränkten Lebensgenuss (43). Und das heißt für die meisten, ungesundes Leben in der Konsumgesellschaft. Lebensgewohnheiten sind nicht rational, sondern meist geographisch oder emotional begründet. Und Emotionen zu ändern ist möglich, aber schwer. Die Menschen wollen keine Einschränkungen ihres Lebensgenusses, sondern die magische Pille. Das ist zwar nicht logisch, aber Realität. Diese Tatsache zu ignorieren,

führt zu Illusionen. Appelle die Lebensgewohnheiten zu ändern, sind sicher gegenüber der jungen Generation sinnvoll, in Altersgruppen, die noch nach dem individuellen Lebensstil suchen. Für die Mehrheit der erwachsenen Personen, müssen wir andere Lösungen der Krebsprävention anbieten. Hier ist es sicher besser, die Mittel erfolgloser Gesundheitserziehungskampagnen, für die Forschung auf dem Gebiet der aktiven Krebsprävention einzusetzen. Aber dies ist bisher nicht gelungen. MEDLINE hat bisher 11.000 Artikel mit Appellen, den Lebensstil zu ändern, registriert. Dort finden sich aber nur 1000 Veröffentlichungen über Krebschemoprävention. Aber gerade dort ist die Herausforderung für das beginnende Jahrhundert zu suchen .

5. Chemoprävention bösartiger Geschwülste: Gegenwärtiger Stand

Das Konzept der Chemoprävention bösartiger Geschwülste hat sich in hunderten von tierexperimentellen Studien als tragfähig erwiesen(18, 61, 62). Neben diesen Daten liegen eine ganze Reihe von ermutigenden Befunden aus Studien am Menschen vor(61, 62, 70, 92, 114, 130, 158). Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Teilschritte der mehrstufigen Kanzerogenese sind drei Hauptgruppen chemopräventiver Präparate bekannt geworden. Dies sind blockierende, differenzierende und unterdrückende Substanzen. Dabei konzentriert sich die Forschung auf dem Gebiet der Chemoprävention allerdings hauptsächlich auf die Retinoide, die Antioxydantien und auf Tamoxifen. Die Ergebnisse mit diesen Substanzklassen am Menschen sind trotzdem noch unvollständig (15,108).

Die Benutzung von Retinoiden zur Krebschemoprävention ist ein rationales Konzept (1, 87). Untersucht wurden mehr als 4000 verschiedene Retinoide mit einem breiten Spektrum bezüglich Struktur, präklinischer Aktivität, Pharmakologie und Toxikologie. Die Ergebnisse sind insgesamt ermutigend (70, 71, 86). Allerdings ist die Bewertung der klinischen Ergebnisse schwierig. Bevorzugtes Studienobjekt ist die Kanzerogenese im HNO Bereich. Die publizierten Daten stammen aus Studien zur Prävention der Tumorentstehung und adjuvanter Chemoprävention der Metastasierung nach Entfernung des Primärtumors. Dabei bleibt unberücksich-

tigt, daß die biologische Situation hinsichtlich zellulärer Homeostase und der Kontrollmechanismen der Zellproliferation bei Präneoplasie und postoperativer Restneoplasie möglicherweise sehr unterschiedlich ist. Betrachtet man allein die Daten der Chemoprävention präneoplastischer Zustände, muß man sicher Lippman (86) recht geben, der 1993 schrieb: "Obwohl fünf randomisierte Studien eine signifikante Aktivität von Retinoiden bezüglich der Rückbildung von Präneoplasien ergeben haben, muß vor voreiligen Schlußfolgerungen gewarnt werden". Diese Position wurde in späteren Arbeiten bestätigt (1, 111) Es besteht kein Zweifel daran, daß Retinoide die Differenzierung der meisten Epithelien steigern. Der Mechanismus zur verbesserten Bioregulation funktioniert aber offenbar nur in sehr frühem Stadien der Kanzerogenese. So wurde gezeigt, daß Retinoide die komplette histologische Regression von Präneoplasien der Zervix uteri deutlich steigert. Dieser Effekt tritt aber nicht mehr auf, wenn eine schwere Dysplasie vorliegt (96, 129).

Betreffs der Antioxydantien gibt es ebenfalls ermutigende tierexperimentelle Daten (67). Demgegenüber konnten bisher keine überzeugenden Ergebnisse für diese Substanzklasse am Menschen vorgelegt werden. Ähnlich ist die Situation bei den Isothyocanaten, die die metabolische Aktivierung von Benzpyren und Tabak-spezifischen Nitrosaminen hemmen. Als Folge ist die karzinogene Wirkung dieser Substanzen auf die DNS herabgesetzt (64), Auch das Glutathionsystem stellt einen wirksamen psychologischen Schutzmechanismus gegenüber toxischen Substanzen dar. N-Acetylcystein wurde intensiv tierexperimentell und klinisch auf chemopräventive Wirkungen untersucht (EUROSCAN). Die Substanz besitzt verschiedene Eigenschaften, die für einen Kandidaten zur Chemoprävention unerläßlich sind, wie niedrige Kosten, orale Applikation, Wirksamkeit am Tier und Sicherheit (36). Die extrem wichtigen Studien über die Rolle von Tamoxifen zur Prävention des Mammakarzinoms (18) sind nicht frei von polemischen Diskussionen über die Nebenwirkungen dieser Substanz (40, 75, 88). Eine abschließende Aussage über die Möglichkeit der Chemoprävention mit Antiöstrogenen wird erst möglich werden, wenn die Langzeitergebnisse der drei grossen Tamoxifenstudien vorliegen. Daran wird auch die frühzeitige Bekanntgabe von Ergebnissen mit Antiöstrogenen der zweiten Generation wenig ändern (26). Auch für die Benutzung von Flavonen zur Chemoprävention gibt es eine rationale Basis. Es liegt

cine große Zahl epidemiologischer Daten über den protektiven Wert einer Ernährung mit Gemüse und Obst vor. Zitrusfrüchte enthalten unterschiedliche Mengen von Flavonen. Inzwischen wissen wir, daß Flavone wie Diosmin, Heperidin und die Protokatechusaure, hochaktive Inhibitoren der initiatialen und postinitialen Phase der oralen Kanzerogenese durch 4-Nitroquinolin 1-Oxyd sind (145, 146, 147). Reich an Isoflavonen, die im Darm zu Substanzen mit antiproliferativen Eigenschaften konvertiert werden, sind Sojabohnen. Präktinische Studien zeigen, daß Sojabohnen-Produkte Priorität bei klinischen Studien zur Brustkrebsprävention verdienen (137).

Darüber hinaus haben noch eine ganze Reihe anderer Substanzen, mit weit weniger rationaler Basis, Eingang in Untersuchungen zur Chemoprävention gefunden. Dazu gehören vor allem die sogenannten "Mikronutrients" und verschiede Klassen von "non-nutrients" (123). Die Ergebnisse sind schwer zu deuten. Ein kritischer Review über die epidemiologischen Studien, betreffend Diät und Lungenkrebs, hat keine überzeugenden Ergebnisse dafür erbracht, daß mehr Verzehr von Gemüse und Obst, von niedrig-Cholesterol-Fett oder von "micronutrients" wie Karotinoiden, Selen und Vitaminen, das Risiko an Lungenkrebs zu erkranken senkt (82). Wenn dazu oft noch Kombinationen solcher Stoffe benutzt wurden, verringert das natürlich die Möglichkeit zu einer sicheren Bewertung zu kommen. Im Moment ist eine deutliche Tendenz zu verzeichnen, diese Substanzen unkritisch in sogenannten alternativen Konzepten zu verwenden. Dies verdient die Aufmerksamkeit der Arneimittelprüfstellen, denn oft haben solche Produkte einen hohen Preis. Bei erfahrenen Onkologen ist der anfängliche Optimismus hinsichtlich der "Mikronutrients" deutlich zurückgegangen, Andere Konzepte finden zur Zeit mehr Interesse (172).

Zusammenfassend scheint es sich anzudeuten, daß die meisten Studien über spezifische Chemoprävention derzeit doch hinter den Erwartungen zurückbleiben (61, 62, 98). Mettlin hat sicher mit der Meinung Recht, daß die vorliegenden Ergebnisse schr gemischt sind und eher Zweifel an der Möglichkeit der Chemoprävention des Krebses ausgelöst haben (94). Die Ergebnisse müssen als vorläufig und noch nicht ausreichend bewertet werden, solange keine überzeugenderen Daten vorliegen (18).

6. Immunprävention könnte das rationalste Konzept für eine Krebsprävention sein

Wir haben bereits anfangs der neunziger Jahre darauf hingewiesen, daß geringfügig von der Norm abweichende Zellen, wie sie mit großer Wahrscheinlichkeit in der Frühphase der Kanzerogenese vorkommen, ein sehr logisches Substrat für eine Immunprävention des Krebses sein sollten (69, 149, 150, 151). Diese Annahme wird durch die Aussage von Gutterman (60) gestützt, der ebenfalls schon 1992 schlußfolgerte: "Die optimale klinische Anwendung von Immunmodulatoren wie Interferon-a ist während der frühen Geschwulstentwicklung gegeben, bevor die verschiedensten molekularen Vorgänge betreffend Onkogene, Wachstumsfaktoren und den Verlust von Suppressorgenen die Situation bestimmen". Wahrscheinlich entsteht schon im Stadium der Präneoplasie eine intratumorale immunologische Heterogenität, die mehr und mehr jede Immunabwehr unmöglich macht (97).

Unsere Hypothese basiert auf dem theoretischen Verständnis des Immunsystems als biologischem Abwehrmechanismus, als natürlicher Körperfunktion zur Eliminierung von "minimal abweichenden" Zellen, wie sie regelmäßig während der Zellproliferation vorkommen. Natürlich sind einige Kritiken, die gegen die "Surveillance-Theorie" der Krebsentstehung vorgebracht wurden, berechtigt (65, 116). Dennoch erscheint die Auffassung (7), Immunmodulatoren als Substanzen zu betrachten, die die Aufrechterhaltung und Restauration der biologischen Homeostase gewährleisten, bis heute gerechtfertigt.

Die folgenden Fakten stützen die Auffassung, daß Immunregulatoren eine maßgebliche Rolle in den frühen Tumor-Wirt-Beziehungen spielen:

1. Es wurde nachgewiesen, daß gesteigerte Proliferation aneuploider und hyperploider Zellen im Anfangsstadium durch einen Apoptosemechanismus gegenreguliert wird (3). Dies führt offenbar dazu, daß sich neoplastische Frühstadien spontan zurückbilden können, wie in Studien zur epithelialen Kanzerogenese gezeigt wurde (51, 63, 133). So bildet sich eine erhebliche Zahl (84%) präinvasiver Zevixkarzinome zurück, insbesondere wenn solche Veränderungen in jüngeren Jahren auftreten (107). Im Gegensatz dazu sind spontane Rückbildungen invasiver Karzinome extrem selten (19). Darüber, daß die Kanzerogenese mit immunologischen

Fehlleistungen verbunden ist, gibt es wachsenden Konsens (14, 76, 117, 155, 179). Es kann davon ausgegangen werden, daß das Immunsystem einer der natürlichen Mechanismen biologischer Abwehr ist. Dies geschieht durch Elimination fehlerhafter Zellen und Kontrolle der zellularen Homeostase. Kawade (77) hat deshalb sicher recht, wenn er Interferone als "Homeokine" bezeichnet. Leider wissen wir nur sehr wenig über die spezifischen Mechanismen der Immunkontrolle während der initialen Tumorentwicklung. Forschung wird auf diesem Gebiet nur sehr sporadisch betrieben (182). Möglicherweise gehen Veränderungen der natürlichen Killerzellaktivität mit der frühen Tumorentwicklung einher, wie für präneoplastische Veränderungen an Mausmodellen (171) und beim Menschen gezeigt wurde (4, 119). Dementsprechend verwundert es auch nicht, daß Defekte der natürlichen Killerzellen mit Interferon rückgängig gemacht werden konnten.

- Die Wirkung der meisten Bioregulatoren ist an die Anwesenheit spezifischer Rezeptoren oder anderer Bindungstrukturen an der Zelloberfläche gebunden. Es konnte gezeigt werden, daß solche Rezeptoren auf unterschiedlichen Stufen des Wachstums und der Entwicklung maligner Tumoren, aber auch während der Metastasierung, unterschiedlich ausgebildet werden. Beispielsweise wurde nachgewiesen, daß die Reaktion menschlicher Tumorzellpopulationen auf Interferon strikt von der Wachstumskinetik der Population abhängt (25, 153). Wie van der Bosch und Zirri (13) gezeigt haben, werden stationäre Zellpopulationen zerstört, während rasch wachsende Populationen durch die gleiche Dosis von Interferon-a lediglich reversibel gehemmt werden. Kinetikrelevante Rezeptorunterschiede werden auch für die unterschiedliche Sensibilität von Primärtumoren und Metastasen verantwortlich gemacht. Bisher gibt es leider keine vergleichenden Untersuchungen über die Rezeptorsituation währe id der präneoplastischen und neoplastischen Stufen der Tumorentwicklung. Es ist jedoch auf Grund der beschriebenen Zellzyklusabhängigkeit anzunehmen, daß solche Differenzen existieren.
- 3. Daß Immunregulatoren bei der Wachstumsteuerung präneoplastischer Zustände eine besondere Rolle spielen, wurde auch noch in anderer Weise nachgewiesen. Es wurde eine enge Verbindung zwischen Interferon und dem Wachstum oraler Mukosa-Neubildungen gezeigt. Das Interferonsystem wurde im Moment präneoplastischer Veränderung sofort akti-

viert. Eine Gruppe von 26 Patienten mit Lichen planus und Leukoplakie der oralen Mukosa zeigten einen signifikanten Anstieg des saure-stabilen Interferon im Vergleich zu normalen Kontrollen (164). Vergleichbare Beobachtungen für hochmaligne, orale Neoplasien gibt es nicht. Ähnliche Beobachtungen wurden in Studien gemacht, bei denen die Interferonproduktion in Blutzellkulturen von 74 Patienten mit kolorektalen Karzinomen und von 20 Patienten mit benignen kolorektalen Tumoren mit 314 Kontrollen verglichen wurden. Die Patienten mit Tumoren zeigten signifikant niedrigere Interferonwerte als die Kontrollen (44).

Es wird angenommen, daß die Hitzeschockproteinexpression (HSP) ein wichtiger Teil der Immunantwort ist. Die HSP Expression wurde bei 22 benignen Veränderungen, 18 Dysplasien und 14 malignen Veränderungen der oralen Mukosa im Vergleich zu 15 Kontrollen signifikant erhöht gefunden . Die HSP 60 Expression war auch in Dysplasien im Vergleich zu Neoplasien bemerkenswert höher (140). Bis jetzt fehlen systematische Untersuchungen über die proliferativen und antigenen Eigenschaften präneoplastischer Zustände beim Menschen. Die wenigen verfügbaren Daten weisen aber deutlich darauf hin, daß die normale Immunantwort auf einer sehr frühen Stufe der Kanzerogenese verloren geht. (10, 46)

- 4. Gut bekannt ist auch, daß Immunmodulatoren die Induktion und Entwicklung maligner Neoplasien in verschiedenen tierexperimentellen Systemen verhindern können. Beispielsweise wurde gezeigt, daß die Behandlung mit Thymushormonen die Bildung neoplastischer Veränderungen am Ösophagus und Vormagen von Ratten durch N-Nitroso-sarcosin-ethyl-ester herabsetzt (9). Gleiches gilt für Methylcholantren-induzierte Fibrosarkome (162) und das Lewis Lung Karzinome der Maus (81). Untersucht wurde auch die Verhütung Diäthylnitrosamin-induzierter Plattenepithelkarzinome am Ösophagus von C57BI Mäusen. Bei synchroner Behandlung mit Interferon und Diäthylnitrosamin, wurde ein signifikant herabgesetzter Tumorindex im Vergleich zu den Kontrollen beobachtet. Eine Behandlung mit Interferon nach vorheriger Gabe des Karzinogens erwies sich als wirkungslos (45).
- 5. Im Gegensatz zu den Mißerfolgen der "Immuntherapie" von Tumoren, hat die *Behandlung von Präneoplasien mit Bioregulatoren* zum Teil eindrucksvolle Ergebnisse gebracht. Dies betrifft beispielsweise die Behandlung von in situ Karzinomen der Harnblase mit BCG oder Inter-

.....

feron (12, 66, 95, 178). Nach alleiniger Resektion rezidivieren diese Präneoplasien in 70-80% der Fälle. Bei langzeitiger, postoperativer, intravescicaler Instillation von Interferon sinkt die Rezidivhäufigkeit auf 30-50%. Erhaltungstherapie mit BCG als dreiwöchentliche Behandlung aller 6 Monate, erhöht die Zahl der Langzeitremissionen bei Ta und T1 Blasenkarzinom von 50 auf 83% (84). Außerordentlich interessant sind die Ergebnisse ultrastrukturaler Studien, die eine zumindest partielle Restauration des Urotheliums unter Interferon in Richtung auf eine normale Morphologie deutlich machten. Untersucht wurden der Golgi-Apparat, die Symmetrie der Basalmembran, das Auftreten von Kernkörperchen, und das Vorhandensein tuboretikulärer Strukturen (139). Daß das Interferonsystem während der Latenzperiode der Karzinogenese spezifisch aktiviert wird, zeigt sich auch daran, daß im Gegensatz zu anaplastischen, die differenzierten Hodentumoren auf Interferon ansprechen (128). Im gleichen Sinn kann das deutliche Ansprechen prämaligner Veränderungen der Mundhöhle auf Interferon (126, 132) und die eindrucksvolle Sensibilität des Carinoma in situ der Zervix gegenüber Interferon und Thymopentin (27, 49, 109, 184), gewertet werden. Dem entspricht auch, daß mit dem Interferon-induktor Larifan 88% klinische Heilungen bei Zervixdysplasie erreicht wurden (50). Auch die Bowenoid papillomatose und andere Präkanzerosen mit HPV-genese sprechen gut auf Interferon an (121). Da bisher nichts darüber bekannt ist, daß Interferon das HPV hemmt, kann dieser Effekt als ein immunologischer angesehen werden. Auch andere benigne Neubildungen, wie die pulmonale Hämangiomatose und die juvenile Larynxpapillomatose, zeigen eine bemerkenswerte Sensibilität gegenüber Interferon (52). Zu erwähnen ist auch, daß bei 518 Hochrisikopatienten für ein hepatozellulares Karzinom bei Interferon-a-behandlung nach einem Jahr Beobachtung kein einziger Fall maniscster Neoplasie gefunden wurde, während in einer Kontrollgruppe von 190 Patienten 10% maligne Neoplasien auftraten (106). Letztendlich konnten Uchibashi et al. zeigen, daß sich mit Interferon-a postoperative Rezidive von Robson Stadium I und II Nierenkarzinomen verhindern lassen. (165). Hingewiesen sei auch auf die noch unsicheren, aber dennoch interessanten Befunde von Corocleanu. 167 Patientinnen mit Mastopathie und/oder Fibroadenomatose der Mamma wurde mit einer Präparation aus Plazentasuspension und BCG behandelt. Alle Patienten erreichten eine komplette Remission,

in den meisten Fällen für die gesamte Beobachtungszeit von 12 Monaten (23).

- 6. Bisher wurde die potentielle Rolle des Immunsystems als Abwehrmechanismus dikutiert. Immunmodulatoren sind daneben offenbar auch Teil verschiedener Mechanismen, innerhalb der Antikarzinogenese, wie der Modulation von Enzymen die bei der Karzinogenaktivierung und -entgiftung eine Rolle spielen, oder der Genreparatur. Letztendlich können sie offenbar die Zellreplikation echt hemmen (29, 78). Durch Vakzination mit Tumorzellen, die mit zytokin-produzierenden, rekombinanten Vakzinevirus modifiziert waren, konnte die Entstehung von Mammakarzinomen bei Mäusen verhindert werden (118). Interferon ist in der Lage den Metabolismus und die Verfügbarkeit von Karzinogenen durch Hemmung der Bioaktivierung zu beeinflussen (55). So wurde gezeigt, daß murines Interferon-b die Mutagenität von 7,12-Dimethylbenzanthracen und Benzpyren in einem Keratinozytenassay hemmt (125). Bei Mäusen wurde eine positive Korrelation zwischen der Vorbehandlung mit a,b-Interferon und dem Schutz gegenüber Benzopyren-induzierter Klastogenität gefunden. Parallel zur Hemmung der hepatischen Benzpyren-Aktivierung durch Interferon, läßt sich ein signifikanter Rückgang der Karzinogen-induzierten Chromosomenbrüche zeigen (68, 69). Interferon ermöglichte eine Verzögerung der Karzinogenese durch 3-Methylcholantren (80, 131). DNS-Reparaturenzyme haben eine Schlüsselfunktion bei der Antikarzinogenese, indem sie DNS-Schäden verhindern oder reparieren. In verschiedenen Studien wurde eine Stimulierung der DNS Reparatur durch Immunregulatoren gezeigt (141, 142). Insgesamt stützen auch die verfügbaren Daten über Antikanzerogenese die Idee, daß Immunregulatoren brauchbare Kandidaten für zukünftige Forschung über eine Immunprävention bei Krebs sind.
- 7. Über Immunprävention des Krebses beim Menschen gibt es bisher nur wenige Studien. Jedoch wurden ermutigende Beobachtungen über Immunoprävention mit einem synthetischen Immunstimulator mitgeteilt, der an Probanden mit hohem beruflichen Krebsrisiko getestet wurde. (180). Außerordentlich interessant sind epidemiologische Daten über Immunoprävention mit Ginseng, einem in Korea weit verbreiteten Immunstimulator. Es wurde eine Kohorte von 4584 Personen im Alter von über vierzig Jahren interviewt. Ginseng-Nutzer hatten ein herabgesetztes

10.01001.00

Krebsrisiko (RR 0.41) im Vergleich zu nicht-Ginseng-Nutzern (143, 144). Das präventive Potential von Ginseng wurde auch in eine vergleichenden Studie über Nahrungsmittelzusätze und Magenkrebsrisiko nachgewiesen. Yoon (181) beschrieb für beide Gruppen, die ständigen und die temporären Ginseng-Nutzer, ein veringertes Krebsrisiko (95% CI) von 0.36 bzw. 0.34. Inzwischen gibt es erste Einblicke in den präventiven Mechanismus von Ginseng. Ein saures Polysaccharid, Ginsan, stimuliert LAK sowohl aus NK als auch aus T-Zellen durch endogene Zytokinbildung (79). Interferon wird in Präventivstudien kombiniert mit Retinoiden eingesetzt (24). Die vorliegenden Daten erlauben aber noch keine endgültigen Aussagen über diesen Weg der Chemoprävention.

Zusammenfassend erlauben diese Fakten die Schlußfolgerung, daß es eine gut gesicherte experimentelle Basis für die Immunprävention bösartiger Geschwülste gibt. Die bisher vorliegenden klinischen Ergebnisse zur Immuntherapie präneoplastischer Veränderungen stimmen gut mit den theoretischen Erwartungen überein. Allerdings kann die Berechtigung für die Einführung eines Verfahrens der Krebsprävention nicht allein von der zu erwartenden Wirksamkeit abgeleitet werden. Es müssen auch die toxikologischen Konsequenzen des Verfahrens bekannt und akzeptabel sein. In diesem Zusammenhang ist auf mögliche Risiken hinzuweisen. Für verschiedene Immunmodulatoren wurden adverse Effekte nachgewiesen (57, 58, 154). Die Suche nach nicht-toxischen Immunmodulatoren für die langzeitige präventive Anwendung beim Menschen sollte intensiviert werden.

Welche zukünftigen Schritte wären angezeigt und denkbar? Auf der vor nunmehr zwanzig Jahren organisierten Konferenz des National Cancer Institute der USA über "Präneoplasien und die Entwicklung invasiver Malignome" wurde eingeschätzt, daß "Präneoplasien kein sonderlich populäres Gebiet für die Krebsforschung sind. Die Methoden seien schwierig und es gäbe nur wenige Endpunkte und Kriterien zur Quantifizierung der Resultate". Dennoch wurde kein Zweifel daran gelassen, daß dieses Problem gelöst werden muß, bevor Erfolge in der Verhütung invasiver Neoplasien erreicht werden können (133). Leider hat sich die Situation in den vergangenen zwei Jahrzehnten nicht grundsätzlich verändert. Noch

immer konzentriert sich die Krebsforschung auf das Problem fortgeschrittener Neoplasien. Emotional ist das gut zu verstehen und dies entspricht auch den Wünschen der Pharmaindustrie, schnelle ökonomische Erfolge zu erreichen. Ungeachtet dessen scheint es an der Zeit, diese Strategie der Onkologie zu überdenken. Angezeigt sind insbesondere weitaus mehr Studien über Präneoplasien, die von ganz grundsätzlicher Bedeutung für die Entwicklung einer wirkungsvollen Krebsprävention sind (76, 89). Das Interferonsystem könnte ein zentraler Punkt in diesem Sinne sein (103). Interferon ist der Prototyp der Zytokine, einer ganzen Familie ähnlicher Substanzen mit immunregulativen Eigenschaften (58). Es ist gut bekannt, daß Interferon die Apoptose beeinflußt und eine Wirkung auf Gene hat, die bei der malignen Transformation wie auch der Angiogenese eine Rolle spielen (138).

7. Schlußfolgerungen

- 1. Aus den verfügbaren Daten muß abgeleitet werden, daß sowohl die globale Krebsinzidenz als auch die Krebsmortalität in den nächsten Jahrzehnten steigen werden. Dieser Anstieg ist dem Anwachsen der Weltbevölkerung, der weltweit steigenden Lebenserwartung und dem Wirken von Krebsrisikofaktoren zuzuschreiben. Die Bedeutung dieser drei Faktoren ist in Entwicklungsländern und Industrieländern verschieden, weshalb für beide Bereiche sehr unterschiedliche Bekämpfungsstrategien erforderlich sind.
- 2. In der Dritten Welt sind einerseits Hunger, verbunden mit Fehlernährung und Alkohol sowie Tabakabusus, andererseits mangelhafte Sexualhygiene die Hauptrisikofaktoren. Dort hat eine Verbesserung des Bildungsgrades der Bevölkerung zweifelsfrei den größten Effekt auf die Krebsinzidenz. Allerdings sind die ökonomischen und kulturellen Probleme, die dem entgegenstehen, noch immer enorm. Rasche Lösungen sind nicht abzusehen. Wesentlich scheint zu sein, daß wir unsere Rolle als Zuschauer ablegen und echte Partnerschaft entwickelt wird. Noch immer ist die Idee angernessener Krebsprävention in der Dritten Welt ein Traum. Aber wenn wir für Ideen etwas Konkretes tun, kann aus Träumen auch Wirklichkeit werden.

- 3. In den Industrieländern ist die hohe Krebsinzidenz eng mit dem Lebensstil in der Konsumgesellschaft verbunden. Dazu kommt das Wirken krebserregender Umweltfaktoren. Überzeugendere Anti-Krebs-Propaganda ist erforderlich. Dies betrifft insbesondere das Zigarettenrauchen. Allerdings sollten wir auch illusionäre Positionen verlassen und zu realistischeren Strategien kommen. Es ist Zeit für die intensivere Suche nach aktiver Krebsprävention und für Verzicht auf manche sinnlosen Appelle, den Lebensstil zu ändern. Die Menschen sind müde immer wieder zu hören, was sie alles nicht sollen. Sie wollen leben, wie sie möchten und erwarten von uns nicht Verbote sondern hilfreiche Angebote.
- 4. Immunprävention ist sicher eines der logischsten Konzepte zur Krebsverhütung. Bedauerlicherweise gibt es auf diesem Gebiet, sowohl im Bereich der Forschung, als auch hinsichtlich praktischer Anwendung, nur wenig Initiativen. Ein besseres Verständnis der initialen Schritte der Kanzerogenese und der langen, präneoplastischen Latenzphase, hinsichtlich der in dieser Zeit ablaufenden Tumor-Wirt-Beziehungen, sind die Voraussetzungen für erfolgreiche Immunprävention. Das Immunsytem ist eine sehr geeignete Körperfunktion, um in die präklinische Phase der Krebsentstehung einzugreifen. Zu tun ist nichts weiter, als die mit Sicherheit vorhandenen, aber unter Umständen nicht ausreichenden biologischen Mechanismen zur Aufrechterhaltung der biologischen Homeostase zu verstärken. Anstatt der wenig logischen Bemühungen zur Immuntherapie bösartiger Geschwülste, sind stärkere Aktivitäten zur Immunprävention anzuraten. Diese müssen neben der Betrachtung der Effizienz Studien zur Sicherheit und Compliance der Kandidaten einschließen. Dosis und Applikationsform für die einzelnen Immunpräventiva müssen festgelegt werden. Insgesamt stellt die Immunprävention des Krebses eine nachdrückliche Herausforderung für die Wissenschaft und die pharmazeutische Industrie im nächsten Jahrhundert dar.
- 5. Die ethischen Regeln für Forschung auf dem Gebiet der Krebsprävention sind derzeit noch wenig ausgereift. Ein intensiver Dialog über die Studienmethodik und die Grenzen der Forschung ist notwendig. Ohne Zweifel sind auch frühzeitige Kosten-Nutzen-Betrachtungen erforderlich.

Literatur

- I Aapro M. S.: Retinoids in Oncology. Eur. J. Cancer. 31A, 834-835, 1995.
- 2 Ali N. S., Khalil H. Z.: Cancer prevention and early detection among Egyptians. Cancer Nurs. 19, 104-111, 1996.
- 3 Allemand I., Grimber G., Komprobst M. et al.: Compensatory apoptosis in response to SV 40 large T antigen expression in the liver. Oncogen. 11/12, 2583-90, 1995
- 4 Anstey, A. V., Arlett, C. F., Cole, J., et al.: Long-term survival and preservation of natural killer cell activity in xeroderma pigmentosum patient with spontaneous regression and multiple deposits of malignant melanoma. Brit, J. Dermatol. 125, 272–278, 1991.
- 5 Ames B. N., Gold L. S.: Environmental pollution, pesticides, and the prevention of cancer: misconceptions. FASEB J. 11, 1041–1052, 1997.
- 6 Bailar J. C., Gornik H. L.: cancer undefeated. New Engl. J. Med. 336, 1569-1574, 1997.
- 7 Balkwill F. R., Fiers W. (ed): Biological Response Modifiers. Cancer Surveys, 8 (4), 1-927,1989.
- 8 Berkel H. J.: Progress against cancer...? J. La State Med. Sci. <u>147</u>, 449–457, 1995.
- 9 Bespalov, V. G., Troian, D. N. and Petrov, A. S. Inhibiting effect of thymogen on the development of tumours of the esophagus and forestomach induced by N-nitrososarcosine ethylester in rats, Eksp. Oncol. <u>11(4)</u>, 23–6, (1989)
- 10 Biasco G., Lipkin M., Minarini A., et al.: Proliferative and antigenic properties of rectal calls in patients with chronic ulcerative colitis. Cancer Res. 44, 5450-5454, 1984.
- 11 Bingham E., Rall D. P. Preventive strategies for living in a chemical world. Ann. N. Y. Acad. Sci. 837, 1997
- 12 Boccardo, F., Cannata, D, Rubagotti, A., et al.: Prophylaxis of superficial bladder cancer with mitomycin or interferon-alpha-2b. J. Clin. Oncol. <u>12(1)</u>, 7–13, 1994.
- 13 van der Bosch, J., Zirvi, K. A.: Growth state-specific responsiveness of primary cultures of a nude mouse-xenografted human colon carcinoma to 4'-deoxydoxorubicin and a crude human leucocyte alpha interferon preparation. Cancer Res. 42, 3789–3792, 1982.
- 14 Boyberg, D. H, Valdimarsdottir. B.: Familial cancer, emotional distress, and low natural cytotoxic activity in healthy women. Ann. Oncol. 4, 745-753,1993.
- 15 Boyle P., Chiesa F., Scully C.: Chemprevention and oral cancer- (more) trial and (more) tribulations. Eur. J. Cancer 31A, 1-2, 1995.
- 16 Boyle P.: European Cancer Experts recommendations for tobacco control. Ann. Oncol. 8, 9–13, 1997.
- 17 Boyle P.: Global burden of cancer. Lancet 349, SH 23-SH26, 1997.
- 18 Bradlow H. L., Osbom M. P., Veronesi U. (eds): Cancer prevention Ann. N. Y. Acad. Sci. 768, 1995.
- 19 Challis, G. B., Stam, H. J.: The spontaneous regression of cancer, Acta Oncologia. <u>29(5)</u>, 545–550, 1990.
- 20 Coggon D., Inskip H.: Is there an epidemic of cancer? BMJ 308, 705-708, 1994.
- 21 Colditz G. A., Willett W. C., Stampfer M. J., et al.: Parental age at birth and risk of breast cancer in daugthers: a prospective study among US women. Cancer Causes Control <u>2</u> Suppl. 1, 31–36, 1991.
- 22 Cole P., Sateren W.: The evolving picture of cancer in America. J. Natl. Cancer Inst. 87, 159–160, 1995.
- 23 Corocleanu M.; From hyperplasia to frank breast neoplasia, Carcinogenesis. Immunoprevention. Eur. J. Gyn. Oncol. 16, 307–309, 1995.

- 24 Costa A., Formelli F., Chiesa F., et al.: Prospects of chemoprevention of human cancers with synthetic retinoid fenretinide. Cancer Res. <u>54 (Suppl)</u>, 2032s–2037s, 1994.
- 25 Creasey, A. A., Bartholomew, J. C., Merigan, T.: Role of G0-G1 arrest in the inhibition of tumour cell growth by interferon, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 77, 1471-1474, 1980.
- 26 Cunnings S. R., Norton L., Eckert S., Grady D., Cauley J., Knickerbocker R., Bmlack D. M., Nickelsen T., Glusman J., Krueger K.: Raloxifen reduces the risk of breast cancer and may decrease the risk of endometrialk cancer in post-menopausal women. Two-year findings from the multiple outcomes of Raloxifen evaluation (MORE) trial. ASCO, 4 settembre 1998.
- 27 D'Aloysio D., Miliffi L., Iannicelli T., et al.: Intramuscular Interferon-beta treatment of cervical intraepithelial neoplasia II associated with human papilloma virus infection Acta Obstet. Gyn. Scand. 73(5), 420–424, 1994.
- 28 Decarli A., La Vecchia C.: Cancer mortality in Italy, 1992. Tumori 82, 511-518, 1996.
- 29 De Flora S, Ramel C.: Mechanisms of inhibitors of mutagenesis and carcinogenesis. Muta. Res. 202; 285–306, 1988.
- 30 De Flora S., D'Agostini F. D., Izzotti A., et al.: Chemoprevention studies with N-Acetylcysteine. Intern. Cancer Congress Symposia: 352, 1994.
- 31 Desai P. B.: Cancer control in the Asia Pacific region the next lap. Indian J. Med. Sci 50, 50-52, 1996.
- 32 Deutsche Welle Köln: 05.12.1997
- 33 Devesa S. S., Blot W. J., Stone B. J. et al.: Recent cancer trends in the United States. J. Nat. Cancer Inst. 87, 175–182, 1995
- 34 De Wys W. D., Costlow R. D., Malone W. F.: The National Cancer Institute's Cancer Prevention Research Program. J. Occup. Med. 28, 902–905, 1986.
- 35 Dieckmann, J.: Tagesspiegel, Berlin 25.01.1994
- 36 v. Dittfurth, H.: So laßt uns denn noch ein Apfelbäuemchen pflanzen. Es ist soweit. Rasch und Rohweg, Hamburg 1985
- 37 Doll R.: The lessons of life: keynote address to the nutrition and cancer conference, Cancer Res. <u>52</u>, 2024S–2029S, 1992.
- 38 Editorial: Cancer trends in Sweden until 2000. Acta Oncol. 35, 37-45, 1996.
- 39 Editorial; Tragic worsening of health indicators in the former Soviet Union. Ann. Oncol. 5 (8), 670-671, 1994.
- 40 Editorial. Tamoxifen in the carcinogen court: Much ado about nothing? Ann.Oncol. <u>7</u>, 327–328,1996.
- 41 Editorial: World bank's cure for donor fatigue. Lancet 342, 63-64. 1993.
- 42 Editorial: Increasing difficulties for oncology in developing countries, Ann. Oncol.; 2, 81, 1901
- 43 Editorial: Das Streiflicht, Süddeutsche Zeitung 05/06/1998
- 44 Elsasser-Beile U., Kleist S., Fischer R., et al.: Impaired cytokine production in whole blood cell cultures from patients with colorectal carcinoma as compared to benign colorectal tumours and controls. J. Clin. Lab. Anal. 6(5), 311–314,1992.
- 45 Fagerberg J, Rubio C, Gresser I., et al.: Interferon-a/b can impede development of carcinogen-induced squamous-cell tumours in the esophagus of C57B1 mice. Int. J. Cancer 62, 103–106, 1995.
- 46 Fisseler-Eckhoff A., Prebeg M., Voss B. et al.: Extracellular matrix in preneoplastic lesions and early cancer of the lung. Pathol. Res. Pract. <u>186</u>, 95-101, 1990.
- 47 Garfinkel L., Mushinski M.: Cancer incidence, mortality and survival: trends in four leading sites, Stat. Bull Metrop. Insur. Co. <u>75</u>, 19–27, 1994.

- 48 Garfinkel L; Boring C. C., heath C. W. jr.: Changing trends. An overview of breast cancer incidence and mortality. Cancer 74(1 Suppl) 222-227, 1994.
- 49 Garzetti, G. G., Clavattini, A.,Romanini, C., et al.: 1994) Interferon alpha 2b treatment of cervical intraepithelial neoplasia grade 2: Modulation of natural killer cells Gyn. Obst. Ivestig. 37, 204–209,1994.
- 50 Gasparian, M. G., Dzhagatspanian, N. G., Gevorkian R. A.: The experimental and clinical action of the interferon inducer Larifan. Vopr. Virusol. 36, 127-130, 1991.
- 51 Glomp I. Das Phänomen der unerwarteten Genesung. Deutsches Ärzteblatt <u>94</u>, C-1268–1269, 1997
- 52 Goepfert H., Sessions R. B., Gutterman J. U., Leucocyte interferon in patients with juvenile laryngeal papillomatosis. Ann. Otol. Laryngol. 19, 413–436, 1982.
- 53 v. Goethe J.W. Tasso 1790.
- 54 Graf H. W., Kieninger C. H.: Unsere Welt. Study of Club of Rome 1993.
- 55.Grander D., Sangfelt O., Erickson S.: How does interferon exert its cell growth inhibitory effect? Eur. J. Haematol. <u>59</u>, 129–135, 1997.
- 56 Greenberg D. S.: A sober anniversary of the "war on cancer" Lancet 338, 1582–1583, 1991.
- 57 Gresser I., Tovey M. G., Maury C.: Lethality of interferon preparations for new-born mice Nature 258, 76–78, 1975.
- 58 Gresser I.: Biologic effects of interferons. J. Invest. Dermatol. 95, 66S-71S, 1990.
- Gross G., Roussaki A., Papendick U.: Efficacy of Interferons on Bowenoid Papulosis and other Precancerous Lesions, J. Invest. Dermatol. <u>95(6)</u>, 1528–157S, 1990.
- 60 Gutterman J. U.; Biologic therapy of human cancer. Cancer Suppl, 906-908, 1992,
- 61 Hakama M.: Chemoprevention Research in Europe. Int. J. Cancer. Suppl. 19, 30-33, 1997.
- 62 Hakama M.: Chemoprevention of cancer. Acta Oncol. 37(3), 227-230, 1998.
- 63 Hammond W. G., Teplitz R. L., Benfield J. R.: Variable regression of experimental bronchial preneoplasia during carcinogenesis. J.Thorac.Cardiovasc.Surg. 101, 800–806, 1991
- 64 Hecht S. S., Staretz M. E., Trushin N.: Chemoprevention in lung cancer with isothiocyanates. Intern. Cancer Congress Symposia: 350, 1994.
- 65 Herberman R. B.: Cell-mediated immunity to tumour cells. Adv. Cancer Res. 19, 207–263, 1974.
- 66 Herr H. W.: Immunotherapy of bladder tumours. Uremia Investigation 8 (3&4), 257-261, 1984/85.
- 67 Hirose M., Futakuchi M., Ito N.: Chemoprevention of heterocyclic amine induced carcinogenesis by antioxydants. Intern. Cancer Congress Symposia: 354, 1994.
- 68 Hrelia P., Morotti M., Vigagni F. et al.: The modulating activity of interferon on benzo (a) pyrene bioactivation and clastogenesis in mice. Pharmacol. Toxicol. 74, 249–254, 1994.
- 69 Hrelia P., Tanneberger St.: Immunoprevention of cancer poses a challenge to pharmacological research. Pharmacol. Res. 35, 391–401, 1997.
- 70 Hong W. K, Sporn M. B. Recent advances in chemoprevention of cancer. Science <u>278</u> (<u>5340</u>), 1073–1077, 1997.
- 71 Hong W. K, Lippman S. M, Wolf G. T: Recent advances in head and neck cancer-larynx preservation and cancer chemoprevention. The seventeenth annual Richard and Hinda Rosenthal Foundation Award Lecture. Cancer Res. <u>53</u>, 5113–5120, 1993.
- 72 Holmberg L., Ekbom A., Calle E. et al.: Parental age and breast cancer mortality. Epidemiology 6/4, 425–427, 1995.
- 73 Huncharek M.; Exporting asbestos; Disease and policy in the developing world, J. Public. Health Policy 14, 51-65, 1993.

- 74 Janerich D. T., Hayden C. L., Thompson W. D., et al.: Epidemiological evidence of perinatal influence in the etiology of adult cancers. J. Clin. Epidemiol. 42/2, 151-157, 1989.
- 75 Jordan V. C.: What if tamoxifen (ICI 46, 474) had been found to produce rat liver tumours in 1973? A personal perspective. Ann. Oncol. 6, 29–35, 1995.
- 76 Kavanaugh D. Y., Carbone D. P.: Immunologic dysfunction in cancer. Hematology/Oncology clinics of North America 10, 927–941, 1996.
- 77 Kawade Y: Cytokine network in analogy to language. A general view of interferon research from a distance J. Interferon Res. Special Issue January 1991.
- 78 Kellof G. J., Boone C. W., Malone W.: Recent results in preclinical and clinical drug development of chemopreventive agents at the National Cancer Institut. In: Antimutagenesis and Anticarcinogenesis mechanisms III, Bronzetti H, Hyatsu S, De Flora S, Waters M. D., Shankel D. M. (eds.), New York Plenum Press; 373–386, 1993.
- 79 Kim KH, Lee YS, Jung IS, Park SY, Chung HY, Lee IR, Yun YS. Acidic polysaccharide from Panax ginseng, ginsan, induces Th1 cell and macrophage cytokines and generates LAK cells in synergy with rIL-2. Planta Med. 64(2), 110–115, 1998.
- 80 Kishada T., Toda S., Toida A., et al.: Effect del'interferon sur le cellule maligne de la souris. CR Soc Biol. 165, 1489–1492, 1971.
- 81 Klein, A. S., Shoham J.: Effect of the thymic factor thymostimulin (TP-1) on the survival rate of tumour-bearing mice. Cancer Res. 41, 3217-3221,1981.
- 82 Koo L. C.:Dict and lung cancer 20+ years later: more questions than answers. Int. J. Cancer Suppl. 19, 22-29, 1997.
- 83 Krishna Murti C. R.; Environmental cancer in the Indian context an overview. Indian J. Cancer 26, 102-114, 1989.
- 84 Lamm DL. BCG in perspective: Advances in the treatment of superficial bladder cancer. Eur. Urol. 27 Suppl. 1, 2–8, 1995.
- 85 Levi F., Te V. C., Randimbison L. et al.: Trends in cancer incidence and mortality in Vaud, Switzerland. Ann Oncol. 7, 497-504, 1996.
- 86 Lippman S. M., Heyman R. A., Kurie J. M., et al.: Retinoids and Chemoprevention: Clinical and basic studies. J. Cell Biochem. 58 Suppl. 22, 1-10, 1995.
- 87 Lotan R, Retinoids and their receptors in modulation of differentiation, development, and prevention of head and neck cancers. Anticancer Res. 16, 2415–2420, 1996.
- 88 Love R. R. :Tamoxifen chemoprevention: Public health goals, toxicities for all and benefits to a few. Ann. Oncol. 6, 127–128, 1995.
- 89 Lupulescu A. P.: Control of precancer cell transformation into cancer cells: its relevance to cancer prevention. Cancer Detect. Prev. 20, 634–637, 1996.
- 90 Mackay J. L.: The fight against tobacco in developing countries. Tuber.Lung. Dis. <u>75</u>, 8-24, 1994.
- 91 Magrath I., Litvak J.: Cancer in Developing Countries: Opportunity and Challenge. J. Natl. Cancer Inst. 85, 862–874, 1993.
- 92 Maltoni C., Soffritti, M., Davis W. (eds): The scientific basis of cancer chemoprevention. International Congress Series 1120. Excerpta Medica. Elsevier, Amsterdam, 1996.
- 93 Masironi R, Rothwell K.: Smoking trends and effects world-wide. World Health Stat. Q. 41, 228–241, 1988.
- 94 Mottlin C.: Chemoprevention: Will it work? Int.J. Cancer Suppl. 19, 18-21, 1997.
- 95 van der Meijden, A. P. M., Steerenberg, P. A., de Jong, W. H.: Intravesical Bacillus Calmette Guerin treatment for superficial bladder cancer: results after 15 years of experience. Anticancer Research, <u>11</u>, 1253–1258, 1990.

- 96 Meyskens F. L., Surwit E., Moon T. E. et al.; Enhancement of regression of cervocal intraepithelial neoplasia II with topically applied all-trans-retinoic acid: a randomized trial. J. Natl. Cancer Inst. 86, 539-543, 1994.
- 97 Miller F. R.: Intratumour immunologic heterogenity. Cancer Metastasis Rev. 1, 319–334, 1982.
- 98 Moll A. C., Imhof S. M., Kuik D. J. Bouter L. M. Den Otter W., Bezemer P. D., Koten J. W., Tan K. E.: High parental age is assoiated with sporadic hereditary retinoblastoma: the Dutch retinoblastom register 1862–1994.
- 99 Munoz N., Xavier Bosch F.: Cervical cancer and human papillomavirus: epidemiological evidence and perspectives for prevention. Salud Publica Mex. 39, 274–282, 1997.
- 100 Murray R. Asbestos: A chronology of its origin and health effects. Med.Lav. 82, 480-88, 1991.
- 101 Murray C, J., Lopez A. D. Mortality by cause for eight regions of the world: Global Burden of Disease Study. Lancet, 349, 1269–1276, 1997.
- 102 Murray C. J., Lopez A. D.: Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. Lancet <u>349</u>, 1436–1442, 1997
- 103 Murren J. R., Buzaid A. C.: The role of interferons in the treatment of malignant neoplasms. Yalc J. Biol. Med. 62, 271–290, 1989.
- 104 Negri E., La Vecchia C., Franceschi S. et al.: Patterns of mortality from major cancers in Europe. Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. 2, 531–536, 1994.
- 105 Olson J. M., Breslow N. E., Beckwith J. B.: Wilms tumour and parental age: A report from the national Wilm's tumour study. Brit. J. Cancer <u>67</u>, 813-818, 1993.
- 106Oon C.: Long-term survival following treatment of hepatocellular carcinoma in Singapore: Evaluation of Welferon in the prophylaxis of high-risk pre-cancerous conditions, Cancer Chemother. Pharmacol. 31 (Suppl), S137-42, 1992.
- 107 Oortmarsen G. J., Habbema J. D. F.: Epidemiological evidence for age-dependent regression of pre-invasive cervical cancer. Brit. J. Cancer <u>64</u>, 559–565, 1991.
- 108 Osborn M., Boyle P., Lipkin M.: Cancer prevention, Lancet 349, SII27-SII30, 1997
- 109 Osnengo G., Maina G., Gordini G.: Beta interferone intralesionala piu timopentina sistemica, valutazione su 35 CIN III a 2 VAIN III associate ad HPV, Minerva Ginecol. 42, 123–128, 1990.
- 110 Pannuti F.: Pensieri in libertà 199+1. 1990. Aula Gaggi Editore, Bologna
- 111 Papadimitrakopoulou V. A., Lippman S. M., Lee S. E., et al.: Long term follow-up of low-dose isotretinoin (13-cRA) versus beta carotene to prevent oral carcinogenesis. Proc. Amer. Soc. Clin. Oncol. 15, 172, 1996.
- 112 Parkin D. M.: Cancer in Developing countries. Cancer Surv. 19-20, 519-561, 1994.
- 113 Parkin D. M., Pisani P., Lopez A. D., et al.: At least one in seven cases of cancer is caused by smoking. Global estimates for 1985. Int. J. Cancer, 59, 494–504, 1994
- 114 Pastorino U.: Nutrition and chemoprevention controversies, Ann. Oncol. 4, 117-120, 1993.
- 115 Pearce N., Matos E., Boffetta P. et al.: Occupational exposures to carcinogens in developing countries. Ann. Acad. Med. Singapore 23, 684–689, 1994.
- 116Penn, I. Depressed immunity and the development of cancer. Clin. Exp. Immunol., 46, 459–474, 1981.
- 117 Penn I.: Secondary neoplams as a consequence of transplantation and cancer therapy. Cancer Detect. and Prevent. 12, 39-57, 1988.
- 118Peplinski G. R., Tsung K., Meko I. B. et al.: Prevention of murine breast cancer by vaccination with tumour cells modified by cytokine-producing recombinant vaccine virus. Ann. Surg. Oncol. 3, 15–23, 1996.

- 119 Pillai M. R., Balaram D., Kannan S.: Interferon activation of latent natural killer cells and alteration in kinetics of target cell lysis: Clinical implications for oral precancerous lesions. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. <u>70(4)</u>, 458–461, 1990.
- 120Pisani P., Parkin D. M., Ferley J.: Estimates of the world-wide mortality from eighteen major cancers in 1985. Implications for prevention and projections of future burden. Int. J. Cancer, <u>55</u>, 891–903, 1993.
- 121 Puligheddu P., Marcello C., Medda F.: Activity of Interferon b in Condylomata with dysplastic lesion of the Uterine cervix. Eur. J. Gyn. Oncol. <u>IX (2)</u>, 161–162, 1988.
- 122Raeburn J., Beaglehole R.: Health Promotion: can it redress the health effects of social disadvantage? Community Health Stud. 13, 289-293, 1989
- 123Reddy B. S., Chintsalapally Rao V., Jagveer Sing.: Chemoprevention in colon cancer. Intern. Cancer Congress. Symposia: <u>353</u>, 1994.
- 124 Reich R. B.: Niedrige Produktionskosten oder globale Ausbeutung. Handelsblatt, Köln, Nr. 118, 22.6.1994
- 125 Reiners J. J. jr., Crowe D., Mc Keown, et al.: Gamma interferon induction depresses murine hepatic promutagen/procarcinogen activation. Carcinogenesis 5, 125-128, 1984.
- 126 Richtsmeyer W.: Biologic modifiers and chemoprevention of cancer of the oral cavity. New, Engl. J. Med. 328, 58–59, 1993.
- 127 Robles S. C., White F., Peruga A.: Trends in cervical cancer mortality in the Americas. Bull. Pan. Am. Health Organ. 30, 290-301, 1996.
- 128 Rustin G. J. S., Kaye S. B., Williams C. W.: Response of differentiated but not anaplastic teratoma to interferon Br. J. Cancer 50, 611-616, 1984.
- 129 Ruidi C, Aihua D, Peyu B, Zhongru G, Huazao L., Shifeng S, Rui H, Shiping X. Chemoprevention of cancer of uterine cervix: a study on chemoprevention of retinamide II from cervical precancerous lesions. J. Cell Biochem. Suppl. 28–29, 140–143, 1997
- 130 Scully C.: Oral precancer: preventive and medical approaches to management. Eur. J. Cancer 31B, 16–26, 1995.
- 131 Salerno R. A., Whitmire C. E., Garcia I. M, et al.: Chemical carcinogenesis in mice inhibited by interferon. Nature <u>239</u>, 31–2, 1972.
- 132 Sato M., Yoshida H., Yanagawa T.: Therapeutic effect of human fibroblast interferon on premalignant lesions arising in oral mucosa. Int. J. Oral Surg. 14, 184-194, 1985.
- 133 Sporn M. B.: Symposium on Early Lesions and the Development of Epithelial Cancer. Cancer Res. 36, 2475–2706, 1976.
- 134 Stanley K., Stjernswaerd J.; Lung cancer in developed and developing countries. Cancer Treatment Res. 45, 1–14, 1989.
- 135 Stjernswaerd J., Koroltschuk V., Teoh N.: Palliative medicine a global perspective. In: Doyle D. Hanks G, Mc Donald G.(eds):Palliative medicine, Oxford University Press, 1992.
- 136Stanley K., Stjernswaerd J., Koroltschuk V.: Cancers of the stomach, lung and breast: mortality trends and control strategies. World Health Stat Q, 41, 107-114, 1988.
- 137 B. A. Eating to beat breast cancer: Potential role for soy supplements. Ann. Oncol. <u>8</u>, 223–227, 1997.
- 138 Strander H., Einhorn S.: Interferons and the tumour cell, Biotherapy 8, 213-218, 1996.
- 139 Stravoravdi P., Belinasis J., Dimopoulos T.: Ultrastructural and clinical study of the urothelium after interferon treatment. Fourth International Congress on Anticancer Chemotherapy, Paris, Feb. 2-5, 1993.
- 140 Sugerman P. B., Savage N. W., XU L. J., et al.: Heat shock protein expression in oral epithelial dysplasia and squamous cell carcinoma. Eur. J. Cancer 31 B, 63-67, 1995.

- 141 Suzuki N., Suzuki H., Kojima T., et al.: Effects of human interferon on cellular response to UV-sensitive human cell strains. Mutat.Res. 198, 207-214, 1988.
- 142Suzuki N.: Effects of human interferon-a o, UV induced DNA repair synthesis and cell killing. Mutat.Res. 175, 189–193, 1986.
- 143 Taik-Koo Yun, Soo Yong Choi: A case-control Study of Ginseng Intake and Cancer. Int.J.Epidemiol. 19, 871-876, 1990.
- 144Taik-Koo Yun, Soo-Yong Choi, Yun-Sil Lee: A cohort Study on Ginseng Intake and Cancer for Population over 40-years old in Ginseng production area, Kangwha-eup. Intern. Cancer Congress <u>PSPR2-33</u>, 1994.
- 145 Tanaka T., Kawamori T., Ohnishi M. et al.: Chemoprevention of 4-Nitroquinolin 1-Oxide-induced oral carcinogenesis by dietary proteatechuic acis during initiation and postinitiation phases. Cancer res. <u>54</u>, 2359–2365, 1994.
- 146Tanaka T., Makita H., Ohnishi M.,et al.: Chemoprevention of 4-nitroquinolin 1-oxide induced oral carcinogenesis by dietary curcumin and hesperidin: comparison with the protective effect of beta carotene. Cancer Res. 54, 4653-4659, 1994
- 147 Tanaka T., Makita H., Ohnishi M. et al.: Chemoprevention of 4-nitroquinolin 1-oxide induced oral carcinogenesis in rats by flavonoids diosmin and hesperidin, each alone and in combination. Cancer Res. 57, 246-252, 1997
- 148 Tanneberger St., Marinelli M.; unpublished.
- 149 Tanneberger St.: Timo, fattori timici e cancro. In: Robustelli della Cuna G. (ed): Progressi in Oncologia Clinica. EDIMES, Pavia, 1992.
- 150Tanneberger St., Pannuti F.: Disillusionments and Hopes in the Field of Biological Response Modifiers. Anticancer Res. <u>13</u>, 185-192, 1993.
- 151 Tanneberger St.: Interferone in der Krebsbehandlung: gestern, heute und morgen. Z.ärztl.Fortbild. 88, 381–392, 1994.
- 152Tanneberger St., Hrelia P.: Interferons in Precancer and Cancer Prevention: Where are we? J.Interferon and Cytokine Res. 16, 339–346, 1996.
- 153 Taylor-Papadimitriou J.: Effects of interferons on cell growth and function. In: I. Gessner(ed) Interferon, Vol. 2: 13-46, New York, Academic Press Inc., 1980.
- 154 Thestrup-Pedersen K., Esman V., Jensen I.R. et al.: Epstein-Barr-Virus induced lymphoproliferative disorder converting to fatal Burkitt-like lymphoma in a boy with interferon-inducible chromosomal defect. Lancet 2, 997-1002, 1980.
- 155 Tirelli U., Vaccher E., Zagonel V. et al.: Malignant tumours other than lymphoma and Kaposi's sarcoma in association with HIV infection. Cancer Detect. and Prevent. <u>12</u>, 267-272, 1988.
- 156 Tobias J. S., Mitra I.: Improving cancer care worldwide. Ann. Oncol. 4, 283-287, 1993.
- 157. Tognoni G.: North-South asymmetry. Ann. Oncol. 4, 7-8, 1993.
- 158Toma S., Palumbo R., Rosso R.: Results, toxicity and compliance in chemoprevention trials of head and neck cancer. Eur. J. Cancer Prev. 2, 63-68, 1994.
- 159Tomatis L.: The contribution of the IACR monographs program to the identification of cancer risk factors. Ann. N. Y. Acad. Sci. <u>534</u>, 31–38, 1988.
- 160 Tomatis R. (Ed.): Cancer: Causes, occurrence and control. IARC Scientific Publications N.100, Lyon, 1990.
- 161 Tomatis L.: Socio-economic factors and human cancer. Int.J.Cancer 62, 121-125, 1995.
- 162Tomazic V. J., Sacasa C. R., Loftus A.: Thymic factor induced reduction of pulmonary metastasis in mice with FSA-fibrosarcoma. Clin. Exp. Metastasis 6, 17–25, 1988.
- 163 United nations Children's Fund. The state of the world's children 1989. New York. Published for UNICEF by the Oxford University Press, 1989

- 164 Urata M., Yoshida H., Yanagawa T.: Interferon activity and its characterisation in the sera of patients with premalignant lesions arising in oral mucosa. Int. J. Oral Maxillofac. Surg. 15, 134-147, 1986.
- 165 Uchibayashi T., Koshida K., Nagano K.: Effects of prophylactic use of alpha interferon for patients with renal cancer. Int. J. Oncol. 4/5, 1111-1114, 1994.
- 166USA Congress Informations 1997
- 167 Vainio H., Matos E., Bofetta P. et al.: Occupational Cancer in developing and newly industrialised countries. Ann. Acad. Med. Singapore 22 (2), 170–181, 1993.
- 168 Vanchieri C.: WHO trying to slow tabacco-related deaths in developing countries. J. Natl. Cancer Inst. 84, 1689–1690, 1992.
- 169 Vorontsova A. L., Garina G. B., Kudriavets I. I.: The cellular sensitivity of the primary tumour and its metastasis in breast cancer patients to cytostatics. IF and TNF. Vopr. Oncol., 35(11), 1315–18, 1989.
- 170 Wang P., Cong S., Dong X., et al.: A genetic study of human interferon-a-induced repair of DNA damage in bepatitis B patients. Muta. Res. 262, 125-128, 1991.
- 171 Wei W. Z., Fulton A., Winkelhake J.: Correlation of Natural Killer Activity with Tumourigenesis of prencoplastic mouse mammary lesion. Cancer Res. 49, 2709–2715, 1989.
- 172 Weinstein I. B.: Cancer Prevention: Recent Progress and Future Opportunities. Cancer Res. (Suppl) 51, 580S-585S, 1991.
- 173 White C. W., Sondheimer H. M., Wilson H.: Treatment of pulmonary hemangiomatosis with recombinant interferon-alpha 2a, N. Engl. J. Med. 320, 1197–1200, 1989.
- 174 WHO; Health for all; how its looks now. World Health Forum 14, 333-346, 1993.
- 175 WHO: The World Health Report 1997. World Health Organisation, Geneva, 1997
- 176 Wilkes G., Freeman H., Prout M.: Cancer and poverty: breaking the cycle. Semin. Oncol. Nurs. 10, 79–88, 1994.
- 177 Willett W.: Who is susceptible to cancers of the breast, colon, and prostate? In: Bradlow H. L., Osborn M. P., Veronesi U. (eds), Cancer prevention. Ann. N. Y. Acad. Sci. 768, 1995
- 178 Williams R. D.: Intravesical Interferon-a in the treatment of superficial bladder cancer. Sem. Oncol. <u>15(5)</u>, 10–13, 1988.
- 179 Wustrow T. P. U., Mahnke C. G.; Causes of immunosuppression in squamous cell carcinoma of the head and neck. Anticancer Res. 16, 2433–2468, 1996.
- 180 Yamakido M., Ishioka S., Yanagida J. et al.: The prevention of cancers in man with a biological response modifier. J. Cancer Res. Clin. Oncol. <u>116</u>, 84, 1990.
- 181 Yoon-Ok Ahn; Diet and Stomach Cancer in Korea, Int.J.Cancer, Suppl.10, 7-9, 1997
- 182 Yron I., Schickler M., Pinkas H., et al.: The immune system during the pre-cancer and the early cancer period. IL-2 production by PBL from post-menopausal women with and without endometrial carcinoma. Int.J. Cancer. 38, 331-338, 1986.
- 183Zaman: Bangladesh Afforestation Society for Better Environment & Ecology (BAS-BEE), Constitution 1993
- 184Zarcone R., Cardone G., Addonizio D.: Therapeutic scheme for treatment of HPV infection through use of alpha interferon as intramuscular injection. Our experience in preneoplastic pathology of uterine cervix associated to cytopathic effect of virus. Minerva Ginecol. 44, 193–19, 1992.
- 185Zasukina G. D., Sinelchikova T. A., Vasilieva I. R., et al.: An approach to modification of the repair activity in cukariotic cells by biological factors. Mutat. Res. <u>81</u>, 123–132, 1981.
- 186Zhang Y., Cupples L. A., Rosenberg L.: Parental age at birth in relation to daughter's risk of breast cancer among female participants in the Framingham Study. Cancer Causes Control 6/1,23-29, 1995

Hans-Joachim Pohl

Miniaturisierter 3 μ m-Laserkonverter für medizinische Anwendungen*

Die vorgetragenen Ergebnisse beruhen auf der gemeinsamen Arbeit mit dem Institut für Lasermedizin und Meßtechnik an der Universität Ulm (Prof. Dr. Steiner), dem Staatlichen Optischen Institut GOI "Vavilov" St. Petersburg (Dr. Mironov, Dr. Somz u.a.), und der Fa. Layertec Mellingen in Thüringen (DI Heyer). Die Arbeiten wurden gefördert vom International Science and Technology Center Moscow und vom BMBF/VDI-Projektträger Düsseldorf (Dr. H. Junge).

Ausgehend von dem gegenwärtigen Stand der Anwendung der Laser in der Medizin-Therapie, speziell in der Ablationstechnik (Abtrag von Gewebe) in Ophtalmologie, Stomatologie, Orthorhinologie, Dermatologie, Orthopädie, Kardiologie u. a. werden die Probleme auf der Basis von Excimer-Lasern mit Quarzfasern zum Transport der UV-Laserimpulse und von YAG:Er-Lasern mit Spiegel-System oder Zirkon-Fluorid-Glasfasern zum Transport der 3 µm-Laserimpulse dargestellt.

Der im folgenden dargelegte weiterführende Ansatz besteht aus einem Pumplaser im Bereich 1 µm, metatallisierter Quarzfaser und einem Konverterlaser, der 2,94 µm-Impulse generiert.

Unter Nutzung experimenteller laserspektroskopischer Erkenntnisse an Ytterbium-, Dysprosium- und Holmium-Atomen in verschiedenen Wirtskristallen, insbesondere in binären Fluoriden mit Holmiumanteil und Praseodym-Dotierung wurden nach Modellrechnungen und experimentellen Untersuchungen für die optimale Zusammensetzung der Laserkonverterkristalle, das thermische Verhalten, die Zerstörschwelle und die Krümmungsmöglichkeit der verwendeten Fasern, neue Laserkonvertersysteme für externe Anwendungen konzipiert. Realisiert wurde ein Laser-

^{*} Resümee zum Vortrag in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 15. Mai 1997

konverter mit 500 mJ pro Impuls und Impulsfolgefrequenz von 5 Hz bei einem Gesamtleistungsbedarf von 700 Watt, sowie ein extrem miniaturisierter Impulslaser von 2 mm Gesamtdurchmesser, 20 mm Länge, 40 mJ/Impuls bei 5 Hz Impulsfolgefrequenz.

Gegenüber z. Zt. eingeführten Systemen wurden damit folgende Fortschritte erreicht: Erhöhung der Energieeffektivität um den Faktor 3, Verkleinerung der äußeren Abmessungen bis zum 300-fachen, Erhöhung des Verhältnisses von Leistung zu Volumen um den Faktor 100, Kostensenkung um den Faktor 2 gegenüber der 3 µm-Technologie und um den Faktor 10 gegenüber der Excimer-Technologie. Dies zeigt, welchen Nutzen physikalische Grundlagenergebnisse für praxisrelevante Aufgaben bringen können.

Dietrich Spänkuch, Elena Schulz

Zum Impakt von Vulkaneruptionen auf das atmosphärische Ozon*

Summary

After a short review about recent findings on heterogeneous ozone chemistry the impact of volcanic eruptions on atmospheric ozone is estimated by comparing total ozone measurements at Potsdam with linear multiple regression estimates. The post El Chichón and Pinatubo ozone deficit was assessed to 14 and 19 Dobson units, respectively, corresponding to a chemical ozone sink of $3.8 \cdot 10^{17}$ and $5.1 \cdot 10^{17}$ ozone molecules/cm², respectively.

Total column ozone has declined at Potsdam already since 1958.

1. Einleitung

Mitte Juni 1991 schleuderte der Vulkan Mount Pinatubo auf den Philippinen bei 15.1° N, 120.4° E 15 bis 30 Megatonnen Schwefeldioxid in die Stratosphäre (*Bluth* u. a. 1992). Im Verlaufe etwa eines Monats bildete sich das SO₂ in Sulfataerosol um und erhöhte den stratosphärischen Aerosolgehalt von etwa 1 Tg auf nahezu 30 Tg (*Mc Cormick* und *Veiga* 1992). In den nachfolgenden Wintern der Sommerhemisphäre 1991/92 und insbesondere 1992/93 wurden die bisher niedrigsten Säulengehalte des atmosphärischen Ozons registriert (*Bojkov* u. a. 1993, *Gleason* u. a. 1993, *Kerr* u. a. 1993, *Herman* und *Larko* 1994, *Komhyr* u. a. 1994). War die Atmosphäre aus dem Gleichgewicht geraten? Blieb das Ozonloch Antarktikas nicht mehr auf die Antarktis bzw. auf die Polargebiete beschränkt, sondern

Wissenschaftliche Mitteilung in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 18. Februar 1999

bestand die Gefahr eines globalen Phänomens? Welche Prozesse waren für diese, in diesem Ausmaß noch nie beobachtete Ozonabnahme von 8 bis 10% verantwortlich?

Bei den Versuchen zur Erklärung des drastischen Ozonschwunds über Antarktika, allgemein als antarktisches Ozonloch bezeichnet, hatte es sich gezeigt, daß Prozesse der Gasphasenchemie allein das Phänomen nicht erklären konnten. Erst die Hinzunahme heterogener Prozesse, die sich an den Eisteilchen der polaren stratosphärischen Wolken abspielen, führte zu befriedigender Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen und Modellvorstellungen. Es war daher naheliegend, auch für diese, nicht auf die Polargebiete beschränkte drastische Ozonabnahme heterogene chemische Prozesse an den Aerosolpartikeln als Ursache anzunehmen.

2. Heterogene Chemie am stratosphärischen Aerosol

Das stratosphärische Aerosol besteht vorwiegend aus wässriger Schwefelsäure und befindet sich zum größten Teil zwischen 20 und 25 km Höhe. In ungestörten Zeiten wird die Partikelbildung durch den Vertikaltransport von Quellengasen, insbesondere von COS angetrieben. Bei Temperaturen unter etwa 205 K können beträchtliche Mengen HNO3 aufgenommen werden, wobei die Tröpfchen gelegentlich gefrieren. Die heterogenen chemischen Reaktionen am stratosphärischen Aerosol sind im wesentlichen dieselben, die auch an polaren Wolken auftreten. Sie sind nach WMO (1994) in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1. Heterogene Reaktionsraten an polaren stratosphärischen Wolken (PSC) und Sulfataerosolpartikeln (nach WMO 1994, Rodriguez u. a. 1994 und Solomon et al. 1997): Die Reaktionen sind zum Teil von der relativen Feuchte (rF) oder vom Prozentgehalt der Schwefelsäurepartikel abhängig. (p) bedeutet Substanz an Partikeloberfläche.

Reaktion	PSC	Sulfataerosol		
	Wassereis (PSC Typ II)	HNO ₃ -Hydrate (PSC Typ I)	unterkühlte Tröpfehen	Eis
(2) CiONO ₂ + $H_2O(p) \rightarrow HOC1 + HNO_3$	schnell	langsam	f (% H ₂ SO ₄)	langsam
(3) $CIONO_2 + HCl(p) \rightarrow Cl_2 + HNO_3$	schnell, f (rF)	schnell, f (rF)	f (% H ₂ SO ₄)	schnell, f(rF)
(4) HOCl + HCl (p) \rightarrow Cl ₂ + H ₂ O	schnell, f (rF)	schnell, f (rF)	$f(\%H_2SO_4)$	schnell, f(rF)
(5) $N_2O_5 + HCl(p) \rightarrow CINO_2 + HNO_3$	langsam (?)	langsam (?)	langsam (?)	langsam (?)
(6) CINO ₃ + H_2O (p) \rightarrow HOCI + HNO ₃			schnell	
(7) HOBr + HCl (p) → H ₂ O + BrCl				

Es sei hier nur angemerkt, daß obige Reaktionen sich auch an den Oberflächen troposphärischer Eiswolken (Cirren) abspielen (Borrmann u. a. 1996, Solomom u. a. 1997). Die dadurch hervorgerufenen Ozonverluste betragen zwar nur etwa 1 bis 1,5% bezogen auf den Gesamtozongehalt, sind aber wegen des allgemein niedrigen Ozongehalts in dieser Höhenregion für den Strahlungshaushalt der Atmosphäre und somit für den Treibhauseffekt durchaus von Bedeutung. Der Treibhauseffekt von Ozon ist selbst vom Vorzeichen her (Erwärmung oder Abkühlung als Resultat von Ozonänderungen) unsicher und nicht nur von Änderungen des Gesamtsäulengehalts, sondern auch von seiner vertikalen Verteilung abhängig. Ozonabnahme in der Stratosphäre und in der Troposphäre sind in ihrer Strahlungswirksamkeit entgegengesetzt. Theoretische Abschätzungen ergaben einen leicht positiven Effekt gegenüber der vorindustriellen Ära, wegen der geringen troposphärischen Ozonänderung seit 1980 einen leicht negativen Effekt nach 1980 (WMO 1995).

Zurück zu den heterogenen Reaktionen.

Der Nettoeffekt dieser Reaktionen ist zunächst wie folgt:

- Relativ langlebige Chlorverbindungen (HCl, ClONO₂, HOCl) werden in kurzlebiges Cl₂ verwandelt, das in der sonnenbeleuchteten Atmosphäre innerhalb von Sekunden photolytisch zerfällt und Ozonmoleküle attackiert.
- 2) Die Konzentration ozonzerstörender Stickoxide wird reduziert und

weniger reaktionsfreudiges HNO₃ gebildet, das bei Photolyse zu einer beträchtlichen Quelle reaktiver Wasserstoffradikale (HO_x) wird.

Als Resultat von 1) und 2) ergibt sich eine Gewichtsverlagerung der einzelnen katalytischen ozonzerstörenden Reaktionszyklen. Unter Einbeziehung heterogener chemischer Reaktionen nimmt die Bedeutung der NOx-Chemie ab und die der ClOx- und HOx -Chemie zu (Prather 1992). Mit wechselndem Aeroschgehalt ergibt sich aus dieser Gewichtsverlagerung auch eine Umverteilung der Ozonkonzentration mit der Höhe (Fahey u. a. 1993, Rodriguez u. a. 1994). Mit zunehmendem Aerosolgehalt wird wegen abnehmender Wirksamkeit der NOx-Chemie die Ozonkonzentration in der mittleren Stratosphäre erhöht und in der unteren Stratosphäre, wo die Ozonzerstörung im wesentlichen durch ClOx- und HOx-Radikale verursacht ist, dezimiert (Tie und Brasseur, 1995). Aus dem eben beschriebenen Sachverhalt ergibt sich eine weitere Konsequenz, nämlich die Neubewertung des Einflusses des Überschallflugverkehrs auf das atmosphärische Ozon. Danach sind nicht die NOx-Emissionen des angenommenen Überschallflugverkehrs kritisch für eine zusätzliche Ozonabnahme (Fahey u. a., 1993), sondern die Emission von Schwefeldioxid, das durch homogene Keimbildung kleine Sulfatpartikeln in der Abgasfahne erzeugen kann (Weisenstein u. a. 1996).

Reaktion (1) von Tabelle 1, die Hydrolyse von Distickstoffpentoxid, N_2O_5 , läuft sehr schnell und für stratosphärische Temperaturen und Feuchten nahezu temperaturunabhängig ab. N_2O_5 wird vorwiegend nachts aus $NO_2 + NO_3$ gebildet mit einer Bildungsrate, die quadratisch mit dem verfügbaren NO_x abnimmt und die Konzentration von N_2O_5 bestimmt. Mit Zunahme an verfügbarer Aerosoloberfläche kommt es zu einer Sättigung von Reaktion (1). In der ungestörten, nicht mit Vulkanaerosol angereicherten Stratosphäre ist die Reaktion noch nicht gesättigt.

Die Hydrolyse von ClONO₂ (Reaktion 2) ist im Gegensatz zu Reaktion (1) stark von der Aerosolzusammensetzung abhängig. Je wässriger die Säurelösung, desto schneller erfolgt die Reaktion (*Hanson* u. a. 1994), resultierend in einer Reaktionswahrscheinlichkeit, die exponentiell mit abnehmender Temperatur zunimmt und effektiv nur in kalten Luftmassen ist.

Die Reaktionen mit HCl sind komplexe Prozesse, die die Aufnahme

von HCl auf den Partikeln und nachfolgende Reaktionen mit Gasen einschließen. Auch diese Reaktionen sind am Sulfataerosol stark temperaturabhängig.

Die starke Temperaturabhängigkeit der heterogenen Prozesse führte dazu, daß trotz geringeren Aerosolgehalts 1992 im um 6 bis 8° C kälteren Winter 1992/93 die Ozonabnahme um 3 bis 6% größer war als im Winter 1991/92 (*Tie* u. a. 1997). Nach *Pitari* und *Rizi* (1993) können die Reaktionsraten um mehr als eine Größenordnung differieren, wenn mit zonalen Mitteltemperaturen an Stelle aktueller Temperaturwerte gerechnet wird.

Die Chlor- und Bromverbindungen von Tabelle 1 sind überwiegend Nachfolgepunkte der FCKW und damit anthropogenen Ursprungs. In der vorindustriellen Ära waren daher nur die Reaktionen (1) und (5) von Tabelle 1 wirksam. Wegen des Sättigungseffekts von Reaktion (1) hatte in der vorindustriellen Ära die Stärke der Vulkaneruption daher keinen Einfluß auf die Größe der Ozonänderung. Berechnungen von Tie und Brasseur (1995) zeigen auch, daß in der vorindustriellen Zeit nach Vulkaneruptionen Ozonzunahme als Resultat der Reduktion der Wirksamkeit des ozonzerstörenden NOx-Zyklus an Stelle von Ozonabnahme auftritt. Dieser Effekt kehrt sich erst mit zunehmendem atmosphärischen Chlorgehalt um und ist auch nur auf etwa 30 Jahre von 1990 bis etwa 2010 mit stärkster potentieller Ozonabnahme in den 90er Jahren beschränkt. Danach sollte nach Vulkaneruptionen wieder eine Ozonzunahme auftreten, und zwar nicht nur, weil der atmosphärische Chlorgehalt infolge von internationalen Vereinbarungen über die Reduktion des FCKW-Verbrauchs abnimmt, sondern insbesondere auch durch die Zunahme von Methan in der Atmosphäre, das reaktive Chlorsubstanzen (Cl und ClO) in stabiles HCl überführt.

3. Abschätzung der chemischen Ozonsenke

Vulkaneruptionen stören nicht nur das chemische Gleichgewicht der Atmosphäre, sondern haben auch Auswirkungen auf den atmosphärischen Strahlungshaushalt und die atmosphärische Dynamik. Die in der Einleitung zitierten Messungen konstatierten den summarischen Effekt des Mt. Pinatubo auf die Ozonabnahme. Es ist aber durchaus von Interesse,

EMENINE E

den allein durch chemische Prozesse verursachten Ozonverlust abzuschätzen, auch wenn durch die starke Temperaturabhängigkeit der chemischen Reaktionen eine enge Kopplung aller Aspekte vorhanden ist. Eine Möglichkeit, diese Abschätzung vorzunehmen, besteht darin, enge statistische Beziehungen zwischen dem Gesamtozongehalt und meteorologischen Parametern zu benutzen wie sie auch bei der Prognose des Gesamtozongehalts verwendet werden (z. B. Spänkuch und Schulz 1995). Das statistische Vorhersageverfahren besitzt im Mittel für einen Tageswert eine Genauigkeit von 10 bis 12 Dobsoneinheiten (DU)¹ entsprechend 3 bis 4%, verwendet allerdings als einen Prediktor den Gesamtozongehalt des Vortages. Ohne den Gesamtozongehalt als Prediktor und nur von Temperaturwerten in verschiedenen Höhen als Prediktoren ergibt eine sehr vorsichtige Abschätzung für Monatsmittelwerte eine Unsicherheit von maximal ± 4 DU.

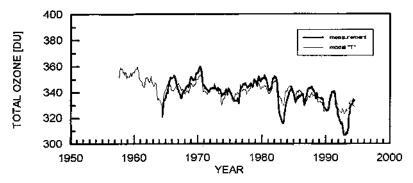
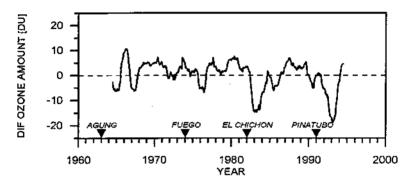


Abb. 1 vergleicht die langjährigen (seit 1964) sorgfältig evaluierten Messungen des Gesamtozongehalts von Potsdam (*Spänkuch* u. a. 1999) mit der statistischen Schätzung. Gezeichnet sind übergreifend geglättete Monatsmittelwerte zwecks Eliminierung des Jahresgangs. Die i. a. gute Übereinstimmung beider Kurven ermutigte zu einer Extrapolation der Schätzung bis 1958, die zumindest für Potsdam bereits seit dieser Zeit auf eine Ozonabnahme hindeutet. In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, daß bis etwa Mitte der 70er Jahre (z. B. Komhyr u. a. 1971, London

Eine Dobsoneinheit entspricht 2,1415 mg Ozon/cm2 oder 2,6868x1016 Teilchen/cm2.
 Unter Normalbedingungen ist 1 DU einer Ozonschichtdicke von 0,01 mm äquivalent.

und Kelly 1974) Diskussionen über eine Ozonzunahme einen breiten Raum einnahmen. Abb. 1 zeigt besonders große Differenzen mit weniger gemessenem als geschätztem Ozon nach 1982, dem Ausbruch des El Chichón in Mexiko, und nach 1992, dem Ausbruch des Mt. Pinatubo. Für diese Zeiten gibt aber auch die Schätzung einen Ozoneinbruch, der nach dem El Chichón-Ausbruch stärker ausgeprägt ist als nach der Mt. Pinatubo-Eruption, und besonders stark nach dem Ausbruch des Agung im März 1963. Die Differenz zwischen Schätzung und Messung zeigt Abb. 2.



in der auch die stärkeren Vulkaneruptionen dieser Zeit angegeben sind. Abb. 2 stützt zunächst die Aussagen von *Tie* und *Brasseur* (1995), daß chemisch bedingte Ozonabnahme nach Vulkanausbrüchen auf den Zeitraum nach etwa 1980 beschränkt sein sollte. Die starke Ozonabnahme nach dem Ausbruch des Agung, bei dem ebenfalls wie nach Mt. Pinatubo eine etwa 30 fache Erhöhung der stratosphärischen Partikelmasse festgestellt wurde, wird in dieser Größenordnung auch geschätzt und verweist damit auf überwiegend meteorologische Ursachen. Aus Abb. 2 ergibt sich für El Chichón ein Ozondefizit von -14 DU und für Mt. Pinatubo von -19 DU.

Wenn man annimmt, daß alle anderen Faktoren, die außer Vulkanausbrüchen Einfluß auf das atmosphärische Ozon haben, indirekt in den statistischen Beziehungen durch die verwendeten Prediktoren enthalten sind, ergibt sich als chemische Ozonsenke 3,8 · 10¹⁷, gemittelt über mehrere Monate, Ozonmoleküle/cm² für El Chichón und 5,1 · 10¹⁷ Ozonmoleküle/cm² für Mt. Pinatubo. Zu ähnlichen Werten kamen auch Wege und Claude (1997) unter Verwendung einer Einfachkorrelation zwischen Gesamtozongehalt und der Dicke der Schicht 300 bis 850 hPa für Hohenpeißenberg, die die troposphärische Mitteltemperatur repräsentiert. Ihre Schätzung lautet -10 DU für Frühjahr 1983 und -20 DU für Frühjahr 1992.

4. Diskussion

Wohl in keinen anderen natürlichen Kreislauf hat die Menschheit so gravierend eingegriffen wie in den atmosphärischen Ozonkreislauf.

Modellrechnungen des Ozonzyklus benötigen eine Vielzahl von Parametern, meteorologische, kinetische, luftchemische und mikrophysikalische, deren umfassende Verfügbarkeit nur schwer zu realisieren sein dürfte. Dem Monitoring des Endprodukts, dem Ozon, kommt daher eine entscheidende Rolle zu.

Die Ozonosphäre ist das Resultat eines hochempfindlichen Gleichgewichts ozonbildender und ozonzerstörender Prozesse, das durch natürliche (u. a. quasi-zweijährige Schwankung, Vulkan-, Sonneneruptionen) wie anthropogene Ursachen ständig angeregt wird. Eine unglückliche Kombination verschiedener Ursachen kann, wie insbesondere nach dem Ausbruch des Mt. Pinatubo geschehen, zu einem verstärkten Ozonabbau führen. Die Geschichte der Erforschung des atmosphärischen Ozons war nicht frei von Überraschungen, wobei die Entdeckung des arktischen Ozonlochs vielleicht die spektakulärste war. Auch zukünftig können derartige Überraschungen nicht ausgeschlossen werden.

5. Zusammenfassung

Nach einem kurzen Überblick über neue Erkenntnisse zur heterogenen Ozonchemie wird durch Vergleich von gemessenem Gesamtozongehalt über Potsdam mit statistischen Schätzungen auf der Basis linearer multipler Regressionen der Einfluß von Vulkaneruptionen auf die Ozonosphäre abgeschätzt. Nach El Chichón und Pinatubo wird ein Defizit an Gesamtozon von 14 bzw. 19 Dobsoneinheiten gefunden entsprechend einer chemischen Ozonsenke von 3,8x10¹⁷ bzw. 5,1x10¹⁷ Ozonmolekülen/cm².

Wolfgang Böhme

Anwendung der Methode der Ensemblevorhersage bei komplexen dynamischen Systemen auf statistische Verfahren*

- (1) Im Leben, in der Praxis, werden von der Wissenschaft häufig Aussagen über das zukünftige Verhalten (über die zu erwartenden zukünftigen Zustände) von komplexen dynamischen (also nicht-linearen) Systemen erwartet (z. B. Gassmann, 1991). Das beschränkt sich, wie ich ausdrücklich bemerken möchte und weswegen ich diese Mitteilung hier in der Leibniz-Sozietät vortrage, durchaus nicht auf die Atmosphäre oder das Klimasystem, sondern betrifft natürliche Systeme aller Art einschließlich der Lebewesen und selbstverständlich auch Wirtschaft und Gesellschaft.
- (2) Solche komplexen dynamischen Systeme können deterministisches Chaos und damit eine begrenzte Vorhersagbarkeit zeigen, d. h. sie können mit sehr großen Zustandsänderungen auf sehr kleine Änderungen der Anfangswerte (oder auch der Vorgeschichte), der Modellcharakteristika und der Numerik (u. a. Zeitschritte, Gitterweite, Abrundungen) reagieren. E. A. Lorenz hatte bereits 1984 an einem relativ einfachen nichtlinearen System gezeigt, daß sich diese verschiedenartigen kleinen Modifikationen gleichartig auswirken; das belegt auch die von mir hierzu angefertigte Darstellung Abb. 1 (aus W. Böhme, 1986, in modifizierter Form mit den nicht geglätteten Werten übernommen).
- (3) Wie kann man sich helfen, diese Abhängigkeit der Lösungen z. B. von den Anfangszuständen des Systems besser zu berücksichtigen? Zumindestens die in der Wettervorhersage über einen Scale von 5–10 Tagen gewonnenen Erfahrungen haben gezeigt, daß ein Ensemble von Lösungen, die sich durch leicht variierte Anfangsbedingungen voneinander unterscheiden, dazu verhilft, im Mittel die Wirklichkeit (d. h. die wirkliche Entwicklung) etwas besser zu erfassen (z. B. Ehrendorfer, 1997). Insbeson-

Kurze wissenschaftliche Mitteilung, vorgetragen in der Klasse Naturwisenschaften der Leibniz-Sozietät am 18. März 1999

.....

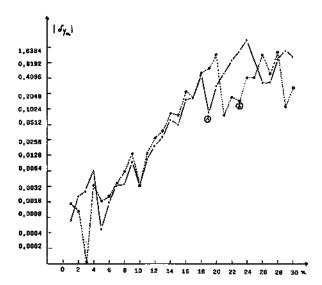


Abb. 1: Größe der Abweichung $|\delta y_n|$ gegenüber dem ursprünglichen Wert von y_n bei einer Variation (1) im Anfangswert y_o bzw. (2) im physikalischen Parameter a bei numerischer Berechnung der Funktion

$$y_{n+1} = ay_n - y_n^2;$$
 $y_o = 1,5000,$ $a = 3,7500$
(1) $y_o = 1,5000,$ $a = 3,7510$
(2) $y_o = 1,5010,$ $a = 3,7500$

dere Balzer und Emmrich, 1995, und Chr. Ziehmann, 1998, haben darauf hingewiesen sowie Erfahrungen im Meteorologischen Dienst der DDR seit den 70er Jahren (Balzer et al., 1998) haben deutlich gemacht, daß es noch günstiger ist, Ensembles von Vorhersagen zu bilden, die von unterschiedlichen Modellen oder von einer Mischung von Aussagen von numerischen und statistischen Modellen bzw. Verfahren stammen.

(4) Es wurde verschiedentlich schon hervorgehoben (u. a. Böhme, 1964, und Kluge, 1991), daß stochastische/statistische und deterministische numerische Vorhersagen vom Prinzip her gleichberechtigt sind. Auch aus diesem Grunde liegt es nahe, eine Ensembletechnik auch für statistische Aussagen zu entwickeln und anzuwenden. Es könnte der Einwand auftreten, daß die statistischen Methoden schon selbst mit Ensembles ar-

beiten und daß folglich solche Bestrebungen überflüssig seien. Hier geht es aber darum, mit Ensembles von Ensembles oder, anders gesagt, mit Ensembles von statistischen Verfahren zu arbeiten. Die bestehenden Relationen zwischen den Verhältnissen im Falle der Verwendung numerischer Modelle und der Verwendung statistischer Verfahren sind in Abb. 2 skizziert.

NUMER. MODELLE STATISTISCHE VERF. Differentialglei- = stochast. Beziehung chungen Anfangswerte = Analogieauswahl Ensemble von Lö- = mehrere Analogiesungen mit vari-ierten Anfangs-les statistisches Verfahren) werten Ensemble von Aus- ≘ Ensemble von Aussagen aus versagen aus verschiedenen Model- schiedenen indivilen duellen statistischen Verfahren (z.B. wit unterschiedlichen Prädiktoren)

Abb. 2: Relationen zwischen deterministischen Vorhersagen (numerische Modelle) und stochastischen/statistischen Vorhersagen

- (5) Bisher gesammelte Erfahrungen (Böhme, 1998) und weitere Überlegungen, die zu dieser Mitteilung führten, zeigen, daß die Anwendung der Ensemblevorhersagemethodik auf statistische Verfahren eine Reihe von Vorteilen oder zumindest positiven Aspekten besitzt:
- Gegenüber den Anwendungen auf numerische Vorhersagen besteht der offensichtliche Vorteil darin, daß sie auch dann noch anwendbar sind, wenn es keine oder keine hinreichend geschlossene mathematische Darstellung des Systems gibt, oder allgemeiner, wenn deterministische Aussagen zum System versagen oder überhaupt nicht möglich sind.
- Gegenüber der Verwendung nur eines statistischen Verfahrens (oder einiger weniger einzelner) hat die Nutzung von umfangreichen Ensem-

against a se

- bles vielfältiger statistischer Verfahren (insbesondere mit unterschiedlichen Prädiktoren) eine Reihe vorteilhafter Aspekte:
- (a) Durch die Verwendung solcher Ensembles wird die umfassende Ausschöpfung des Informationsinhaltes von Zeitreihen über das Verhalten eines Systems bzw. von Daten aus großen Reihen von Experimenten möglich. Bei jedem einzelnen Verfahren ist man wegen der Endlichkeit der Zeit- oder Experimentreihen auf wenige Prädiktoren (d. h. wenige Eingangsgrößen für die Vorhersage) beschränkt, da nur dann eine für signifikante Aussagen erforderliche Anzahl von Analogien (hinreichend ähnliche Fälle) gefunden werden kann. Erst mit einem solchen Ensemble kann man alle erfolgversprechenden Prädiktoren und Prädiktorenkombinationen einbeziehen.
- (b) Der (Zeit)-Verlauf einer Vielzahl von Prädiktanden vorherzusagende Eigenschaften des Systems kann parallel, quasi als Bild des Zustandsverlaufs des Systems, behandelt werden.
- (c) Infolge der sich akkumulierenden statistischen Signifikanz von Aussagen aus den verschiedenen einzelnen Mitgliedern des Ensembles ist eine höhere Aussagesicherheit beim Ensemble als bei Verwendung nur eines statistischen Verfahrens zu erwarten.
- (6) Der Aussage unter 2.(c) liegen folgende detailliertere Einschätzungen zugrunde: Der Satz der Prädiktoren für jedes individuelle statistische Verfahren kann entweder gut oder schlecht gewählt sein (was man von vornherein nicht weiß!). Gut gewählt heißt, daß bei bestimmten Wertekombinationen für die gewählten Prädiktoren einer Hyperfläche im Zustandsraum für das dynamische System (also eine Lösungsfläche) erreicht oder wenigstens näherungsweise erreicht wird. Schlecht gewählt heißt, daß es nicht so ist, daß also bei keiner Wertekombination für die Prädiktoren eine Lösungsfläche erreicht wird. In diesem Falle, wenn man Prädiktoren schlecht ausgewählt hat, kann man erwarten, daß dann die Häufigkeitsverteilung der Werte bzw. Klassen von Prädiktanden mehr oder weniger eine zufällige ist, also eine Gleichverteilung ist oder einer solchen nahekommt. Gut gewählte Prädiktoren, die in der Lage sind, Punkte auf der Hyperfläche darzustellen, werden Verteilungen für die Prädiktanden mit einer stärkeren Struktur, also mit einem oder mehreren schärferen, signifikanten Maxima erzeugen. Wenn man nun von den verschiedenen statistischen nur diejenigen nutzt, die signifikante Aussagen liefern (dabei

kann die Signifikanzschwelle wahrscheinlich sogar relativ niedrig, also z. B. 90 oder 80% sein), kommt es wohl auch manchmal vor, daß eine falsche Klasse ausgewiesen wird, aber es wird in der Gesamtheit aller Verfahren häufiger eintreten, daß auf die richtige Klasse verwiesen wird, so daß die vom Ensemble der unterschiedlichen statistischen Modelle/Verfahren am häufigsten ausgewiesene Klasse der zukünftigen Realität am ehesten entspricht.

- (7) Ein erstes Beispiel für die Anwendung der Ensemblemethodik auf statistische Verfahren hatte ich schon vorgestellt (Böhme, 1998). Es handelte sich um die Vorhersage der Abweichung der mitteleuropäischen Monatsmitteltemperatur aus den Abweichungen der Monatsmitteltemperaturen für maximal 19 (aber mindestens 12 Vormonate), wobei jedes individuelle Verfahren mit 5 Prädiktoren arbeitete. Die inzwischen erfolgte Erweiterung der Vorhersagen auf einen Zeitraum von nahezu 2 1/2 Jahren und die Nutzung einer Kombination von jeweils 2 umfangreichen Ensembles bekräftigt die bisherigen Aussagen und zeigt jetzt eine insgesamt hohe statistische Signifikanz (nicht wie noch vor einem Jahr nur für die Wintermonate). Der Verlauf von Vorhersage und Realität sowie das Austreten von Treffern und Fehlern für den Zeitraum von Oktober 96 bis Februar 99 ist in den Abb.3a bzw. 3b (s. nächste Seite) dargestellt.
- (8) Ein wesentliches Ziel meiner Mitteilung war, auf die Anwendbarkeit der Nutzung von Ensembles statistischer Verfahren auf beliebige komplexe dynamische Systeme zu orientieren, über die große Datensätze vorliegen oder beschafft werden können. Die Methode kann sowohl zur Sondierung von Eigenschaften solcher Systeme (sozusagen als Werkzeug) als auch zur Auswahl von leistungsfähigen statistischen Verfahren zur Anwendung auf bestimmte dynamische Systeme eingesetzt werden. Bei einer weiteren Ausgestaltung der Ensemblemethodik statistischer Verfahren wäre es sicher zweckmäßig, an Hand bekannter, relativ überschaubarer dynamischer Systeme, für die Lösungen (möglichst analytisch oder weitgehend numerisch) bekannt sind (z. B. Lorenzmodell), die Leistungsfähigkeit sowohl prinzipiell zu testen als auch ihre Abhängigkeit vom konkreten Vorgehen (z. B. Art und Weise der Auswahl der Prädiktoren) nachzuweisen.

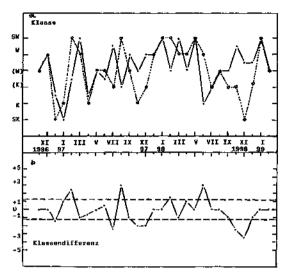


Abb. 3a: Vorhersage der Abweichungen der mitteleuropäischen Monatsmitteltemperatur (-----) aus einem kombinierten statistischen Ensemblevorhersageverfahren bei Angabe der Temperaturabweichungen in Quantilklassen ($SK = sehr kalt, K = kalt, (K) = etwas zu kalt, (W) = etwas zu warm, W = warm, SW = sehr warm) im Vergleich mit den Beobachtungen (<math>e^{---2}$);

Abb. 3b: Verlauf der Klassendifferenz "eingetroffene – vorhergesagte Temperaturabweichung" aus der Abb.3a. – Abweichungen bis einschließlich einer Klasse werden bei der Signifikanzabschätzung als Treffer gewertet (_____ = Trefferbereich).

Literatur:

CHRISTIN A - 4

Balzer, K., Emmrich, P., 1995: Gratis two-model-ensemble versus EPS. Proceedings Fifth Workshop on Meteorological Operational Systems, ECMWF Reading Nov. 1995

Balzer, K., Enke, W., Wehry, W., 1998: Wettervorhersage - Mensch und Computer, Daten und Modelle. Springer-Verlag

Böhme, W., 1964: Statistische Methoden in der atmosphärischen Dynamik und der Wettervorhersage. Z. Meteorol. 17, Supplemenheft, 54–62

Böhme, W., 1986: Prognosen. In: Methoden in der Geophysik. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR Nr. 9N, 44-52

- Böhme, W., 1998: Atmosphärische Zirkulation und Chaos Ergebnisse und Konsequenzen, Vortrag gehalten in der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 19.03.1998. Im Druck (Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät)
- Ehrendorfer, M., 1997: Predicting the uncertainty of numerical weather forecasts: a review. Meteorol. Zeitschrift N. F. 6, 147–183
- Gassmann, F., 1991: Chaos und Ordnung in natürlichen Systemen. In K. Hutter (Ed.): Dynamik umweltrelevanter Systeme. Springer-Verlag, 369-420
- Kluge, J., 1991: Die Bjerknes'sche und Schmauß'sche Auffassung des Problems der Wettervorhersage aus heutiger Sicht, Z. Meteorol, 41, 65–75
- Lorenz, E. N., 1984: Some Aspects of Atmospheric Predictability, In D. M. Burridge and E. Källen (Eds.): Problems and Prospects in Long- and Medium Range Weather Forecasting. Springer-Verlag, 1–20
- Ziehmann, Chr., 1998: Comparison of ECMWF ensemble forecasts with a multi-model ensemble consisting of a few operational models (zur Veröffentlichung in "Tellus" eingereicht)

F175,

Herbert Hörz

Naturwissenschaft und Religion

Dr. Wilfried Schröder, Kooperationspartner mehrerer Mitglieder der Leibniz-Sozietät, bat mich, seine Arbeit "Naturwissenschaft und Religion. Versuch einer Verhältnisbestimmung, dargestellt am Beispiel von Max Planck und Werner Heisenberg" (Science Edition Bremen 1999, 60 S.) in unserer Sozietät vorzustellen. Dem Wunsch komme ich gern nach.

Ausgehend von den Aussagen von Max Planck und Werner Heisenberg zu Fragen der Religion will er gegenseitige Berührungspunkte von Naturwissenschaft und Religion als Grundlage eines Gesprächs zwischen Theologen und Naturwissenschaftlern zeigen. Er behandelt verschiedene Aspekte dieses Verhältnisses. Erkenntnistheoretisch kann Religion zur Grenzbestimmung für naturwissenschaftliche Erkenntnis werden. In ethischer Hinsicht geht es um eine Werteordnung, von der aus die Verantwortung der Wissenschaftler bestimmt wird. Mit Planck und Heisenberg verweist er auf die Existenz einer zentralen Ordnung als Basis eines religiösen Weltverständnisses.

Naturwissenschaftliche Forschung habe zu einer Zurückdrängung von Glaubensinhalten geführt. Damit verbunden seien sowohl die Verbesserung der Lebensqualität als auch die Vereinsamung von Menschen. Naturwissenschaft sei überfordert, wenn sie ethische Weltverantwortung übernehmen solle. (S. 52) Dafür brauche man die Religion, argumentiert Schröder. Diesen Gedanken kann man auf jeden Fall erweitern. Einsame Menschen suchen die Gemeinschaft. Sie brauchen Trost. Religionsgemeinschaften vermitteln Lebenshilfe. Jedoch nicht nur sie. Verschiedene Gruppen, von den Hobbyvereinen bis zu den politischen Parteien, vermitteln Geborgenheit im Zusammensein mit Gleichgesinnten. Mancher Normenkodex hat dabei den Charakter einer Ersatzreligion. So verbindet das gemeinsame Singen von Kirchenchorälen ebenso wie das von Kampfliedern. Das generelle Problem der Vereinsamung kann jedoch nicht nur

mit Religion gemildert werden. Die Verantwortung der Gesellschaft für alle ihre Glieder bleibt bestehen.

Neben Stellungnahmen von Planck und Heisenberg werden Meinungen evangelischer Theologen herangezogen, um zu zeigen, daß die gegenseitige Respektierung auf einer Trennnung der betrachteten Gebiete basiert, in der beide Beiträge zu einer vernünftigen Weltordnung leisten. Naturwissenschaft brauche Messungen für ihre Erkenntnisse und Religion nutze eigentümliche Symbole, um das moralische Verhalten der Menschen zu bestimmen. Deshalb wären naturwissenschaftliche Erkenntnisse kein Gegenstand des Gesprächs zwischen den Vertretern beider Bereiche. Anerkenne man jedoch die Komplementarität beider Gebiete, so wäre ein gemeinsamer Beitrag zum Verständnis der Welt möglich, der vor allem die Frage nach der Verantwortung für menschliches Handeln umfasse.

Das Thema ist deshalb interessant, weil den vom Autor beschworenen Dialog auch die katholische Kirche mit der Enzyklika des Papstes "Fides et Ratio" wieder in Gang bringen will. Dort heißt es: Die Philosophie muß ihre Weisheitsdimension wiederfinden, "die in der Suche nach dem letzten und umfassenden Sinn des Lebens besteht." So wird sie ihrem eigentlichen Wesen gerecht. Dann "wird sie nicht nur die entscheidende kritische Instanz sein, die die verschiedenen Seiten des wissenschaftlichen Wissens auf ihre Zuverlässigkeit und ihre Grenzen hinweist, sondern sie wird sich auch als letzte Instanz für die Einigung von menschlichem Wissen und Handeln erweisen, indem sie diese dazu veranlaßt, ein endgültiges Ziel und damit einen letzten Sinn anzustreben." Ohne die Weisheitsdimension bleiben die technischen Mittel ohne Hinordnung auf ein Ziel und werden sich "in potentielle Zerstörer des Menschengeschlechts verwandeln." (Fides et Ratio, Auszüge aus der Enzyklika des Papstes, in: Information Philosophie, Dezember 1998, Heft 5, S. 116) Schröder betont, daß beide Konfessionen das Gespräch mit den Naturwissenschaftlern suchen und sieht auch aus der Sicht der Naturwissenschaften Bereitschaft und Bedürfnis dazu. (S. 4)

Mit ähnlicher Orientierung wie in der Enzyklika meint Schröder, daß die Berührungspunkte besonders im Bereich des Ethischen zu suchen seicn. Dem ist sicher zuzustimmen. Er formuliert jedoch weiter: "Dieser Bereich indessen ist nicht als der, der Religion durch die Naturwissenschaft "zugewiesene Platz", anzusehen. Eine solche Auffassung wäre si-

154 Herbert Hörz

cherlich unrichtig; vielmehr, dies zeigen die Äußerungen von Planck und Heisenberg ist dieser Raum eben ein solcher, den nur die Religion mit ihrer Wirklichkeit bzw. ihren Werten angemessen ausfüllen kann." (S. 46) Diese Feststellung läßt die für mich wichtige Frage offen, ob nur die Religion oder auch eine nicht-religiöse Ethik, die auf Einsichten in das Wesen der Menschen und auf den Erfahrungen aus dem in der Geschichte sich abzeichnenden und auszubauenden Freiheitsgewinn der Persönlichkeit zu begründen ist, die Funktionen der Wertorientierung, also auch der weltanschaulichen Lebenshilfe, übernehmen kann. Schröder erwähnt z. B. Dirac mit seiner schroffen Ablehnung der Religion, der mit religiösen Mythen grundsätzlich nichts anfangen könne, da sich schon diejenigen der verschiedenen Religionen widersprechen. (S. 23f.) Ich respektiere den Standpunkt des Autors, möchte jedoch, im Sinne des universellen Toleranzgedankens, den nicht religiösen Naturwissenschaftlern auch Kompetenz im Ringen um die Lösung ethischer Probleme unserer Zeit zugestehen.

Interessant sind die Überlegungen zu den verschiedenen Arten der Gottesbindung, die nicht immer auf die Anerkennung eines persönlichen Gottes hinauslaufen, sondern mehr die ewige Ordnung der Welt und die Verantwortlichkeit der Menschen für ihr Handeln umfassen. So wird auch auf den Pantheismus Plancks verwiesen. (S. 16) Ein Problem, das der Diskussion bedarf, ist angesprochen, wenn es heißt, "daß die Naturwissenschaft Erkenntnishilfe und -bereicherung auch von der Religion erwartet und wohl auch erwarten kann." (S. 33) Da der Autor mit Paul Tillich eindeutig Front gegen den "Vorläufigkeitscharakter" einer jeden naturwissenschaftlichen Aussage als Zufluchtsort für den Glauben macht, wäre der Charakter der Erkenntnishilfe genauer zu bestimmen. Sicher liegt er im Bereich des Ethischen.

Wenn manchmal Religion als Wissenschaft bezeichnet wird (S. 17), dann taucht die Frage nach dem Verständnis von Wissenschaft auf. Wer sie als rationale Wirklichkeitsbewältigung faßt, kann Religion zwar dort nicht unterbringen, wohl aber die Theologie als Exegese, als Geschichte der Religion usw. Zu klären wären die Kriterien für wissenschaftliche Aussagen.

Die Studie Schröders behandelt so ein wichtiges, fast existentielles, Problem an einem ausgewählten Material, mit Lösungsvorschlägen, die weiter zu debattieren sind. An dem Grundanliegen, den Dialog zwischen verschiedenen Gruppen zu fordern und zu fördern, kann für mich kein Zweifel bestehen. Wenn wir den ethischen Herausforderungen unserer Zeit, die auch mit neuen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und Technologien verbunden sind, gerecht werden wollen, dann ist das Gespräch zwischen den religiösen und den nicht-religiös gebundenen Humanisten sowie den Vertretern der verschiedensten Wissenschaftsdisziplinen unbedingt erforderlich.

Lothar Kolditz

Peter Adolf Thießen Zur 100. Wiederkehr seines Geburtstages

Am 6. April 1899 wurde Peter Adolf Thießen in Schweidnitz geboren. Er studierte Chemie an den Universitäten Breslau, Freiburg, Greifswald und Göttingen. Unter seinen Lehrern in Göttingen sind vor allem Richard Zsigrnondy, Gustav Tammann und Viktor Goldschmidt zu nennen. Promotion und Habilitation erfolgten in Göttingen, wo er seit 1923 Lehrtätigkeit ausübte, ab 1932 als Professor. Berufungen nach Frankfurt am Main, Münster und Berlin (1935) schlossen sich an.

Diese Zeit war besonders mit kolloidchemischen Arbeiten ausgefüllt, und zwar an Goldteilchen, sowie an Aluminium-, Chrom-, Eisen- und Siliciumoxidhydratsystemen. Thießen beschäftigte sich aber auch mit dem Glaskörper des Auges, eine Untersuchung, die schließlich zur Entdecknng der submikroskopischen Faserstruktur des Glaskörpers führte. Diese Arbeiten hatten kurz nach dem Diplom begonnen und wurden als Zwischenbericht Zsigmondy und Tammann vorgelegt. Geheimrat Tammann verfügte, daß Thießen auf dem Sonnabendkolloquium darüber vorträgt. Es war ein heißer Tag und Thießen reichlich aufgeregt. Plötzlich unterbrach Tammann den Vortragenden und erklärte, überhaupt nichts verstanden zu haben. Daraufhin entfuhr es Thicßen: "das, Herr Geheimrat, muß nicht unbedingt an mir gelegen haben". Thießen handelte nach dem ihm von seinem großen Lehrer eingeimpften obersten Gebot, stets seine Meinung zu vertreten. Eisiges Schweigen herrschte, weil niemand Tammanns Reaktion voraussagen konnte. Erstaunlich für alle erklärte Tammann, "nun, Freundchen, das wird es sein, die Hitze hat mich besiegt, nun erklären Sie es dem Alten noch einmal".

Peter Adolf Thießen ist im ganzen Leben dem Grundsatz treu geblieben, stets ungeschminkt seinen Standpunkt zu vertreten, und er blieb damit erfolgreich.

Mit knapp 36 Jahren wurde er zum Direktor des Kaiser-Wilhelm-

Anna

Instituts für Physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem als Nachfolger von Fritz Haber berufen, der das Institut von 1911 bis 1933 geleitet hatte. Mit 39 Jahren war Thießen zur Wahl als Ordentliches Mitglied in die Preußische Akademie vorgeschlagen worden. Bedenken wegen der Jugend des Kandidaten zerstreute Ferdinand Sauerbruch mit der Bemerkung: "meine Herren, alt wird dieser Thießen von ganz allein."

Im Dahlemer Institut standen unter Thießens Leitung vor allem Untersuchungen zu Festkörperreaktionen, Grenzflächenprozessen, Schmiervorgängen und zur Oberflächenbearbeitung sowie zu Eigenschaften kolloider Systeme im Mittelpunkt. Die dazu eingesetzten Strukturuntersuchungen mittels Röntgenstrahlen und Elektronenbeugung sind zu den Pionierarbeiten auf diesen Gebieten zu zählen.

Nach der Befreiung vom Naziregime war Thießens langjährige Mitgliedschaft in der NSDAP und seine seit 1937 ausgeübte Funktion als Leiter der Fachsparte Chemie des Reichsforschungsrates Grund dafür, daß er zu den zwölf Mitgliedern gehörte, von denen sich die Berliner Akademie schon 1945 vor ihrer Wiedereröffnung trennte.

Von 1945 bis 1956 arbeitete Thießen in der Sowjetunion an Problemen der Nutzung von Kernenergie. Bei der Rückkehr nach Deutschland entschied er sich für die DDR. Die Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin hob 1955 die Entscheidung von 1945 auf, setzte ihn in seine Rechte als Ordentliches Mitglied wieder ein und beauftragte ihn, in Berlin-Adlershof ein Institut für Physikalische Chemie zu errichten. Der Grundstein wurde 1957 gelegt, und Thießen leitete das Institut, aus dem später das Zentralinstitut für Physikalische Chemie hervorging, bis 1964. Heute stehen immerhin noch die als Thermolabor von Thießen entworfenen Kugeln an der Rudower Chaussee. 1981 ehrte die Akademie Peter Adolf Thießen mit ihrer höchsten wissenschaftlichen Auszeichnung, der Helmholtz-Medaille.

Thießen war stets aufgeschlossen für neue, unkonventionelle Ideen in der Wissenschaft, beachtete dabei aber immer auch die Praxisrelevanz der Forschung. In Adlershof hat er sich vornehmlich physikalischen und chemischen Elementarprozessen zugewandt, die am Festkörper bei tribomechanischer Bearbeitung ablaufen. Er wies nach, daß bei Oberflächenbearbeitung durch Impaktstöße oder auch bei Reibungsvorgängen ein kurzlebiges, hochangeregtes Triboplasma entsteht, das zahlreiche weitere phy-

sikalische und chemische Prozesse auslöst. Sein submikroskopisches Verformungsmodell gestattete die widerspruchsfreie Deutung der bei diesen Prozessen auftretenden Phänomene, die mit der klassischen Thermodynamik nicht erklärbar sind. Er hat auch wahrscheinlich gemacht, daß tribochemische Vorgänge bei der Schaffung von Voraussetzungen zur Entstehung des Lebens auf der Erde mitgewirkt haben.

Peter Adolf Thießen war auch nach seiner Emeritierung in Adlershof unermüdlich tätig, führte mit Mitarbeitern vor allem tribochemische Untersuchungen fort, und empfing Physiker und Chemiker in seinem Labor zu außerordentlich fruchtbaren Diskussionen. Bis zu seinem Tode im Jahre 1990 erfolgte mit dem Zentralinstitut für Anorganische Chemie eine Zusammenarbeit über Reibungsvorgänge an Metallen, bei denen ein chemisch verankerter Perfluorkohlenstoff-Überzug auf den Metalloberflächen erzeugt wurde, der eine Herabsetzung des Reibungskoeffizienten bewirkte und das Ziel einer Trockenschmierung verfolgte. Die Arbeiten wurden auch nach 1990 weitergeführt, mußten aber mit der Auflösung der Akademie und der Abwicklung der betreffenden Mitarbeiter eingestellt werden.

Peter Adolf Thießen war Ehrendoktor der Universitäten Greifswald und Berlin, er wurde hoch geehrt mit Auszeichnungen der Sowjetunion und der DDR. Er war Vorsitzender des Forschungsrates der DDR von 1957 bis 1965 und danach dessen Ehrenvorsitzender.

Thießens Forscherpersönlichkeit strahlte aus bis ins hohe Alter. Er verstarb kurz vor Vollendung seines 91. Lebensjahres am 5. März 1990. Die Einschätzung seines Lehrers Zsigmondy vom 17. Februar 1928 war für sein ganzes Leben gültig: "Die ganz außerordentliche Vielseitigkeit seines Könnens und Wissens ist verbunden mit einem scharfen Blick für das Wesentliche eines Problems und einem genialen Instinkt für seine Lösungsmöglichkeiten. Beide Gaben vereinen das vielseitige Können zur fruchtbaren Forschertätigkeit".

Herbert Hörz

Bericht des Präsidenten zum Leibniztag am 1. Juli 1999

Werte Mitglieder und Gäste,

der diesjährige Leibniztag hat einen besonderen Platz im Leben unserer Sozietät. Obwohl wir als eingetragener Verein erst sieben Jahre existieren, stehen wir in der Tradition der Berliner Wissenschaftsakademie, die im nächsten Jahr ihr dreihundertjähriges Bestehen feiert. Das war und ist Anlaß für uns, darüber nachzudenken, woher wir kommen und wohin wir wollen. Die Leibniz-Sozietät mit nun 198 Mitgliedern, jüngeren und älteren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der verschiedensten Disziplinen aus Ost und West, pluralistisch orientiert, wissenschaftlich autonom und staatsfern, steht in der Leibnizschen Wissenschaftstradition. Sie stellt sich der Frage, wie sie dem Erbe von Leibniz im letzten Jahr gerecht wurde und wie sie ihre weitere Arbeit gestalten wird.

Seit dem Leibniztag 1998 ist viel geleistet worden, um die Reputation unserer Vereinigung weiter zu erhöhen. Ich danke dafür den Mitgliedern und Gästen der Sozietät, ihren Kooperationspartnern, den Leitern und Mitgliedern der Kommissionen und dem Vorstand, vor allem dem Altpräsidenten Samuel Mitja Rapoport, der mit der Gründung unserer Sozietät an ihre Spitze gewählt wurde und wesentlichen Anteil an dem bisher Erreichten hat. Er steht uns, nach dem gesundheitlich bedingten Ausscheiden als Präsident im Oktober des vergangenen Jahres, im Vorstand weiter mit Rat und Tat zur Seite.

Durch die Aufnahme von 14 neuen Mitgliedern aus den Natur-, Technik-, Geistes- und Sozialwissenschaften sowie der Mathematik, konnten Lücken im interdisziplinären Spektrum geschlossen werden. Wir begrüssen sie in unserer Mitte und werden aufmerksam ihre Vorstellung verfolgen.

160 Herbert Hörz

Zum wissenschaftlichen Leben der Sozietät

Plenum und Klassen kamen seit dem letzten Leibniztag regelmäßig zu ihren Sitzungen zusammen und führten interessante Debatten über die verschiedensten Themen durch, Sie reichten von mathematischen Grundsatzund Anwendungsproblemen über Ergebnisse der Optik, Chemie, Geowissenschaften und Medizin, des Pflanzenschutzes und der Umweltproblematik, etwa am Beispiel des Uranbergbaus der Wismut, über den Verfall von Kulturgütern und über die Geschichte von Personen und Werken, die Rezeption Goethes und das Disscrtationswesen bis zum Sprachelend, zu Ethnonymen als Geschichtsquellen und der Bedeutung von Metaphern für die Formulierung dialektischer Theoreme. Oft kam es zu interdisziplinären Disputen, was bei der Leibnizschen Monadologie aus der Sicht moderner Naturwissenschaften zu erwarten war, jedoch auch für andere Gebiete zutraf, z. B. als es um die praktische Nutzung von Erkenntnissen, um die Optimierung von Standortproblemen, um das Verhältnis von Programmierparadigmen und natürlicher Sprache und um Kriterien der Wissenschaftsorientierung am konkreten Beispiel ging. Manche Debatten sind, durch die Vorträge angeregt, noch weiter zu führen. Das gilt für die Bestimmung von Epochen und den Wechsel von Gesellschaftsformationen, wie für die Wissenschaft als Aufklärung beim Übergang von der Postmoderne zur Neomoderne. Nach Publikation des Vortrags zum Thema "Wissenschaft als Aufklärung?" erwarten wir die angekündigten Beiträge und würden uns über weitere Wortmeldungen freuen, die in einem zweiten Band zusammengefaßt werden.

Insgesamt waren es 30 Sitzungen der Klassen und des Plenums. Hinzu kamen das Kolloqium über die Berliner Akademie von 1950 bis 1972 im September 1998 und das Ehrenkolloqium zum 90. Geburtstag von Ernst Engelberg im April 1999. In den Beiträgen zur Geschichte der Akademie konnte manche der in Umlauf gebrachten Legenden über die Wüste in der Wissenschaftslandschaft der DDR am konkreten Beispiel, ohne Beschönigung der damaligen Verhältnisse, korrigiert werden. Man fragt sich, warum zwar Kamele Oasen in der Wüste finden, jedoch voreingenommene Politiker und ignorante Aktenwälzer sie vielleicht in der Wissenschaftslandschaft der DDR gar nicht suchen. Wissenschaftliche Gründe sind es sicher nicht. Es wird interessant sein, wie die offizielle Meinung zur Ge-

lehrtengemeinschaft der Akademie der Wissenschaften der DDR in den Festreden zum Jubiläum aussehen wird. Wird sie auf dem basieren, was an Vorurteilen vor allem aus der Politik schon existiert oder werden die Erfahrungen der Gestalter dieses Prozesses in ihren negativen und positiven Seiten ernst genommen. Die Sozietät hat schon zur Aufarbeitung der Akademiegeschichte beigetragen. Auch das Kolloqium für Ernst Engelberg gehört dazu, zeigte es doch an den Erkenntnissen des anerkannten Bismarckforschers nicht nur die an vielen Stellen geleistete akribische Arbeit des Historikers, sondern auch die Tragfähigkeit bestimmter konzeptioneller Vorstellungen und methodologischer Konzepte.

Eine umfangreiche Arbeit wurde von der Redaktionskommission unter Leitung von Herbert Wöltge geleistet, um die Sitzungsberichte der Sozietät, das gedruckte Spiegelbild unserer wissenschaftlichen Aktivitäten, gemeinsam mit dem trafo-Verlag, herauszubringen. Ich kann das Aufstöhnen manches Kommissionsmitglieds über die Fülle der ehrenamtlichen Arbeit verstehen, die dort auf jeden zukommt. Es ist jedoch gelungen, den großen Stau abzubauen, mit Heft 27 den Jahrgang 1998 abzuschließen und mit den ersten Heften des Jahrgangs 1999 zu beginnen. Auf einige Probleme sei in diesem Zusammenhang verwiesen. Manche der Vorträge, auf der Grundlage von Folien gehalten, müssen zum publizierbaren Manuskript ausgearbeitet werden, was nicht immer leicht ist, jedoch im Sinne des nachweisbaren wissenschaftlichen Ansehens der Sozietät schneller geschehen sollte. Der in jedem Heft enthaltene zweite Teil für wissenschaftliche Mitteilungen und Rezensionen könnte durch Mitglieder und Kooperationspartner, auch im Sinne des im Brief vom 6.2.1999 ausführlich erläuterten Korrespondenzprinzips, noch besser genutzt werden, um über erreichte Ergebnisse kurz zu informieren. Wichtig wäre es, wenn Mitglieder, Gäste und Partner sich darum bemühten, entsprechende Hefte in Fachzeitschriften zu rezensieren, um unsere Aktivitäten publik zu machen.

Mit der Herausgabe des 1. Halbbandes "Das lange 19. Jahrhundert, Personen, Ereignisse, Ideen, Umwälzungen, Ernst Engelberg zum 90. Geburtstag" durch Wolfgang Küttler ist der erste Band der Abhandlungen der Leibniz-Sozietät erschienen. Diese Abhandlungen sollen die Öffentlichkeit über Ergebnisse der interdisziplinären Arbeit, über Fallstudien und andere systematische und historische Forschungen aus allen Wissen-

162 HERBERT HÖRZ

schaftsgebieten informieren. Ein guter Auftakt ist gelungen, nun liegt es an uns, die Abhandlungen durch kompetente Autoren zu einer wichtigen Ergänzung der Sitzungsberichte zu machen. Sie stehen nicht nur unseren Mitgliedern offen, sondern wir denken auch an gehaltvolle Publikationen von anderen an der Zusammenarbeit mit der Sozietät interessierten Wissenschaftlern.

Akadamiejubiläum

Veranstaltungen und Aktivitäten unserer Sozietät in diesem und dem nächsten Jahr werden unter dem übergreifenden Thema stehen "Akademische Wissenschaft im säkularen Wandel - 300 Jahre Akademie in Berlin". Als Leibniz-Sozietät stehen wir in der langen historischen Tradition der Berliner Akademie der Wissenschaften. Durch Leibniz initiiert und 1700 als Kurfürstlich Brandenburgische Societät der Wissenschaften gegründet hatte sie eine wechselvolle Geschichte und verschiedene Namen. Unsere Sozietät ist 1992 als eingetragener Verein aus der Gelehrtengesellschaft dieser Akademie hervorgegangen, nachdem man durch politische Entscheidungen in Berlin, unter Bruch des Einigungsvertrags, ihr den öffentlich-rechtlichen Status nahm. Sie steht in der Mitgliedernachfolge, da Mitglieder der Preußischen Akademie der Wissenschaften an der Vorbereitung und Wiedereröffnung der Deutschen Akademie der Wissenschaften 1946 beteiligt waren und in der Folge neue Mitglieder in geheimer Wahl durch das Plenum zugewählt wurden. Das von Werner Scheler und Werner Hartkopf in "Utopie kreativ" (Heft 103/104, Mai, Juni 1999) veröffentlichte "Gespräch über die Wiedereröffnung der Berliner Akademie nach dem Zweiten Weltkrieg und über den Neubeginn ihrer Tätigkeit" von 1981, an dem Akteure von 1945/46 teilnahmen, zeigt deutlich: Trotz der politischen Kritik an der Akademie in der Nazizeit wurde mit dem geistigen Potential behutsam umgegangen. Man wollte die Wissenschaftler ermutigen, ihre Akademie zu reformieren und zu gestalten, statt sie an den sozialen Rand zu drängen und ein neues Gebilde zu errichten.

Bis zur Verdrängung der Gelehrtengesellschaft des Einigungsvertrags aus dem öffentlichen wissenschaftlichen Leben durch die Landespolitik nach der Wiedervereinigung, mit Hilfe von monetären und bürokratisch-

rechtlichen Maßnahmen, wahrte sie auch die Funktionsnachfolge durch die Akademievorhaben, die dann, mit Archiv und Kustodie sowie wesentlichen Teilen des Vermögens von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften (BBAW) übernommen wurden. Diese ist eine Neukonstituierung, begründet durch einen Staatsvertrag. Wir werden sehen, ob und wie sie mit dem Bruch des akademischen Lebens in Berlin 1991/92 beim Jubiläum geistig fertig wird, ohne die Prinzipien wissenschaftlicher Objektivität bei der Betrachtung historischer Fakten zu verletzen.

Statt möglicher Resignation nach der Wiedervereinigung über den historisch einmaligen Akt der Vertreibung aus Arbeit und Funktionen haben viele Mitglieder der Akademie der Wissenschaften der DDR das wissenschaftliche Leben in der Tradition von Gottfried Wilhelm Leibniz in unserer Sozietät fortgesetzt. Durch die Aufnahme neuer Mitglieder hat diese ihre wissenschaftliche Leistungsfähigkeit erweitert und so einen Platz im wissenschaftlichen Leben der Bundesrepublik eingenommen. Wenn wir unsere Identität als Gemeinschaft von Wissenschaftlern bestimmen, dann ist es nicht nur die Freude an neuen Ideen und die Suche nach neuen Erkenntnissen, nicht nur die artikulierte Sorge um den manchmal diskreditierten Ruf der Wissenschaften im öffentlichen Leben und nicht nur das Streben nach einer neuen Aufklärung, sondern vor allem die geistige Kapazität zur inter-, multi- und transdisziplinären Arbeit, die uns verbindet und die durch die Diskussion in unserem Kreis Impulse gibt, um spezielle Probleme umfassender einzuordnen. Das ist eine Form der wissenschaftlichen Arbeit, die von den öffentlichen wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland leider zu wenig gepflegt wird, obwohl sie erst den theoretischen Durchbruch bei der Lösung anstehender komplexer und globaler Probleme ermöglicht.

Der Vorstand hat sich mit den Aufgaben der Sozietät bei der Durchführung des Jubiläums auf der Grundlage der von den Mitgliedern erarbeiteten Vorschläge befaßt. Dabei geht es um Diskussionen und um Publikationen. Werner Scheler hat das Manuskript "Von der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin zur Akademie der Wissenschaften der DDR – Ein Abriß ihrer Genese und Transformation" dem Dietz-Verlag übergeben. Vorgesehen ist eine Darstellung der 1964 zugewählten Akademiemitglieder, die Helmut Steiner vorbereitet. Mit ihr kann, durch die zufällige Auswahl eines Jahres begünstigt, gezeigt werden, daß Vorurteile

164 Herbert Hörz

über die politisch gelenkte Zuwahl, unabhängig von wissenschaftlichen Kriterien, so nicht stimmen. Es wäre ein Anfang, der durch die Darstellung anderer Jahrgänge fortgesetzt werden könnte. Horst Klinkmann und Herbert Wöltge haben die kommentierten Dokumente zum verdrängten Jahr 1992 zur Publikation fertig. Darin werden Gründe und Ablauf der "vereinigungsbedingten" Schließung der DDR-Akademie deutlich. Mit dem "Freitag" ist besprochen, im Oktober eine Podiumsdiskussion zu diesem Thema durchzuführen, an der sich Kontrahenten aus dem Abwicklerlager beteiligen sollten. Das Jahr 1992 taucht in den Jahrbüchern der Akademie nicht auf. Es wurde tatsächlich verdrängt. Das könnte auf die komplizierte politische Situation, auf den Rechtsbruch gegenüber der Gelehrtensozietät und auf die nur durch politische Gründe zu erklärende sanfte Auflösung zurückzuführen sein.

Für April oder Mai 2000 bereiten wir ein Kollogium über den säkularen Wandel der Akademie vor, das sich mit Grundlinien der Akademieforschung auf verschiedenen Gebieten befassen wird. Wir folgen damit dem von Hubert Laitko unterbreiteten Vorschlag. Zugleich wird es in den Klassen Vorträge geben, in denen bestimmte Forschungsgebiete, wie etwa die Geowissenschaften, in ihrer Geschichte und ihren Ergebnissen an der Akademie vorgestellt werden. Zum Leibniztag 2000 ist eine Tagung zum Thema "Akademie der Wissenschaften der DDR – Zeitzeugen sagen aus" vorgesehen. In diesem Zusammenhang erneuere ich das Angebot unserer Sozietät an die BBAW, die bei uns vertretenen Gestalter der Entwicklung der Akademie von 1946 bis 1992, die Akademiemitglieder, Institutsdirektoren und Forscher, nicht wegen politischer Vorurteile aus der Aufarbeitung dieser Geschichte auszuklammern. Ich warne vor einer wissenschaftlich nicht zu rechtfertigenden Darlegung der Geschichte der Akademie ohne Zeitzeugen, vor einer Illustration vorgegebener politischer Schemata. Wir haben Erfahrung mit solchem Umgang der Geschichte, in der Ereignisse nicht nur interpretiert, sondern verändert oder ignoriert wurden und hoffen auf die Objektivität der Darstellung, auf die Pluralität der Meinungen und auf die Einbeziehung kompetenter Zeitzeugen und Historiker.

Dabei gilt generell, daß wir die Zusammenarbeit mit allen an unseren Studien, Forschungen und Disputen interessierten Institutionen und Vereinen ausbauen und fördem wollen. Das gilt besonders für die BBAW, die Gelder für interdisziplinäre Vorhaben hat, jedoch bedenken sollte, daß die damit vergleichsweise finanziell arme Leibniz-Sozietät geistige Kapazitäten besitzt, die in der interdisziplinären Arbeit erfahren sind und als Experten herangezogen werden könnten, wenn man den Fortschritt der Wissenschaften als Wert höher ansetzt, als die politischen Vorurteile, gegen die zu allen Zeiten und in allen Wissenschaften zu kämpfen war und ist.

Programmlinien

Anknüpfend an den guten Erfahrungen, die die Sozietät mit der Behandlung grundlegender Themenkomplexe wie den globalen Problemen gemacht hat, bemühen wir uns, bestimmte Programmlinien zu entwickeln, die für eine längere Zeit das wissenschaftliche Leben der Sozietät bestimmen. Die Programmkommission unter Leitung von Gerhart Neuner hat dazu Diskussionen angeregt und Standpunkte zusammengefaßt. Die Klassen sind informiert. Wir werden die Debatte jedoch noch weiter führen.

Zuerst zu nennen ist die Globalisierung als Problem interdisziplinärer Forschung mit ihren ökonomischen, ökologischen und geopolitischen Konsequenzen. Aus unseren bisherigen Forschungen sind Beiträge zur Klimaveränderung, zur Lebensweise und zur Verbreitung von Krankheiten, zu Rohstoff-, Werkstoff- und Energiefragen, zur Gentechnik und zu neuen Nahrungsquellen, zur Informationsverarbeitung und zur Wissenschaftsethik möglich und teilweise schon konzipiert.

Eine weitere Programmlinie umfaßt Anthropologie und sozialökonomische Entwicklung. Es geht um das Verhältnis von Evolutionstheorie und Menschheitsentwicklung, von Gesellschaftstransformationen und Wertewandel, die Sprache als Erkenntnismittel, die Entwicklung von Kunst und Kultur an der Jahrtausendwende, Lebensweise und Gesundheit, Bildungsfragen und Entwicklungsprobleme von Kindheit und Jugend. Es wäre etwa die Frage zu beantworten, welche Perspektiven die Aufklärung des menschlichen Genoms bietet. Was ist wissenschaftlich möglich und human vertretbar? Am 24. 9. 1999 findet zu dieser Linie die Tagung der Sozietät "Das Jahrhundert des Kindes zwischen Hoffnung und Resignation – Soziale Befreiung, Emanzipation, Bildung" statt. Mit der Bilanz

HERBERT HÖRZ

aus der Sicht der Teilnehmer ist über Entwürfe, Leistungen und Irrtümer emanzipatorischer pädagogischer Bewegungen in diesem Jahrhundert, einschließlich der pädagogischen Arbeit in der DDR, zu sprechen, um begründete Vorschläge für die gegenwärtige Reformdiskussion zu unterbreiten.

Multikulturalität in Geschichte und Gegenwart oder Multikulturelle Bewegungen ist eine Programmlinie, die Geschichte und Kultur des klassischen Altertums, Rezeption der chinesischen Philosophie in Europa, Nationenwerdung und die Differenzierung von Ethnien ebenso umfaßt, wie die Rolle des Völkerrechts unter den neuen Bedingungen.

Im Zusammenhang mit dem einhundertsten Jahrestag der Einführung des Planckschen Wirkungsquantums, wozu die Aktivitäten mit anderen Einrichtungen zu koordinieren sind, um den spezifischen Beitrag unserer Sozietät zu bestimmen, diskutierte der Vorstand das generelle Problem des Weltbildwandels durch neue Entdeckungen und Erfindungen, das durch die Kapazitäten unserer Sozietät historisch und systematisch angegangen werden könnte, woraus sich eventuell eine weitere Programmlinie ergibt.

Diese Programmlinien sind kein Schema für die Themenwahl der Klassen und des Plenums. Durch Initiativveranstaltungen, seien es Vorträge oder Kolloqiuen, wird ihre Bearbeitung angeregt und durch Vortragsthemen weiter untersetzt. Sie sind ständig zu präzisieren und zu erweitern. Sie dienen als Motivation für Mitglieder und Kooperationspartner, sich selbst mit einem speziellen Thema an der Bearbeitung größerer Komplexe zu beteiligen. So könnten die vorhandenen geistigen Potenzen der Sozietät noch besser ausgeschöpft werden.

Stiftung und Finanzen

Wissenschaft steht unter finanziellem Druck. Wir sind keine Institution, die durch öffentliche Mittel gefördert wird, sondern arbeiten mit den Finanzen, die wir durch Beiträge und Spenden bekommen. Etwa 81% der Mittel werden für die Sitzungsberichte ausgegeben, etwa 12% für wissenschaftlich-organisatorische Arbeit. Unser fördernden Mitglied Prof. Dr. Göhring berät uns mit seiner Kanzlei in allen Rechtsfragen und unternimmt erforderliche Schritte, wofür wir nicht mit finanziellen Forde-

rungen belastet werden. Wir danken sehr dafür. Es bleibt jedoch eine wichtige Aufgabe, neue Geldquellen zu erschließen.

Laut Statut nutzt die Sozietät für die Finanzierung ihrer Tätigkeit das Vermögen der "Stiftung der Freunde der Leibniz-Sozietät". Unsere Erwartungen wurden bisher nur im Ansatz erfüllt. Der Vorstand hat mit Herrn Klinkmann, dem Vorsitzenden des Stiftungskuratoriums, und dem Geschäftsführer, Herrn Kautzleben, Möglichkeiten erörtert, wie das Stiftungsvermögen erhöht werden könnte, was unseren wissenschaftlichen Ambitionen gut tun würde. Ein Problem, das größeren Spenden von anderen Stiftungen und Unternehmen entgegenstand, ist inzwischen gelöst. Die Gemeinnützigkeit der Leibniz-Sozietät und ihrer Stiftung ist anerkannt.

Ich möchte zwei Bitten an die Mitglieder, Freunde und Förderer aussprechen. Förderangebote müssen präzisiert werden. Die Klassen überprüfen, welche Projekte als förderungswürdig angeboten werden könnten. Um es an einem Beispiel zu zeigen. Die Konferenz zum Jahr des Kindes brachte die Überlegung mit sich, daraus ein Projekt zur Geschichte der Kindheit zu entwickeln, in dem die wissenschaftlichen Kapazitäten der Mitglieder und ihrer Partner genutzt werden, um neue Erkenntnisse zu erreichen, mit denen die wissenschaftliche Diskussion zu fördern wäre und das zu praktisch verwertbaren Ergebnissen führen könnte. Das wäre ein Angebot, mit dem die Stiftung konkret auf mögliche Förderer zugehen könnte. Die erste Bitte bestände also darin, solche wissenschaftlich begründeten Aufgabenstellungen über die Klassen und den Vorstand an die Stiftung zu geben. Da unsere Mitglieder viele Kontakte zu möglichen Förderern haben, wäre die zweite Bitte, zu konkreten Projekten Vorschläge zu unterbreiten, an wen man herantreten sollte, verbunden mit der Frage, ob man selbst bereit wäre, vorgeschlagene Projekte möglichen Förderern vorzustellen.

Geschäftsordnung

Wie schon auf Geschäftssitzungen betont, denke ich, daß es an der Zeit ist, die innere Struktur der Sozietät und die Verantwortlichkeiten im Rahmen des Statuts genauer zu bestimmen. Der Vorstand wird sich deshalb damit

.07:00 m.7.m. =

168 Herbert Hörz

befassen, einige der Beschlüsse, die wir inzwischen gefaßt haben, in einer Geschäftsordnung übersichtlich festzulegen.

Das betrifft vor allem die in diesem Berichtsjahr neu gebildeten Kommissionen, die zur Redaktionskommission hinzukamen. Eng zusammen mit ihr arbeitet der Wissenschaftliche Beirat für die Abhandlungen der Leibniz-Sozietät unter Leitung von Conrad Grau. Über die Programmkommission wurde schon berichtet. Die Einladungskommission hat sich, unter Leitung des Vizepräsidenten Johannes Irmscher, mit den in der Sozietät vertretenen Fachgebieten befaßt, um auf Lücken aufmerksam zu machen. Dabei gab es Debatten über den Zeitablauf bei der Aufstellung von Kandidaten für die Mitgliedschaft. Der Vorstand hat dazu einen Beschluß gefaßt, der die zeitliche Koordination zwischen Vorschlagenden, Klassen, Kommission und Vorstand verbessert. Die namentlichen Vorschläge für neue Mitglieder sind nun immer bis Ende des Jahres an den Sekretar der Klasse abzugeben. Weiteres wird in dem entsprechenden Schreiben mitgeteilt.

Die Kooperationskommission unter Leitung von Helmut Steiner wird sich mit Institutionen und Vereinen befassen, an deren Zusammenarbeit wir interessiert sind. Vorschläge für gemeinsame Tagungen und andere Aktivitäten wären angebracht. Dabei sind wir bei einem unserer Schwachpunkte, den wir zwar in der Geschäftsordnung durch die Benennung eines Verantwortlichen für Öffentlichkeits- und Pressearbeit ansprechen können, womit jedoch inhaltlich noch nichts geschehen ist. Zwar ist Medienwirksamkeit nicht das Ziel unserer Arbeit. Es wäre jedoch für manchen von uns Balsam auf die zugefügten Wunden, wenn nach abqualifizierenden politischen Bemerkungen vergangener Jahre, öffentliche Resonanz für unsere vorhandenen aktuellen wissenschaftlichen Leistungen zu spüren wäre. Es ist zu überlegen, was wir tun können, um eine bessere Presse zu bekommen.

Der Grundgedanke für die Kommissionen ist, mehr Mitglieder in die Debatten um die inhaltliche und personelle Entwicklung der Sozietät einzubeziehen, damit ihre Vorschläge und Erfahrungen die Gestaltung des wissenschaftlichen Lebens bereichern. Es handelt sich dabei um interdisziplinär zusammengesetzte Gruppen, die diskutierbare Vorschläge für die Klassen und den Vorstand erarbeiten, Meinungen zu Vorhaben äußern und unsere Arbeit kritisch betrachten, um Verbesserungen zu erreichen. Sie

<u>-- -- -- --</u>

greifen in keiner Weise in die Kompetenz der Klassen und des Plenums ein. Wir wollen keine Strukturen schaffen, die uns selbst beschäftigen, sondern nur solche, die unser Vorhaben, die selbstlose Plege und Förderung der Wissenschaften in der Tradition von Leibniz, fördern.

Im Zusammenhang mit der Geschäftsordnung hat sich der Vorstand entschlossen, die Arbeit, die der Schatzmeister für die Geschäfte der Sektion bisher geleistet hat, wofür Herrn Eichhorn Dank gebührt, dadurch auszuweisen, daß die Funktion des Sekretars der Sozietät eingeführt wird, der die Arbeit innerhalb der Sozietät koordiniert.

Sobald ein Vorschlag für die Geschäftsordnung erarbeitet sein wird, geht er den Mitgliedern über die Klassen zur Diskussion zu. Vielleicht hat jemand Interesse an der Ausarbeitung mitzuwirken. Der Vorstand würde sich sehr über die Unterstützung durch weitere Mitglieder freuen.

Wissenschaft und die Folgen des Kosovokrieges

Es hat Anfragen von Mitgliedern gegeben, wie wir uns als Sozietät zum Krieg im Kosovo verhalten. Auf der Geschäftssitzung vom 20. 5. 1999 habe ich, nach der Diskussion im Vorstand, darauf hingewiesen, daß es Stellungnahmen von Mitgliedern der Sozietät gibt, die das Morden im Kosovo verurteilen, die Aufgabe unserer Sozietät jedoch darin besteht, sich mit der neuen gefährlichen Situation wissenschaftlich zu befassen. Wir werden dazu ein Plenum nutzen, um, ausgehend von Vorträgen der Herren Kalbe, Klenner und Lötzsch, die Konsequenzen für Politik und Wissenschaft aus unserer Sicht zu bestimmen. Durch diesen Krieg ist eine neue Situation in Europa entstanden. Dabei zeigen sich auch alte Probleme in neuem Gewand und mit größerer Schärfe. Ein bedeutender Wertewandel hat sich vollzogen. In öffentlichen Stellungnahmen herrschender Kreise ist nicht mehr der Frieden das oberste Gebot. Imerhin wurde nach den Schrecken des zweiten Weltkriegs im Osten und Westen Deutschlands offiziell erklärt, daß von deutschem Boden nie wieder ein Krieg ausgehen soll. Nun sind Friedensillusionen zerstört worden. Das hat Konsequenzen für die Wissenschaft.

Die Konflikt- und Friedensforschung hatte sich in den letzten Jahren intensiv mit der Kultur des Friedens und mit nicht-agressiven Verteidigungs-

170 HERBERT HÖRZ

strategien befaßt. Ihre Vorstellungen sind, wie früher etwa Kants Überlegungen zum ewigen Frieden, durch die militärische Gewalt beiseite geschoben worden. Schon seit längerer Zeit deutete sich an, daß ehemalige Pazifisten den Krieg als Mittel rechtfertigen, um humane Ziele zu erreichen. Wer bestimmt nun, welche Menschenrechtsverletzungen wie zu ahnden sind? Welche Rolle spielt die UNO? Ethnische Säuberungen, so das Unwort, sind in unserer Zeit der Multikulturalität anachronistisch, barbarisch und intolerant. Sie brechen mit den Idealen der Aufklärung. Die humanistische Forderung, den Krieg als Mittel der Konfliktlösung aus dem Leben der Menschheit zu verbannen, erscheint weniger realisierbar als vor Jahren. Man kann nur vor den Folgen des in Gang gesetzten Prozesses der militärischen Barbarei, der Intoleranz und des Fanatismus warnen.

Über die Ursachen von Kriegen und ihre Begründung ist zu sprechen. Welche geopolitischen und ethnischen Aspekte sind zu beachten? Völkerrechtliche Probleme sind entstanden. Schon vorbeugend sollte Rechtsschutz für die NATO vereinbart werden. Im Art. 6 des Vertrags von Rambouillet steht: "Die zur NATO gehörenden Personen genießen unter allen Umständen und zu jeder Zeit Immunität vor der Gerichtsbarkeit der Konfliktparteien hinsichtlich sämtlicher zivil-, verwaltungs-, straf- oder disziplinarrechtlicher Vergehen, die sie möglicherweise in der Bundesrepublik Jugoslawien begehen." Wie ist das politisch, rechtlich und moralisch zu bewerten? Haben wir es generell mit wachsender Gewaltbereitschaft von Menschen zu tun, die sich mit nationalistischer Begründung, teilweise sadistisch, in militärischen Konflikten realisieren kann? Zumindest fördert jeder Krieg dieses Verhalten.

Wissenschaft sucht Wahrheit. Das war während des Krieges kaum möglich. Man lebte mit einer Informationswelt, die nur Teile der Ereigniswelt enthielt. Das Verfahren, Nachrichten auf ihren Wahrheitsgehalt durch die Prüfung widersprüchlicher Aussagen zu finden, konnte kaum angewandt werden, da man nuanciert überall die gleiche Struktur der Berichterstattung fand. Was ist dagegen zu tun?

Es gibt viele Fragen, jedoch wenig Antworten, die Menschen überzeugen, gegen solche Kriege aufzutreten und die friedliche Konfliktlösung zu erzwingen. Kann Wissenschaft durch rechtzeitige Warnungen als moralische Instanz wirken? Wie ist die Verantwortung der Wissenschaftler für

eine solche Aufklärung durch Kompetenzerweiterung zu erhöhen? Die Debatte um eine neue Aufklärung ist auch bei diesem Thema weiter zu führen.

Damit ist ein globales Problem angesprochen: Wann findet die Menschheit die Kraft sich von der Katastrophengemeinschaft zu einer Verantwortungsgemeinschaft zusammenzuschließen, die sich der Lösung ihrer Konflikte auf friedlichem Wege der Kooperation widmet, um die Existenz der Menschheit und ihrer natürlichen Lebensbedingungen zu garantieren und die Lebensqualität aller Menschen zu erhöhen? Kurzfristig gibt es keine Antwort. Wie sieht es langfristig damit aus? Wir werden heute den Festvortrag der Herren Klix und Lanius hören, der sich mit dem globalen Thema "Wege und Irrwege der Menschenartigen" befassen wird. Ich danke beiden dafür, daß sie sich dazu bereit erklärt haben. Sie werden uns auf weitere Probleme hinweisen, die zur Lösung anstehen. Vielleicht können wir mit unserer Arbeit an der einen oder anderen Stelle etwas dazu beitragen.

Wünschen wir uns deshalb gemeinsam die Kraft, um die Aufgaben, die wir uns selbst stellen, lösen zu können.

Nachrufe

Angel Balewski

Wir erhielten die Nachricht, daß Professor Dr. Angel Toncev Balewski, geboren am 15.04.1910 in Trojan (Bulgarien) in Sofia verstorben ist.

Balewski hat auf dem Gebiet der Werkstoffkunde und der Gießereitechnik international anerkannte Leistungen vollbracht. Er war bekannt für sein ständiges Bemühen, aus dem Auffinden und Beschreiben neuer Phänomene auf diesem Gebiet technisch interessierende Probleme abzuleiten und die Ergebnisse einer industriellen Nutzung zuzuführen.

Durch Anwendung von Präzisionsmeßverfahren und der zweckmäßigen Kombination bekannter Meßverfahren hat Balewski zur Erweiterung der Kenntnisse zum Verhalten von Werkstoffen sowohl bei der Herstellung als auch bei besonderer Belastung beigetragen. Dabei seien hervorgehoben seine Untersuchungen zu Erscheinungen der sprunghaften Deformation, der Ermüdung oder zu Strukturänderungen bei Hochgeschwindigkeitsumformung.

Bekannt wurde Balewski auch im Zusammenhang mit der gemeinsam mit Dimov durchgeführten Entwicklung des Gegendruck-Gießverfahrens. Bei diesem Verfahren wird sowohl die zu vergießende Schmelze als auch die Kokille unter erhöhten Gasdruck versetzt, so daß ein ruhiges porenfreies Vergießen unter Vermeidung einiger dem normalen Druckgasverfahren anhaftender Nachteile möglich ist. Das Verfahren ist in mehreren Ländern patentiert und in einer größeren Zahl von Veröffentlichungen beschrieben worden.

Neben diesen und zahlreichen anderen Veröffentlichungen ist Prof. Balewski Autor eines Lehrbuchs für Metallkunde, speziell über Werkstoffprobleme des Maschinenbaus.

Professor Balewski war lange Jahre Direktor des Instituts für Metallkunde

und Technologie der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften in Sofia sowie Präsident dieser Akademie. Er hat sich stets mit Erfolg für eine enge Kooperation mit der Akademie der Wissenschaften der DDR eingesetzt, deren Auswärtiges Mitglied er seit 1974 gewesen ist.

Es war für Prof. Balewski eine Selbstverständlichkeit, seine Kontakte zur Akademie durch Mitgliedschaft in unserer Sozietät fortzusetzen. Wir werden sein Andenken stets in Ehren halten.

Gerhard Keil

Am 4. September 1998 verstarb Gerhard Keil im Alter von 72 Jahren in Berlin.

Mit Gerhard Keil verloren wir einen Menschen und Wissenschaftler, der sein ganzes Leben vorbehaltlos in den Dienst der Wissenschaft und Wirtschaft gestellt hat. Mit einem ihm eigenen Arbeits- und Leitungsstil, mit Kompetenz, Hartnäckigkeit und hoher Einsatzbereitschaft, hat er die Chemic an der Akademie der Wissenschaften und in der chemischen Industrie der DDR in hohem Maße beeinflußt und mitgeprägt.

Als Chemielaborant in den chemischen Werken Buna ausgebildet, hat er mit Energie und Zielstrebigkeit im Fernstudium sein Chemiestudium beendet und im Jahre 1965 promoviert.

Seine wissenschaftliche Arbeit war in den ersten Jahren seiner Tätigkeit auf die Gewinnung von Schmierstoffen und Schmierstoffkomponenten, Montanwachsen- und säuren und technischen Chemieprodukten aus Erdöl und der einheimischen Braunkohle gerichtet, eine Arbeit, die ihn auch in den achziger Jahren wieder zur Kohlechemie, allerdings mit veränderter Zielstellung, zurückführen sollte. Die von ihm vorgelegten wissenschaftlich/technischen Ergebnisse auf dem Gebiet der Kohle- aber auch der Petrochemie, sind in einer Fülle von Publikationen und Patenten dokumentiert und sind ein bleibendes Verdienst von G. Keil.

Neben seiner unmittelbaren wissenschaftlichen Arbeit hat sich G. Keil [auch] große Verdienste auf wissenschaftsstrategischen Gebiet erworben. Als langjäriger Leiter des Forschungsbereiches Chemie, als Mitglied des Forschungsrates der DDR, Mitglied der ständigen Komission Chemie der DDR im RGW wie als Leiter der Prognosegruppe in der DDR, hat er

maßgeblichen Anteil an der Profilierung der chemischen Industrie der DDR und der Hauptforschungsrichtungen Chemie. Dabei ging es G. Keil immer um eine enge Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung. Dieses Prinzip der "sowohl als auch" – Strategie, war für ihn Grundsatz und Motiv seines Handelns.

Wir werden das Andenken von G. Keil stets in Ehren halten.

Nikolaus Joachim Lehmann

Am 27. Juni verstarb im Alter von 77 Jahren in Dresden mit Nikolaus Joachim Lehmann Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR seit 1980, einer der Pioniere der Entwicklung und des Baus programmgesteuerter Rechenanlagen, die innerhalb der letzten Jahrzehnte in nahezu alle Bereiche der menschlichen Tätigkeit Einzug fanden und diese oft grundlegend umgestalteten.

Nikolaus Joachim Lehmann wurde am 15. März 1921 in Camina bei Bautzen geboren und absolvierte in den schweren Kriegsjahren von 1940 bis 1945 ein Mathematik- und Physikstudium an der Technischen Hochschule Dresden. Dieser seiner Alma Mater hielt er während seiner gesamten Schaffensperiode die Treue, denn die Th Dresden berief ihn 1952 zum Dozenten und bereits ein Jahr später zum Professor für Angewandte Mathematik. Hier erfolgte auch im Jahre 1986 seine Emeritierung.

Die wissenschaftliche Laufbahn von Nikolaus Joachim Lehmann begann zunächst als Mathematiker. In seinen frühen Arbeiten der 40er und 50er Jahre befaßte er sich mit numerischen Verfahren der Algebra und der praktischen Lösung von Differential- und Integralgleichungsproblemen. Hier stand er ganz in der Tradition der von Trefftz und Willers in Dresden geprägten Hinwendung zu effektiven mathematischen Algorithmen, die auf der Grundlage theoretisch gesicherter Lösungsansätze den Übergang zu numerisch realisierbaren Verfahren insbesondere für praktische Problemstellungen gestatteten. N. J. Lehmann war kein Freund wilden "Drauflosrechnens", sondern ein Verfechter tiefgründiger Analyse auch der aus der Ingenieurpraxis stammenden Aufgaben mit allen verfügbaren theoretischen Mitteln. Aus diesem Wechselspiel von praktischen Anforderungen und Lösungsangeboten der mathematischen Theorien entstan-

den nicht zuletzt auch für letztere neue Aufgabenstellungen. Als Beispiel kann das Problem der Berechnung unterer Schranken für Eigenwerte in Randwertproblemen gelten (obere Schranken waren bekannt), das von N. J. Lehmann in exellenter Weise gelöst wurde. Damit schloß sich eine Lücke, die sicherlich allein aus mathematisch-theoretischer Sicht von keiner sehr großen Bedeutung war, aber aus der Sicht der theoretischen Physik und ingenieurtechnischer Anwendungen eine nachhaltige Förderung darstellte.

Nicht zuletzt die mühsame Tätigkeit der Ausführung arithmetischer Operationen mit vielstelligen Zahlen per Hand oder mit elektrisch betriebenen Tischrechenmaschinen veranlaßte N. J. Lehmann, über neue Hilfsmittel zu ihrer Beschleunigung nachzudenken. So entstand bei ihm bereits in den Jahren 1948/49 der Entwurf eines autonomen Rechenwerkes auf der Basis von Elektronenröhren. Darauf aufbauend wurde unter seiner Leitung an der TH Dresden in der Zeit von 1950 bis 1956 der Rechenautomat D1 entworfen und – häufig erst nach Überwindung vieler Hemmnisse - auch gebaut, der mit 700 Röhren bestückt war und einen Magnettrommelspeicher besaß, was immerhin 100 arithmetische Operationen pro Sekunde ermöglichte. Dem D1 folgte in den Jahren 1956 bis 1958 als verbesserte Variante der D2 nach, der bereits ca. 1000 Operationen mit Gleitkomma-Zahlen ausführen konnte. Mit diesen Entwicklungen erwarb sich Nikolaus Joachim Lehmann einen unverrückbaren Platz in der Reihe der Väter der modernen Computertechnik, seine Gesamtleistungen auf diesem Gebiet erfuhren in der Folgezeit auch hohe internationale Wertschätzung und Anerkennung. So war er von 1970 bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1986 Mitglied der Generalversammlung der IFIP, dem höchsten Gremium dieser internationalen Organisation. Seine Wirkungsstätten dieser Zeit, das Institut für Maschinelle Rechentechnik der TU Dresden (Leitung von 1956 bis 1968) und das Dresdner Akademie-Institut für Maschinelle Rechentechnik (Leitung von 1964 bis 1967) entwickelten sich zu international anerkannten Zentren von Lehre und Forschung.

Bereits in der Phase der Konzipierung und des Baus der Rechner D1 und D2 erkannte Nikolaus Joachim Lehmann die weiteren Entwicklungstrends dieser technik: Miniaturisierung der Gerätetechnik, Automatisierung der Programmierung, Einbeziehung neuer technologischer Entwicklungen in die Technologie des Rechnens und der Verarbeitung von

Informationen. Er entwarf in den Jahren 1959/60 mit dem D3 den ersten "Rechenautomaten auf dem Tisch" und wurde damit in der Zeit der rasch aufblühenden Großrechentechnik zum Vordenker für den heute allerorten anzutreffenden Personalcomputer. Der in den Jahren 1961 bis 1964 entworfene und gebaute Kleinrechner D4a erlebte die Serienherstellung und wurde durch den VEB Büromaschinenwerke Zella Mehlis in 3.000 Exemplaren gefertigt und vertrieben.

Große Verdienste erwarb sich Nikolaus Joachim Lehmann auf dem Gebiet der Programmierungstechnologien, einer unmittelbaren Folgeerscheinung der immer leistungsfähiger werdenen Rechnergenerationen. Er erkannte, daß neben universellen Programmierungstechnologien auch solche eine Rolle spielen werden, die Probleme aus enger begrenzten Gebieten als Lösungsgegenstand haben. Diese sog. fachsprach-orientierten Programmierungstechnologien berücksichtigen die Besonderheiten des jeweiligen "Fach"gebiets und ermöglichen für seine Probleme eine maximal effektive Lösung. Das damit im Laufe der zeit entstandene unüberblickbare Feld von Programmiersprachen und zugeordneten Werkzeugen konnte N. J. Lehmann wohl erahnen, aber nicht verhindern.

Es ist bezeichnend für die Rastlosigkeit, die den Wissenschaftler, Forscher, Organisator und Ingenieur Nikolaus Joachim Lehmann auszeichnete, daß er sich nach seiner Emeritierung verstärkt mit der Historie der rechenmaschinen befaßte. In dieser Zeit entstanden Arbeiten über die Funktionsfähigkeit der Leibniz-Rechenmaschine. Schließlich erfolgte unter seiner Leitung in den Jahren 1989/90 ein Nachbau der Leibniz-Rechenmaschine in Dresden.

Karl Schmidt

Am 19. November 1998 verstarb in Berlin im Alter von 74 Jahren Prof. Dr. Karl Schmidt, Mitglied der Leibniz-Sozietät seit ihrer Gründung.

Karl Schmidt wurde am 10. Juli 1924 in Liebengrün in Ostthüringen geboren. Die Lage seines Geburtsortes im Thüringisch-Fränkisch-Vogtländischen Schiefergebirge hat wohl mit dazu beigetragen, daß er sich der Geologie zugewandt und sein leben ganz den geologischen Wissenschaften verschrieben hat.

NACHRUFE 177

Karl Schmidt gehört zu der Generation, deren Jugend dem Zweiten Weltkrieg zum Opfer fiel. Er konnte erst nach seiner Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft an der Arbeiter- und Bauernfakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena das Abitur erwerben und studierte dann in Jena bei Akademiemitglied Fritz Deubel Geologie.

Nach erfolgreichem Abschluß des Studiums und kurzzeitiger Tätigkeit als Assistent trat Karl Schmidt in den damaligen geologischen Dienst jena ein. Dort untersuchte er vorrangig die ordovicischen Eisenerze im Schiefergebirge und seinem nördlichen Vorland. Wegen seiner fachlichen Kopetenz und der Befähigung zur Leitungstätigkeit wurde er bald als Chefgeologe und schließlich als Leiter der Thüringischen Geologischen Landesanstalt eingesetzt.

Im Jahre 1962 wurde Karl Schmidt zum Direktor des inzwischen gebildeten Zentralen Geologischen Instituts im Ministerium für Geologie der DDR in Berlin berufen. Er hat großen Anteil daran, daß dieses Institut zu einer national und international anerkannten wissenschaftlichen Einrichtung geformt wurde. Dabei war eine breite Palette von Aufgaben zu bewältigen, die von grundsätzlichen Fragen des geologischen baus und der geologischen Entwicklungsgeschichte des territoriums der DDR über rohstoffspezifische Untersuchungen bis zu ingenieur- und hydrologeologischen Problemen reichten. Karl Schmidt hat wesentlichen Einfluß darauf genommen, daß mit der regionalgeologischen Erforschung des tieferen Untergrundes im Nordteil der DDR die Voraussetzungen für den zielgerichteten Ansatz von Sucharbeiten auf Erdöl- und Erdgas-Lagerstätten geschaffen wurden, die 1968 zum Nachweis der großen Erdgas-Lagerstätte Salzwedel-Peckensen in der Altmark führten. Seine besondere Liebe galt immer der Metallogenie-Minerogenie, insbesonder hinsichtlich ihrer Aussagen über mögliche neue Erzlagerstätten im Grundgebirge des Südteils der DDR. Karl Schmidt war aktiv beteiligt an den Untersuchungen zur Nutzung der geothermischen Energie in der DDR, an der Einführung der Geofernerkundung und am Aufbau der Marinen Geologie. Es war ihm ein stetes Anliegen, die Bestände des Zentralen Geologischen Fonds als dem wissenschaftlichen Archiv der staatlichen Geologie weiter auszubauen und die Entwicklung der Zentralbibliothek des Institutes, der zu ihrer Zeit größten geowissenschaftlichen Fachbibliothek in Mitteleuropa, zu sichern. Wesentlich gefördert hat er den Aufbau des geowissenschaftlichen Informationssystems und die herausgabe geowissenschaftlicher Publikationen durch das Institut. Besonders zu würdigen sind die "Zeitschrift für angewandte Geologie", der "Grundriß der Geologie der DDR" und die "Geologische Übersichtskarte 1:500.000 der DDR", wobei er als Mitautor und herausgeber tätig war.

Bei seinem Wirken im Zentralen geologischen Institut hat Karl Schmidt es verstanden, die Mitarbeiter zu hohen Leistungen zu führen. Er blieb als Leiter stets sachlich und objektiv, auch konsequent bei der Durchsetzung von manchmal unverständlichen zentralen Weisungen.

Auseinandersetzungen mit der Leitung des Ministeriums für Geologie führten 1981 zu seiner Ablösung als Direktor des Zentralen Geologischen Institutes. Er hat diesen Schlag nie ganz überwunden, sich aber trotzdem mit Hingabe auf die ihm zugewiesene Aufgabe als Professor für Regionale Geologie an der Bergakademie Freiberg konzentriert, wo er schon längere Zeit als Honorarprofessor tätig gewesen war. Seinen Studenten war er ein geschätzter Lehrer, der auch ein Ohr für ihre persönlichen Probleme hatte.

Max Schubert

Korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR seit 1972. Verstorben am 13. April 1998 in Jena.

Geboren am 16.9.1926 in Plauen im Vogtland, wuchs Max Schubert in bescheidenen Verhältnissen auf. Am Ende des 2. Weltkrieges geriet er als Flakhelfer in amerikanische Gefangenschaft. Nach schweren Monaten des Lagerlebens arbeitete er zunächst als landwirtschaftlicher Hilfsarbeiter. Von 1947 bis 1953 studierte Max Schubert Physik an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena. In der Diplomarbeit beschäftigte er sich unter Anleitung von Friedrich Hundt mit der damals sehr aktuellen Brandstrukturberechnung von Festkörpern. Diese enge Verbindung von Experimentalphysik mit anspruchsvoller Theorie wurde von Max Schubert während seines wissenschaftlichen Lebens ständig weiter kultiviert und zu seinem "Markenzeichen". Ausgehend von seinem Arbeitsgebiet seit 1953, der Optik, Spektroskopie und der Molekülphysik wirkte er beständig auf den jeweils aktuellsten Gebieten mit großem Erfolg. Als Beispiele seien

die erstmalige Registrierung von Raman- und FIR-Spektren mit damals geringstem Rauschen, die theoretische Untersuchung der Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses (Promotion 1957), Optimierungsprobleme der Meßtechnik unter informationstheoretischen Aspekten (Habilitation 1962), Grundlagen der nichlinearen Optik, Anwendungen ultrakurzer Laserimpulse und Probleme der Phasenmessung in der Quantenoptik.

Max Schubert begeisterte als akademischer Lehrer zahlreiche Studenten für die Physik, insbesondere auch für seine Arbeitsgebiete, Er bildete eine leistungsfähige und hochangesehende wissenschaftliche Schule heraus. Über 130 Originalpublikationen, vielfach auch unter Beteiligung von Mitarbeitern belegen seine außergewöhnliche Kreativität. Noch größere internationale Resonanz fanden seine Bücher "Einführung in die Nichtlineare Optik" (zusammen mit B. Wilhelmi), diejenigen über Quantentheorie (zusammen mit G. Weber) sowie sein Lehrbuch "Nonlinear Optics and Quantumelectronics", das bereits zu DDR-Zeiten im Verlag Wiley, USA erschienen ist.

Über seine eigene wissenschaftliche Abteilung hinaus wirkte Max Schubert über verschiedene Amtsperioden als Direktor der Jenaer Sektion Physik. Im Forschungsrat der DDR vertrat er nachdrücklich deren Interessen ebenso wie die wissenschaftlich-technische Bedeutung der Laserphysik und der Quantenoptik, deren Entwicklung er in der DDR wesentlich mitgeprägt hat.

Wir werden Max Schubert als hervorragenden Wissenschaftler mit noblem Charakter in bester Erinnerung behalten.

Siegfried Ziegenbalg

Unerwartet aus seinem kreativen Schaffen herausgerissen, verstarb Siegfried Ziegenbalg in einer persönlich schweren, mit bewundernswerter Kraft getragenen Situation am 12. Oktober 1998.

Am 4. August 1925 in Zschachwitz geboren, war sein menschlicher und beruflicher Werdegang geprägt durch Krieg und Nachkrieg, durch Verantwortungsübernahme in der familie, was dazu führte, daß er neben der Tätigkeit als Arbeiter, zuletzt als Betriebsingenieur im VVB Braun-

kohlen- und Großkraftwerk Hirschfelde (1945–51) 1948 das Chemiestudium an der TH Dresden aufnahm und bei K. Schwabe dem langjährigen Präsidenten der Sächsischen Akademie der Wissenschaften und Vizepräsidenten der AdW mit Arbeiten über das elektrochemische Verhalten von nichtwäßrigen Lösungsmitteln diplomierte und 1956 zum Dr. rer. nat. promoviert wurde.

Im gleichen Jahr begann die Jahrzehnte dauernde Bindung an das Forschungsinstitut für Nichteisenmetalle Freiberg, dessen stellvertretender Direktor er 1962 wurde und dessen Ruf maßgeblich durch die langjährige, erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Direktor des Institutes und Mitglied der AdW Werner Lange geprägt wurde. Vielfältig sind die Themenkomplexe aus chemisch-metallurgischer und physiko-chemischer Sicht, die das Wirken von S. Ziegenbalg bestimmten, wobei schon ihre Aufzählung die international-wissenschaftliche und volkswirtschaftliche Bedeutung verdeutlichen, strategische Entwicklungslinien vorzeichnend, was naturgemäß zur erhöhten Geheimhaltung der zahlreichen Ergebnisse führte, deren Sichtung und Aufarbeitung er sich in den letzten Jahren widmete.

Genannt seien hier die Erarbeitung und Einführung

- der Verfahren des Ionenaustausches und der Flüssig-Flüssig-Extraktion in der Hydrometallurgie,
- der Wirbelschichttechnik u. a. zur Wirbelschichtverbrennung von Salzkohle und zur Tonchlorierung,
- von Verfahren zur Herstellung und Reinigung von Reinstmetallen und Halbleitern.
- von Möglichkeiten zur Aufarbeitung edelmetallhaltiger Sekundärrohstoffe.

Untrennbar waren mit seinem Namen verbunden ab 1972 die Forschungen und die technischen Entwicklungen zur komplexen Nutzung einheimischer Rohstoffe zur Tonerdegewinnung als Basis für die Aluminiumproduktion sowie die Herstellung von Sondertonerden für die keramische Anwendung, Arbeiten die über Jahre den Weltstand bestimmten.

Sein stetes Bestreben, Grundlagenforschung und ihre Anwendung bis zur technischen reife und zur Überführung in die Produktion zu verknüpfen, fand in gleicher weise seinen Ausdruck in der Lehrtätigkeit als Honorarprofessor an der Bergakademie Freiberg seit 1976. In wichtigen interNACHRUFE 181

nationalen Gremien vertrat er die DDR und konnte ihren Leistungsstand auf seinem Fachgebiet demonstrieren, was zu zahlreichen persönlichen Ehrungen führte.

Die AdW wählte ihn 1972 zu ihrem Mitglied, der Forschungsrat der DDR 1969.

Die Leibniz-Sozietät trauert mit seinen ihm freundschaftlich verbundenen Fachkollegen um einen international hoch geachteten, verantwortungsbewußten Wissenschaftler, um einen integren, liebenswerten Menschen.