



ORDEN POUR LE MÉRITE
FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE

REDEN UND GEDENKWORTE

ZWANZIGSTER BAND
1984

VERLAG LAMBERT SCHNEIDER · HEIDELBERG

ÖFFENTLICHE SITZUNG
DES ORDENS
IN DER AULA
DER UNIVERSITÄT BONN
5. JUNI 1984
REDEN UND GEDENKWORTE

BEGRÜSSUNGSWORTE
DES VIZEKANZLERS KURT BITTEL

Herr Bundespräsident,
Herr Vizepräsident des Deutschen Bundestages,
Herr Bundesminister,
Exzellenzen,
Meine sehr verehrten Damen und Herren!

In Vertretung des erkrankten Ordenskanzlers heiÙe ich Sie namens des Kapitels des Ordens Pour le mérite für Wissenschaften und Künste willkommen, jenes Ordens, der vor 142 Jahren vom preuÙischen König Friedrich Wilhelm IV. gegründet worden und dessen erster Kanzler Alexander von Humboldt gewesen ist. Humboldts 125. Todestages konnten wir kürzlich gedenken.

Ihnen, Herr Bundespräsident, gilt mein erster GruÙ. Der Orden ist sich der Ehre bewuÙt, die Sie ihm dadurch erwiesen haben, daÙ Sie als Protektor des Ordens stets an unseren öffentlichen Sitzungen teilgenommen haben. Heute ist es das letzte Mal, daÙ wir Sie in Ihrer amtlichen Eigenschaft als Bundespräsident bei uns sehen dürfen. Es steht mir nicht zu, mich hier über Ihr Scheiden aus dem höchsten Amt unseres Staates zu uÙern. Ich sehe es aber als meine Pflicht an, Ihnen zu sagen, in welchem hohem MaÙe es das Kapitel des Ordens bedauert, daÙ damit zugleich auch Ihre Eigenschaft als Protektor des Ordens Pour le mérite für Wissenschaften und Künste endet, die Sie, der einst von Theodor Heuss geschaffenen Tradition getreu, während Ihrer ganzen Amtszeit ausgeübt haben. Sie haben dem Orden stets Ihre Aufmerksamkeit und Anteilnahme geschenkt, ihm oftmals Gastrecht gewährt und jeden von uns immer wieder ins

Gespräch gezogen. Vor zwei Jahren haben Sie an unserer internen Zusammenkunft in Goslar teilgenommen und zu dem anregenden Gespräch über die Wirkung der Gentechnologie aus den Erfahrungen der Wissenschaft und Kunst beigetragen. All das wird der Orden nicht vergessen, sondern Ihnen immer dankbar verbunden bleiben. Mit dem Dank verbindet er den Wunsch, Sie möchten ihm auch weiterhin Ihre Zuneigung bewahren.

Ich begrüße den Vizepräsidenten des Deutschen Bundestages, Herrn Heinz Westphal.

Sodann begrüße ich den Herrn Bundesminister des Innern, in dessen Haus das Ordenssekretariat schon seit über drei Jahrzehnten seinen Platz hat, wofür wir ihm auch hier unseren Dank aussprechen möchten.

Ich begrüße die Herren Bevollmächtigten der Länder beim Bund, die Herren Parlamentarischen Staatssekretäre und Staatssekretäre der Bundesministerien, die Repräsentanten der Kirchen, die Vertreter der diplomatischen Missionen, die Präsidenten der Akademien und wissenschaftlichen Gesellschaften und die Mitglieder des Wissenschaftsrates.

Ich begrüße den Prorektor Professor Dr. Günther Binding als Vertreter des Rektors der Universität Köln und freue mich, daß wieder viele Mitglieder des Lehrkörpers der Universitäten Bonn und Köln zu uns gekommen sind.

Seiner Magnifizenz, dem Rektor der Universität Bonn, Professor Franz Böckle, gebührt Gruß und Dank zugleich dafür, daß wir uns heute wieder wie schon so oft in der Aula der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität versammeln können. Wie schon so oft, sage ich – denn es sind genau dreißig Jahre, seit der Orden zum ersten Mal in dieser Aula zusammengekommen ist zu einer öffentlichen Sitzung, die zu jener Zeit vom damaligen Abteilungsleiter im Bundesministerium des Innern, Professor Hübinger, angeregt wurde, der zu meiner Freude heute hier unter uns ist. Diese Sitzung fand zwei Jahre nach der Wiederbelebung des Ordens durch Theodor Heuss statt. Ihm, dessen 100. Geburtstag in diesem Jahr schon wiederholt gedacht worden ist, wird im Jahrbuch des Ordens eine

besondere Würdigung durch einen Aufsatz von THEODOR SCHIEDER zuteil werden.

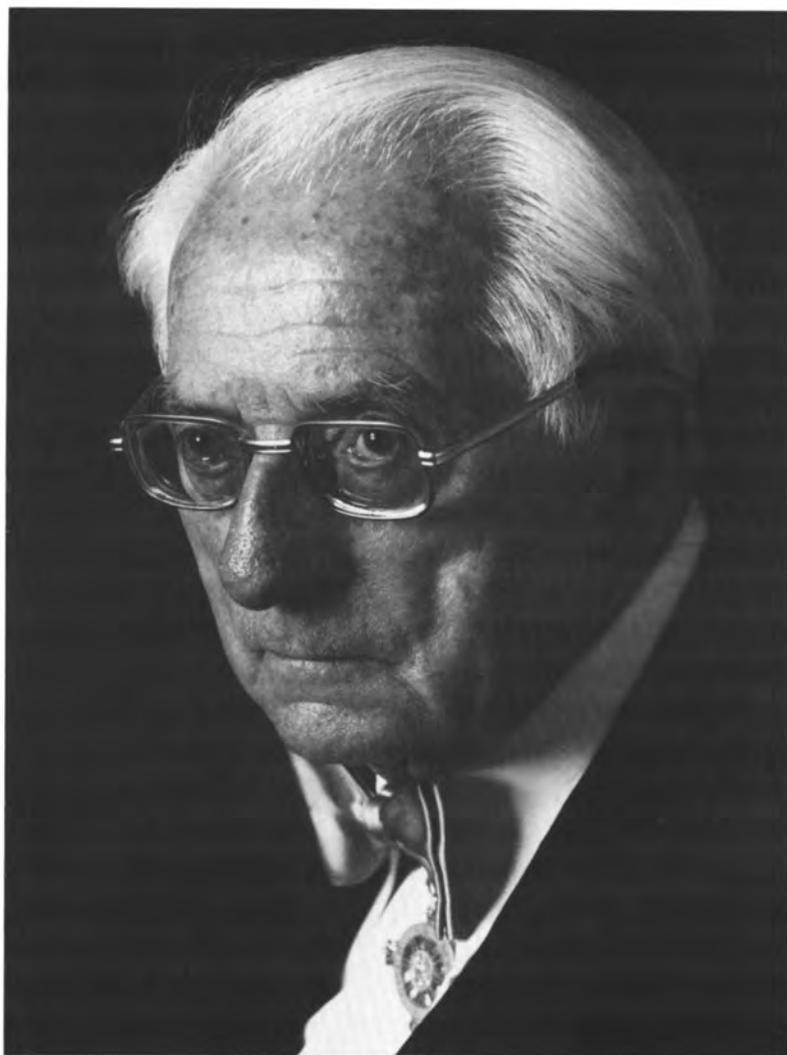
Der Orden hat vier seiner Mitglieder durch den Tod verloren. In Verehrung begrüße ich Frau Mothes, die von Halle gekommen ist, um dabei zu sein, wenn wir heute unsere Toten ehren.

Meine Damen und Herren, Sie hören nun die Gedenkworte auf KURT MOTHES, FELIX BLOCH und RAYMOND ARON. Des kürzlich verstorbenen Ordensmitglieds KARL RAHNER können wir erst im nächsten Jahr gedenken. MANFRED EIGEN wird einen Vortrag halten über »Homunculus im Zeitalter der Biotechnologie«. Dann folgt die Übergabe der Ordenszeichen an die im vorigen Jahr gewählten neuen Mitglieder Frau ELISABETH LEGGE-SCHWARZKOPF, EUGÈNE IONESCO, JEAN GAUDEMET und CARL DAHLHAUS.

GEDENKWORTE

KURT MOTHEŠ

3. 11. 1900–12. 2. 1985



Handwritten signature

Gedenkworte für

KURT MOTHES

von

Adolf Butenandt

In den Mittagsstunden des 12. Februar 1985 wurde Kurt Mothes im sonnenüberglänzten, tief verschneiten Darß, dem Wald in Ost-Mecklenburg, ganz unerwartet und plötzlich aus diesem Leben abgerufen.

Von seinem Ferienhaus im nahegelegenen Ostseebad Ahrenshoop aus hatte er in Begleitung seiner treuen Lebensgefährtin und eines ihrer Söhne einen der gewohnten und geliebten Ausflüge zu einer Waldlichtung gemacht, von der man das von ihm als Jäger gehegte Wild gut beobachten kann. »Ihm sei besonders wohl und befreit zumute« waren einige seiner letzten Worte, bevor er – das Fernglas vor den Augen – umsank, aufgefangen in den Armen seines Sohnes, eines Arztes.

Viele meinen, so plötzlich abgerufen zu werden, sei die schönste Art des Sterbens, eine besondere Gnade. –

Andere denken wohl, eine noch größere Gnade läge darin, bewußt zu sterben, mit klarem Bewußtsein Abschied zu nehmen und dem Tod die Hand reichen zu dürfen. –

Niemand kann es sich aussuchen. –

Nach meiner Kenntnis des Freundes und Weggefährten Kurt Mot-

hes konnte es für ihn in seiner stets vorwärts gerichteten Denkweise, die nie lange über Vergangenes, nicht mehr zu Änderndes, reflektierte, sondern in jedem Augenblick nach dem fragte, was als Nächstes, nun und jetzt, zu tun sei, keinen schöneren, mit seinem Sein harmonisierenden Abschied von diesem Leben geben, als den plötzlichen Tod. – Er wird ihn sich so gewünscht haben: draußen in der Natur – an einem seiner liebsten Plätze, im Wald. Der Wald und Kurt Mothes gehörten zusammen; er war ein durch und durch naturverbundener Mensch. Er liebte und kannte die Geschöpfe dieser Erde, Pflanzen und Tiere, und begegnete ihnen mit großer Ehrfurcht. Ihr Wesen zu verstehen und die Gesetze ihres Daseins zu ergründen, wählte er sich als wissenschaftliche Aufgabe seines Lebens.

Geboren wurde Mothes am 3. November 1900 in Plauen im Vogtland als Sohn eines städtischen Beamten. Die Vorfahren waren bürgerlicher Herkunft. In Plauen besuchte er die Oberrealschule, aus der er 1918 mit dem kriegsbedingten Notabitur entlassen wurde. Nach Ende des Krieges trat er in der Johannes-Apotheke in Plauen eine Lehrstelle an, die ihn schon früh an wissenschaftliche Probleme heranführte. Heute baut man in Plauen ein großes modernes Apotheken-Zentrum, das nach Kurt Mothes genannt sein wird.

1921 begann er in Leipzig ein Studium der Pharmazie und Pharmakognosie, das mit dem Staatsexamen abgeschlossen wurde. Das Studium war von vornherein breit angelegt: Neben Pharmakologie, Chemie, Biochemie hörte er Psychologie, Philosophie und Kunstgeschichte. Dem entspricht sein späteres Wirken als vielseitiger, begeisternder, von seinen Studenten geliebter Hochschullehrer. Der Außenstehende wußte nicht: war er Pharmakognost, Botaniker, Pflanzenphysiologe, Biochemiker?

Kurt Mothes war seit früher Jugend durch die bündische Jugendbewegung (»Wandervogel«, »Freischar«) geprägt und zitierte noch im Alter aus ihrer programmatischen Grundlage vom Treffen auf dem Hohen Meißner (Oktober 1913): Die Jugend will aus eigener Bestimmung, vor eigener Verantwortung, mit innerer Wahrhaftigkeit ihr Leben gestalten; es waren »die Ideale einer erstrebten geistigen

Freiheit des Menschen« – so hat er später selbst formuliert. Aus dieser Grundhaltung widmete er sich während des Studiums intensiv sozialen Aufgaben, gründete eine Organisation »Die Helferschaft«, als die Inflation einen großen Teil der Studenten an den Rand der Existenzmöglichkeit brachte. Durch gegenseitiges ehrenamtliches Helfen und Bedienen wurde eine Mensa begründet, viel Not gelindert und Kameradschaft gepflegt. Dieser Weg führte später zur Mitwirkung in hochschulpolitischen Fragen, z. B. beim Entwurf der »Leipziger Satzung«, in der die studentische Mitbestimmung am Leben der Universität geregelt wurde.

Alle späteren Erfolge des großen Gelehrten, des begeisternden Hochschullehrers und des begnadeten Wissenschaftspolitikers haben ihre Wurzeln in dieser Leipziger Zeit, die 1925 mit einer Promotion zum Dr. phil. auf Grund einer bei dem bedeutenden Pflanzenphysiologen Wilhelm Ruhland angefertigten Dissertation zur Kenntnis des Stickstoffwechsels höherer Pflanzen abgeschlossen wurde.

Es folgten neun Jahre sehr fruchtbaren Wirkens an der Universität Halle, zunächst als Assistent bei George Karsten, nach der Habilitation im Jahre 1928 mit einem Thema zur Ammoniak-Entgiftung im pflanzlichen Organismus als Dozent am Botanischen Institut. Er wurde bekannt und anerkannt, erhielt 1933 Berufungen nach Bern und Ankara, folgte aber dem Angebot, das Botanische Institut und den dazugehörigen Lehrstuhl an der Universität Königsberg zu übernehmen; diesem Amt blieb er von 1934 bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs treu. Ein Angebot der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1942, ein Waldforschungsinstitut zu entwickeln, aufzubauen und dessen Leitung zu übernehmen, hat der Verlauf des Zweiten Weltkrieges nicht mehr reifen lassen.

Nach seiner Habilitation in Halle hatte Mothes 1929 die damalige Studienassessorin Dr. Hilda Eilts geheiratet. Aus der glücklichen Ehe gingen vier Kinder – eine Tochter und drei Söhne – hervor. Frau Hilda Mothes ist auch heute in dieser Gedenkstunde unter uns. Dafür sind wir dankbar. Die Familie blieb bis zum Herbst 1944 in Königsberg beieinander; als Institut und Wohnung nach einem

Bombenangriff abgebrannt waren, mußten Frau und Kinder die Stadt verlassen. Mothes selbst meldete sich als ausgebildeter Apotheker für die Einrichtung und Leitung einer dringend benötigten großen Lazarettapotheke. Dadurch war sein weiteres Schicksal bestimmt. Mit der Einnahme der »Festung« Königsberg durch die Rote Armee Anfang April 1945 geriet er in sowjetische Kriegsgefangenschaft, in der er vier Jahre festgehalten wurde.

Sein Schüler Benno Parthier (Halle) schreibt über diese Zeit: »Die vier Jahre in der Sowjetunion waren nach Kurt Mothes' eigenen Aussagen zwar die physisch härteste Zeit seines Lebens, aber er zählte sie in menschlicher und psychischer Hinsicht zu den bedeutendsten Phasen seiner Entwicklung, die ihm viel Optimismus verliehen und ihm den Wert und Sinn des Lebens näher gebracht hätten. Über Erlebnisse aus den Jahren körperlicher Arbeit als Holzfäller oder im Bergwerk, über seine Beziehungen zu Mitgefangenen und seine Begegnungen mit einfachen sowjetischen Bürgern sowie Offizieren der Roten Armee hat er in den letzten Jahren seines Lebens gelegentlich anekdotenhaft und mit warmen Worten der Menschenliebe und mit Hochachtung gesprochen.«

Nach Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft konnte Mothes 1949 seine Forschungsarbeit wieder aufnehmen. Es geschah zunächst in Gatersleben, einem Dorf im nordöstlichen Harzvorland, wo der Genetiker Hans Stubbe ein für ihn von der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1943 in Wien geplantes »Institut für Kulturpflanzenzüchtung« nach dem Krieg mit Mitteln der Universität Halle und der Berliner Deutschen Akademie der Wissenschaften aufgebaut hatte: Auf Einladung von Stubbe gründete Mothes an jenem Institut mit Hilfe der Berliner Akademie eine »Chemisch-physiologische Abteilung«, die bald internationales Ansehen gewann und viele junge Biologen, Chemiker und Pharmazeuten zur gemeinsamen, äußerst ergiebigen Arbeit anlockte.

Dieser Zustand dauerte bis Ende 1957. Schon 1951 hatte Mothes einen Ruf auf den Lehrstuhl für Pharmakognosie an der Universität Halle angenommen, die mit ihm verbundenen Pflichten aber von Gatersleben aus wahrgenommen. Das Ordinariat für Botanik in

Halle anzunehmen und zusätzlich dort ein Akademie-Institut für »Biochemie der Pflanzen« neu zu begründen, waren ihm Verpflichtung zur endgültigen Übersiedlung nach Halle. Es war die Krönung seines akademischen und forscherschen Auftrags. Er war glücklich in seinem »Institut für Biochemie der Pflanzen«, dem ersten dieses Namens überhaupt, eines Namens, der recht eigentlich den ganzen Inhalt seiner wissenschaftlichen Arbeit ausdrückt.

Es kann nicht die Aufgabe dieser Gedenkworte sein, das wissenschaftliche Werk, das in 400 Publikationen und einigen Monographien niedergelegt ist, zu analysieren. Das ist an anderer Stelle geschehen. Dem bisher Gesagten seien einige Stichworte hinzugefügt: Der Stoffwechsel des Stickstoffs in der Pflanzenwelt war eines seiner Leitthemen: Stickstoff-Assimilation, Ammoniak-Entgiftung und Aminogruppen-Vorrat, Speicherung, Mobilisierung und Wanderung stickstoff-haltiger Stoffe; ein weiteres Thema befaßt sich mit Bedingungen des Alterns und der Verjüngung pflanzlicher Organe unter der Wirkung spezifischer pflanzlicher Hormone; einen großen Raum nehmen Biochemie und Physiologie der Alkaloide und anderer »sekundärer Pflanzenstoffe« ein. Der heute international gebräuchliche Begriff »Sekundäre Pflanzenstoffe« wurde von Mothes 1927 erstmals verwendet. Das bewundernswerte Werk wurde durch eine große Zahl bedeutender Ehrungen ausgezeichnet. Universitäten, Akademien und Wissenschaftliche Gesellschaften rund um die Welt, in Ost und West gleichermaßen, ehrten Kurt Mothes auf ihre Weise durch Ehrenpromotionen, durch Ehrenmitgliedschaften, Medaillen und Orden. Mitglied des Ordens Pour le mérite war er seit 1968.

Im Jahre 1954 wählte die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle Kurt Mothes zu ihrem Präsidenten. Damit fiel ihm eine weitere große Aufgabe zu. Nur ein universaler Geist mit hervorstechenden Charaktereigenschaften – lauterer Wesen, warme Menschlichkeit, mutiges Eintreten für Wahrheit und Gerechtigkeit, Vorbild für Kollegen, Mitarbeiter und Schüler in Haltung und Stil, Stetigkeit und Ungebrochenheit – war imstande, als Präsident der Leopoldina jenes Werk zu leisten: die Neugeburt und Festigung

der Deutschen Akademie der Naturforscher »Leopoldina« in Halle a.d. Saale.

Viele außerhalb der Fachkreise kannten und verehrten Kurt Mothes vor allem als Präsident der »Leopoldina«. In dieser Eigenschaft wird er nicht nur in die Wissenschaftsgeschichte, sondern auch in die Geschichte der politischen und kulturellen Beziehungen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik eingehen. Er war 20 Jahre lang Präsident. In dieser Zeit schuf er die *heutige* Leopoldina.

Die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina ist die älteste naturforschende Gesellschaft; sie wurde 1652 unter dem Eindruck der humanistischen Akademien in Italien von Schweinfurter Ärzten gegründet, 1687 durch Kaiser Leopold I. als Akademie des Heiligen Römischen Reiches (Sacri Romani Imperii Academia Caesareo – Leopoldina Naturae Curiosorum) anerkannt und mit vielen Rechten und Privilegien ausgestattet, 1712 durch Kaiser Karl IV. und 1742 durch Kaiser Karl XII. bestätigt und in »Kaiserlich Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher« umbenannt. Diese altehrwürdige Akademie mit unschätzbar wertvollem Bestand an alten Büchern, Handschriften und Inkunabeln war nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges, nach der Teilung Deutschlands, verständlicherweise in großer Not und Gefahr.

Fast erscheint es uns als Wunder, daß ein einzelner mit Energie, Ehrlichkeit, Standfestigkeit, Unbeugsamkeit, Überzeugungskraft und Treue – von aufrechten Männern in seinem Umkreis tapfer unterstützt – es fertiggebracht hat, allen Widerständen unserer Zeit zum Trotz das zu erhalten, teils neu zu schaffen und zu festigen, was wir heute in unseren Herzen als »Kleinod der Deutschen Gelehrten« empfinden:

Eine freie Akademie mit Sitz in Halle, die bedeutende Naturforscher und Ärzte der gesamten Kulturwelt zu ihren Mitgliedern wählt, in deren gewähltem Präsidium aus dem Halleschen Raum jeweils ein Vizepräsident in der Bundesrepublik Deutschland Sitz und Stimme hat, die aus staatlichen Zuschüssen der Deutschen Demokratischen Republik und aus Spenden ihrer Mitglieder in den deutschsprachi-

gen Stammländern wirtschaftlich getragen wird, laufend in der DDR Symposien über moderne Forschungsrichtungen mit internationaler Besetzung organisiert und alle zwei Jahre zu einer mehrtägigen Vortragsveranstaltung, der sogenannten Jahresversammlung, nach Halle einlädt, auf der über ein Rahmenthema vorgetragen und diskutiert, und der akademischen Jugend der DDR das Erlebnis der Begegnung mit großen Forscherpersönlichkeiten aus aller Welt vermittelt wird. Im Verlauf der Jahresversammlung hält der Präsident der Leopoldina im Rahmen einer Festsitzung eine programmatische Ansprache über das Leben und Wirken der Akademie als Beispiel für Wesen und Bedeutung der Wissenschaft in Freiheit und Eigenverantwortung. In seinen Akademiereden wuchs Kurt Mothes oft über sich hinaus. Die Zuhörer dankten ihm mit großem Beifall, in dem ihm Vertrauen und Verehrung als Quelle neuer Kraft immer wieder bekundet wurden, aber auch Angst und Sorge um diese einmalige Persönlichkeit zu spüren waren. Kurt Mothes ging seinen Weg zielbewußt, gerade und blieb unbehelligt.

Bei der Trauerfeier anläßlich der Beisetzung seiner Urne in Ahrenshoop an der Ostsee hingen die Blumenkränze des Ministerrats-Vorsitzenden der Deutschen Demokratischen Republik und des Präsidenten der Bundesrepublik Deutschland unmittelbar nebeneinander – umgeben von den Kränzen der Leopoldina, der Universität Halle und des Ordens Pour le mérite.

Ein gewiß seltenes Bild – wohl so selten wie der wunderbare Mensch, dem diese Abschiedsgrüße galten.

Bibliographische Hinweise

Heinz Bethge: *Würdigung des XXII. Präsidenten (1954–1974) der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina*. Akademische Gedenkfeier für Kurt Mothes am 3. November 1983 – Leopoldina, im Druck.

Adolf Butenandt: *Kurt Mothes' wissenschaftliches Werk*. Zum 70. Geburtstag – Leopoldina (3) 16, 89 (1970).

- Erna Lesky: *Nunquam otiosus*. Beiträge zur Geschichte der Präsidenten der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina. Festgabe zum 70. Geburtstag des XXII. Präsidenten Kurt Mothes. Nova Acta Leopoldina N. F. 198, 36 (1970).
- Benno Parthier: *Kurt Mothes (1900–1983) – Leben und Werk*. Biochem. Physiol. Pflanzen 178, 695 (1983).
- : *Der Wissenschaftler Kurt Mothes*. Akademische Gedenkfeier für Kurt Mothes am 5. November 1985 – Leopoldina, Reihe 5, Jahrg. 29, 1985 (1986), 99–110.
- Joachim-Hermann Scharf (Herausgeber): *Feierliche Übergabe des Präsidentenamtes von Kurt Mothes an Heinz Bethge am 16. November 1974 im Goethe-Theater zu Bad Lauchstädt*. Nova Acta Leopoldina N. F. 222, Bd. 43 (1977).
- Arnold Scheibe: *In memoriam Kurt Mothes*. Angew. Botanik 57, 157 (1983).

FELIX BLOCH

23. 10. 1905 – 10. 9. 1983



Felix Bloch

Gedenkworte für

FELIX BLOCH

von

Wolfgang Paul

Es war einmal eine Zeit, da setzten die Besten ihrer Wissenschaft ihren Stolz darein, die Studienanfänger selbst zu unterrichten. Dieses Glück erfuhr Felix Bloch, als er 1924 in seiner Vaterstadt Zürich sein Studium an der Eidgenössischen Technischen Hochschule begann. Er hatte die Absicht, Bauingenieur zu werden, doch die Vorlesungen von Peter Debye, einem der Großen in der Physik, faszinierten ihn so, daß er sich statt dessen der Physik zuwandte. Auch er wurde einer der großen und dazu erfolgreichsten Physiker unserer Zeit. Mit Freude und Genugtuung konnte er erleben, daß seine grundlegenden Erkenntnisse über die Eigenschaften der kondensierten Materie, elektrische Leitfähigkeit und Magnetismus in weiten Bereichen der Wissenschaft, nicht nur in der Physik Anwendung fanden, sondern auch der Chemie, der Biologie und Medizin völlig neue Arbeitsmethoden eröffneten, die er selbst aufgezeigt hatte.

Hatte Bloch an der ETH Zürich schon hervorragende Lehrer gefunden wie Peter Debye, Paul Scherrer und den Mathematiker Hermann Weyl, so gab der theoretische Physiker Erwin Schrödinger, der damals an der Universität Zürich lehrte, Anlaß zu einer Präzisie-

zung seines Studieninteresses. 1926 berichtete Schrödinger zum ersten Mal über seine damals die Atomphysik revolutionierende Wellengleichung der Materie. Dieser Vortrag ließ in Bloch den Entschluß reifen, sich der theoretischen Physik zuzuwenden – zum Mißfallen seines Vaters, der sich für seinen Sohn etwas Solideres gewünscht hätte, wie ein Freund berichtete.

So riet ihm Debye, nach Abschluß der Diplomprüfung bei Werner Heisenberg zu promovieren, der gerade 26jährig an die Universität Leipzig berufen war. Sein erster Doktorand, Felix Bloch, war knapp vier Jahre jünger.

Mit der Übersiedlung nach Leipzig begannen Blochs Wanderjahre und eine glanzvolle wissenschaftliche Karriere. Unter Heisenbergs Leitung arbeitete er sich rasch in die Gedankengänge der neuen Quantentheorie ein. Sozusagen zur Einübung veröffentlichte er eine ausführliche Arbeit »Zur Strahlungsdämpfung in der Quantenmechanik«, einem Problem der Wechselwirkung eines Atoms mit seinem eigenen Strahlungsfeld. In seiner Doktorarbeit behandelte er dann die elektrische Leitfähigkeit in Metallen durch eine quantentheoretische Berechnung der Bewegung von Elektronen im periodischen Potentialgitter eines Kristalls. Diese Arbeit, die bereits 1928 erschien, war ein Markstein auf dem Wege zum Verständnis der elektrischen Eigenschaften des festen Körpers, der schließlich zur modernen Halbleitertechnik mit all ihren Konsequenzen für unser heutiges Leben führte.

Nach seiner Promotion ging Bloch für kurze Zeit als Assistent zu Wolfgang Pauli, der inzwischen nach Zürich berufen war, arbeitete dann für ein Jahr bei H. A. Kramers in Utrecht und nahm 1930 die Stellung eines wissenschaftlichen Assistenten bei Heisenberg, wiederum in Leipzig, an. Das Jahr 1931 verbrachte er als Stipendiat der Oerstedt-Stiftung bei Niels Bohr in Kopenhagen und habilitierte 1932 zum Privatdozent in Leipzig. Hier lehrte er knapp zwei Jahre, bis sich in Deutschland das politische Leben durch die Machtübernahme der Nationalsozialisten verdunkelte. 1933 verließ Felix Bloch unser Land, dessen Universitäten er zur höchsten Zierde hätte gereichen können. Mit Hilfe eines Rockefeller-Stipendiums ging er zu

Enrico Fermi nach Rom, bevor er 1934 ganz in die Vereinigten Staaten übersiedelte.

Waren diese sechs Jahre nach seiner Promotion auch äußerlich unruhig, so waren sie doch durch den unmittelbaren Einfluß der bedeutendsten theoretischen Physiker der Zeit von ungewöhnlicher Fruchtbarkeit für Felix Bloch. Drei seiner Mentoren waren Mitglieder unseres Ordens. In diesen Jahren wandte er sich den magnetischen Eigenschaften der Materie zu, vor allem der Erscheinung des Ferromagnetismus, und fand theoretisch eine Reihe von Gesetzmäßigkeiten, die alle seinen Namen tragen. Besondere Bedeutung erhielten auch seine Arbeiten über die Energieabgabe von ionisierender Strahlung in Materie.

So ist es verständlich, daß er 1934 an der Stanford Universität in Kalifornien aufgenommen und dort zwei Jahre später zum Professor der Physik ernannt wurde. Das Physik Department dort war noch klein und international wenig hervorgetreten. Es ist ganz wesentlich Felix Bloch zu verdanken, daß es immer attraktiver wurde und seit Jahren zu den führenden Laboratorien der Welt zählt.

Blochs Interessen wandten sich dort der Quantenelektrodynamik und der Kernphysik zu. Dem Beispiel Fermis folgend, begeisterte er junge Experimentalphysiker für seine Ideen. Schon bald nach der Entdeckung des Neutrons als Baustein des Atomkerns berechnete er, welche Konsequenzen es für die Wechselwirkung von Neutronen mit Materie hätte, falls das Neutron Magnetismus zeigte. Wenige Jahre darauf konnte er in einem genialen Experiment zusammen mit Louis Alvarez die erste Präzisionsbestimmung des Neutronenmagnetismus durchführen. Dies war der erste Hinweis, daß das Neutron kein elementares Teilchen sein kann, sondern Struktur haben muß.

Diese Experimente führten Bloch zur Entdeckung der Kerninduktion, für die er zusammen mit Edmund Purcell 1952 durch den Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Purcell war unabhängig mit einer anderen Beobachtungsmethode zu gleichen Resultaten gekommen.

Was ist Kerninduktion? Es war schon einige Jahre bekannt, daß

Atomkerne, zum Beispiel auch der Wasserstoffkern, das Proton, Magnetismus zeigen. Er ist aber so schwach, daß er zum Gesamtmagnetismus eines Stücks Materie fast nichts beiträgt. Bringt man dieses aber in ein äußeres Magnetfeld, so beginnen die Atomkerne eine Kreiselbewegung. Ihre Drehfrequenz ist von der Stärke des Kernmagnetismus und des Magnetfeldes abhängig und kann durch Resonanz mit einem Hochfrequenzsender gemessen werden. Dieses Verfahren der kernmagnetischen Resonanz erlaubt es z. B. dem Physiker, unbekannte magnetische Eigenschaften von Atomkernen oder magnetische Felder mit höchster Präzision zu bestimmen oder dem Chemiker, ohne Eingriff von außen die atomare Zusammensetzung einer Probe festzustellen. Bloch und seine Mitarbeiter konnten später zeigen, daß die molekulare Struktur das Magnetfeld am Ort der Atomkerne und damit auch deren Rotation beeinflusst. So läßt sich also mit Hilfe einer Frequenzmessung auch eine Strukturanalyse durchführen, das heißt feststellen, an welcher Stelle eines Moleküls der rotierende Atomkern sich befindet. Dies ist der Grund, warum es wohl kaum ein chemisches oder biochemisches Institut mehr gibt, in dem kein Kernresonanzspektrometer steht. In einer Monographie »Dynamische Theorie der Kerninduktion« hat Felix Bloch all diese Effekte quantitativ behandelt.

Lassen Sie mich noch eine Anwendung erwähnen, die in Zukunft in der medizinischen Diagnostik immer größere Bedeutung gewinnen wird, die Kernresonanztomographie.

Bringt man den menschlichen Körper in ein magnetisches Feld, so rotieren die im Körper befindlichen Wasserstoffkerne und strahlen dabei elektromagnetische Wellen mit ihrer charakteristischen Frequenz im Radiowellenbereich aus. Mit Hilfe raffinierter elektronischer Anordnungen gelingt es, die Quellen dieser Strahlung zu lokalisieren, also das Innere des Körpers mit dem Lichte der rotierenden Protonen nach außen abzubilden. Die Bilder, die man zum Beispiel vom menschlichen Gehirn erhält, sind jetzt schon bei weitem besser als bei jeder klassischen Röntgenaufnahme, ohne Belastung durch ionisierende Strahlung, ohne Kontrastmittel, ohne irgendeinen Eingriff von außen.

Als 1954 das Europäische Kernforschungszentrum in Genf gegründet wurde, wählte man Felix Bloch als ersten Generaldirektor, in der Hoffnung, ihn nach Europa zurückzugewinnen. Er kam auch, blieb aber nur ein Jahr, da er an der damit verbundenen administrativen Arbeit bei 12 Mitgliedsstaaten wenig Freude hatte. Er zog es vor, zurück nach Stanford zu gehen, zu seinen rotierenden Atomkernen und um sich neuen Arbeiten auf dem Gebiet der elektrischen Supraleitung zu widmen.

Betrachtet man das Leben Felix Blochs, fragt man seine Freunde danach, so zeigt sich, daß das Wort: »Nomen est omen« bei ihm im wahrsten Sinne zutrifft. Felix im persönlichen, familiären und wissenschaftlichen Leben. Er war ein liebenswerter, aber durchaus kein bequemer Mann. Wenn er sich äußerte, war jedem seine Meinung, die durchaus vom Zeitgeist abweichen konnte, klar. Er war ein aufrechter Mann, der, wenn es um politische Moral ging, kompromißlos seine Ansicht vertrat. Er war ein passionierter Bergsteiger und Skifahrer, der sogar den 5600 m hohen Popocatepetl bestiegen hat. Bis zum Ende seines Lebens zeigte er jugendliches Feuer und unerbittlichen Scharfsinn in der wissenschaftlichen Diskussion. Ich selbst konnte dies noch erleben, als wir vor drei Jahren im kleinen Kreis nach einem Vortrag in der Zürcher »Äpfelkammer« saßen in gemeinsamer Freude an einer kleinen Nachtphysik.

Am 10. September letzten Jahres, im Alter von 77 Jahren, starb Felix Bloch in seiner Heimatstadt Zürich, in die er nach seiner Emeritierung jährlich für einige Wochen zurückkehrte.

RAYMOND ARON

14. 3. 1905 – 17. 10. 1983



Raymond Aron

Gedenkworte für
RAYMOND ARON

von

Golo Mann

Am Tag nach Raymond Arons Tod fragte eine spanische Zeitung, wer wohl in Frankreich, in Europa sein Nachfolger sein könnte. Es wurden einige gute Namen genannt, aus unterschiedlichen Ländern. Das melancholische Resultat blieb jedoch, daß einer wie Aron nicht wiederkehren könnte. Persönlichkeit, Werk, Wirkung sind unvergleichlich. Philosoph von Haus, seinen frühen Studien nach und immer, griff Aron aus in Soziologie und Ökonomie, in der Überzeugung, daß ein geistiger Begleiter unseres Jahrhunderts in beiden Disziplinen, besonders aber in der Volkswirtschaft, beschlagen sein müsse. Die Historie verstand sich von selber. Nicht, daß Aron sie je erzählt hätte. Er besaß den geschichtlichen Horizont, ohne den der politische Kommentar einer Dimension entbehrt. In früher Jugend, in der École Normale der Rue d'Ulm, hatte er Lehrer von Rang, aber es scheint nicht, daß sie ihm sehr viel bedeutet hätten. Lehrmeister wurden ihm später ein paar große Tote: Alexis de Tocqueville, Max Weber vor allen anderen. Wie Weber hätte er über sich selber urteilen dürfen: »Ich sage, was ist.« Webers Radikalität und Düsternis waren ihm fremd; »was ist«, sagte er entschieden freundlicher, nie hätte er seine Hörer oder Leser völlig entmutigen wollen. Hier stand

er Tocqueville näher als Weber; Tocqueville, dem urbanen Aristokraten, dem seine Skepsis nicht verbot, die Zukunft als offen zu sehen, Alternativen zu sehen, wünschbare und nicht wünschbare. Arons Intelligenz wurde einmal mit einem Sieb verglichen, das nichts Falsches durchläßt. Eine Definition, richtig, so weit sie reicht, aber ungenügend. Wohl ist viel Kritik, Auseinandersetzung mit anderen Autoren, lebenden und toten, in seinen Schriften; schöpferisches Denken auch. Dogma nie. Er besaß Schüler; er hat keine »Schule« gegründet. Er fand kein alles beherrschendes Gesetz in der Geschichte. Er sah Sinn in ihr, aber einen immer nur fragmentarischen, unzuverlässigen oder sich selber überschlagenden, wie es der Großen Revolution Frankreichs geschehen war. Den Studenten in Tübingen, so erzählte er mir, sagte er im Jahre 1953, ein guter Teil der Geschichte sei »eine Mischung von Heroismus und Blödsinn«; das gefiel den Zuhörern.

Seiner eigenen Zeit gegenüber nannte er sich einen »Spectateur Engagé«, in seinem dritten Buch vor dem letzten. »Spectateur« möchte ich hier mit »Wächter« übersetzen; »Zuschauer« klänge zu sehr nach »Loge« oder »Elfenbeinturm«. Für den Mut seiner Überzeugungen nur zwei Beispiele, es ließen sich viele nennen. Zu Anfang des Jahres 1946 hielt er einen Vortrag vor den Studenten der eben wieder eröffneten Frankfurter Universität. Und da redete er nur von der Zukunft, nicht von der blutigen, dummen Vergangenheit. Da forderte er auf zu einer friedlichen Zusammenarbeit zwischen Franzosen und Deutschen, auf der allein eine bessere Zukunft Europas beruhen könne. Um den Mut, den voraussehenden Geist eines solchen Wunsches zu würdigen, müßte man sich in die düsteren, feindlich kalten, schier hoffnungslosen Stimmungen des Winters von 1946 zurückversetzen; was den heute Jungen wohl gar nicht mehr möglich ist. Die andere Gelegenheit: der Krieg um Algerien, der »Schmutzige Krieg«, wie er genannt wurde. In seiner Broschüre: »La Tragédie Algérienne« sprach Aron aus, was viele heimlich wußten, aber nicht zu sagen wagten: daß die Anerkennung algerischer Unabhängigkeit unvermeidlich sei und erfolgen müsse, je eher desto besser, um den Greueln des Krieges ein Ende zu machen; mit bloß

moralischen Protesten war gegen die Natur eines solchen Krieges nichts auszurichten. Die Broschüre schlug ein, zumal sie von jemandem kam, der als »rechts« galt; »rechts« waren ja auch die Generale, die sich einem Friedensschluß widersetzen, bis zur Rebellion. Selber hat Aron sich immer gegen eine solche Einordnung gewehrt, er sei weder »rechts« noch »links«; gelegentlich bezeichnete er beide Haltungen als »einseitige Lähmungen«. Wahr ist, daß er an den Staat glaubte, an Ordnung, funktionierend dank der Treue ihrer bestellten Hüter. Daher sein tiefer Widerwille, sein Ekel, angesichts der Pariser Unruhen vom Mai 1968, der schmachvollen Flucht der Beamten aus ihren Ministerien. Nur einmal habe er von Herzen »Vive de Gaulle«! gerufen: nachdem es dem General gelungen war, die Ordnung und ein Maß von Consensus in ihr wiederherzustellen.

Neben seinem Vaterlande, dem er im Krieg und Frieden als ein Patriot diente, war Deutschland das Land, das Aron am stärksten anging im Bösen und Guten; er kannte es noch besser als England, als Nordamerika. Als Philosoph hatte er die deutsche Sprache zu lernen, die einzige philosophische Sprache, seinem Urteil nach, neben der altgriechischen. Nach Deutschland trieb es den fertigen Normalien, der sofort hätte Lehrer werden können, im Jahre 1950; ein Jahr Lektor in Köln, zwei Jahre im französischen Akademiker-Haus in Berlin. Dort Studium der deutschen Soziologie und Geschichtsphilosophie; auch aktuellerer Dinge. Er war in Berlin während des schlimmen Jahres 1952, er ging in die Versammlungen und hörte die Herren der Zukunft reden, die er für solche doch wohl nicht hielt, er erlebte die »Machtergreifung« und was ihr folgte. Damals lernte ich Raymond Aron kennen. Zusammen, ich weiß nicht mehr wieso, waren wir Zeugen jenes Bücherverbrennungsfestes vor der Humboldt-Universität. Er ahnte, daß mir übel zumute war, angesichts dieses Schauspiels, und er ließ mich seine Teilnahme mit schönem Takt fühlen. Raymond Aron war ein herzenguter Mensch, ein liebender Gatte und Vater, ein treuer Freund; bekümmert, wenn gar zu radikale Gesinnungs-Unterschiede eine Jugendfreundschaft, jene mit Sartre, zerstörten. Das wußten aber nur jene, die ihn näher kannten.

Was er, neben den Früchten seiner theoretischen Studien, aus Deutschland mit nach Hause nahm, wog schwerer als alle Theorie. So ist die Politik oder so kann sie sein, so ist auch die Demokratie, schlechtestenfalls, oder dahin kann sie führen, so satanisch – in seinen Memoiren gebraucht er dies Wort – kann die Wirkung eines einzelnen Menschen sein, wenn die Umstände ihn begünstigen.

Arons Wissen um das, was vom Deutschen Reich nun drohte, was jener einzelne Mensch ganz sicher tun würde, wenn man ihm nicht zur rechten Zeit in den Arm fiel – er wäre reif gewesen, es publizistisch zu verbreiten. Er tat es nicht. Er litt während der folgenden Jahre, am schlimmsten während der Ereignisse des März 1936, welche er als entscheidend erkannte, aber er schwieg, aus wohlwollendem Grund. Der junge Professor bot nichts als zwei hochtheoretische Bücher über die deutsche Soziologie, Einführung in die Geschichtsphilosophie. Und dann der Krieg von 1939 und Aron Soldat. Soldat wollte er auch nach Frankreichs militärischem Zusammenbruch sein. Daß er dem General de Gaulle nach England folgte, war keine Flucht, sondern das Gegenteil davon. Aber einer wie Aron entgeht seinem Schicksal nicht. Soldaten hatte de Gaulle bald genug; diesen gebrauchte er für die Aufgabe, für die er am besten taugte: für die Redaktion der Zeitschrift »La France libre«. Und so, erst jetzt, wurde Aron politischer Publizist und blieb es und mochte 1944 nicht zu seinem verwaisten Lehrstuhl in Bordeaux zurückkehren. Erst im Jahre 1955 nahm er eine Professur für Soziologie an der Sorbonne an und blieb dort, bis die Verwandlung der ehrwürdigen Universität in etwas ganz Anderes ihn daraus vertrieb. Danach die École des Hautes Etudes, das Institut de France, Gastprofessuren in Manchester, in Harvard. Daneben, wenn man will in der Hauptsache, politische Artikel; während drei Jahrzehnten im Figaro, zuletzt in der Wochenzeitschrift L'Express. Beide Tätigkeiten widersprachen einander nicht, eine vertiefte oder intensivierete die andere. Aus den Kollegs, den Lehrkursen, wurden die dicken Bücher: »Les Guerres en Chaîne«, »Achtzehn Lektionen über die Industrielle Gesellschaft«, »Krieg und Friede zwischen den Nationen«, »Imperiale Republik, die Vereinigten Staaten in der Welt«, »Penser la Guerre,

Clausewitz« – um nur die gewichtigsten zu nennen. Aus den Artikeln wurden die geringeren Bücher oder Broschüren: »Das Opium der Intellektuellen« – eine messerscharfe Kritik des Marxismus-Leninismus, zusamt einer Untersuchung der Frage, warum denn die Pariser Intelligentsia so sehr von ihm fasziniert wurde –, »La Tragédie Algérienne«, »De Gaulle, Israel et les Juifs«, »Die große Debatte, Einführung in die nukleare Strategie« – und andere mehr. Arons erste strategische Studie, zugleich sein erster Beitrag für die Zeitschrift »La France libre«, war eine Untersuchung der Ursachen von Frankreichs Niederlage Mai – Juni 1940 gewesen. De Gaulle las sie in den Fahnen und schrieb mehrfach »b« für »bien« daneben, wie ein Professor. Wer Arons Werke liest, die großen wie die kleinen, wird sehr oft versucht sein, »b« an den Rand zu schreiben. Wo immer sein vorsichtiger, die verschiedenen Seiten eines Problems diskutierender, die unterschiedlichsten Antworten gegeneinander abwägender Geist am Werke ist, da wird es hell. Wer, vor ihm, hat für Clausewitz getan, was er tat, in seinen zwei Bänden? Aus dem »typisch preußischen«, brutalen Kriegsverherrlicher, als der Clausewitz den meisten Franzosen gegolten hatte, und vielen Deutschen auch, wurde der subtile Denker, zivilisiert im zivilisiertesten Zeitalter Europas, der freilich den Knoten: der Krieg als Fortsetzung der Politik mit anderen Mitteln, und der Krieg als seiner Natur nach zum Absoluten drängender, nicht lösen konnte, aber sich mit ihm dialektisch quälte, wie kein Theoretiker vor ihm und nach ihm. Aron war genau der Autor, ihm Gerechtigkeit zu erweisen.

An seiner im Jahre 1946 formulierten Prognose: »Friede unmöglich, Krieg unwahrscheinlich«, hielt er fest bis zum Ende. »Kalter Krieg« und »Entspannung« waren keine Alternativen, nur einander abwechselnde Variationen einer Grundbedingung, die dauern würde, niemand wußte wie lange. Illusionslos wollte er sein wie sein Lehrmeister Max Weber. Die berühmte Unterscheidung zwischen »Gesinnungs-Ethik« und »Verantwortungs-Ethik« interessierte ihn nicht. Von »Moralismus« sprach er allerdings, das ist etwas anderes als »Gesinnungs-Ethik«. Der Moralist, wie Jean Paul Sartre einer war, und obendrein ein auf einem Auge blinder, war kein guter

Politiker und kein schlechter, er war gar keiner und hätte seine für andere Dinge so reich begabten Hände von diesem Geschäfte lassen sollen. Es tat Aron wohl, daß Sartres Herrschaft über das intellektuelle Paris zu Ende gegangen war und daß während des letzten Jahrzehnts seines eigenen Lebens auch akademische Jugend wieder auf ihn hörte, die ihn so lange für einen unverbesserlichen Reaktionär gehalten, und deren Geschmack er nie geschmeichelt hatte. Ende August 1983 erschienen seine politischen Memoiren, 750 Seiten, geschrieben mit der Intensität und Genauigkeit, ohne die er es nicht konnte. Die erste Auflage, 22000 Exemplare, war binnen einer Woche verkauft, die Presse voll überströmenden Lobes. Daß auch ein paar kritische Stimmen sich hören ließen, war ihm lieb, wie er einem Interviewer sagte: erhielte er ausschließlich Lob und Preis, dann wäre er schon ein Toter. Für intelligente Kritik war er dankbar; dumme oder boshaft verfälschende machte ihn sehr zornig.

Raymond Aron lebte in einer weitläufigen, eleganten Wohnung am Boulevard St. Michel, von dem frohen Gewimmel akademischer Jugend draußen geschützt durch einen Hof oder Hintergarten. Dort führte er mit seiner Frau ein gastfreies Haus. Seine Augen leuchteten Klugheit, Weisheit sogar, und auch Melancholie; so überragend gescheite, sensitive Menschen müssen ja wohl etwas traurig sein. Bei alledem war er den kleinen Freuden des Lebens, gutes Essen und Trinken, dazu ein gutes Gespräch, nicht abhold.

Vom Boulevard St. Michel ging er am Vormittag des 17. Oktober 1985 hinüber zum Palais de Justice, um zugunsten eines Kollegen auszusagen, der, nach vier Jahrzehnten noch, der Collaboration mit dem Feind bezichtigt worden war. Er legte Zeugnis ab. Beim Verlassen des Justizpalastes brach er zusammen. Daß er starb inmitten einer Apotheose von Ruhm und nach einer so ritterlichen Geste im letzten Augenblick, mag seinen Freunden ein Zeichen sein.

REDE VON
MANFRED EIGEN

MANFRED EIGEN

HOMUNCULUS IM ZEITALTER DER BIOTECHNOLOGIE

Prolog

Was man an der Natur Geheimnisvolles pries,
Das wagen wir verständig zu probieren,
Und was sie sonst *organisieren* ließ,
Das lassen wir *kristallisieren*.

Goethe, dessen feinsinniges Naturverständnis in seinen Schriften zur Morphologie manifest geworden ist und den Darwin später einen »Partisanen« der Evolutionsidee nannte, kann diese Worte kaum ernst gemeint haben. Sie sind eher als Persiflage auf gewisse Zeitgenossen zu verstehen, die seine Beobachtungen und Schlußfolgerungen zugunsten einer Evolutionslehre nicht anerkennen wollten, ja die seine Überlegungen »getadelt und verworfen« hatten. Nicht von ungefähr legt Goethe diese Worte Wagner in den Mund, den er schon im ersten Teil der Tragödie als etwas naiven Streber charakterisiert – etwa indem er ihn sagen läßt:

Mit Eifer hab' ich mich der Studien beflissen;
Zwar weiß ich viel, doch möcht' ich alles wissen.

Will man erfahren, was Goethe wirklich von der Homunculus-Idee

hielt, so muß man sorgfältig Mephisto zuhören, der sich ob Wagners Eifer recht ungerührt gibt und nur zynisch anmerkt:

Wer lange lebt, hat viel erfahren,
Nichts Neues kann für ihn auf dieser Welt geschehn.
Ich habe schon in meinen Wanderjahren –
Kristallisiertes Menschevolk gesehn.

Künstliches Leben?

Homunculus ist lediglich das aus Spätantike und Mittelalter überlieferte Symbol eines Wunschtraums der Menschheit, Leben künstlich zu erschaffen. Ist es ein Wunschtraum, oder sollte ich heute eher sagen: ein Alptraum? Goethe wußte nur zu gut, daß Leben sukzessiv durch Organisation entsteht. So war für ihn Morphologie gleichbedeutend mit Morphogenese.

Doch wir wollen nicht bei Goethe verweilen, sondern die Frage nach der Möglichkeit zur Erzeugung künstlichen Lebens vor den Hintergrund *unserer* Zeit, einer Ära der Biotechnologie, stellen. Homunculus als solcher wird sich dabei ad absurdum führen. Die der Idee zugrunde liegende Frage nach der Erzeugung künstlichen Lebens im Laboratorium wird jedoch in neuem Licht erscheinen.

Was ist Leben?

Für unser Thema scheint dies eine Kardinalfrage zu sein. Es wird sich jedoch herausstellen, daß es nicht einmal eine gute Frage ist. Sie ist zu allgemein; die Antwort kann daher nur wenig aufschlußreich sein. Die Fähigkeit zu leben teilt der Mensch mit vielen Organismen, z.B. mit dem Elefanten, der Kröte oder dem Rosenstock, den Hefezellen im Brotteig, mit den Amöben und den Bakterien. Wollten wir mehr über den Begriff »Leben« erfahren, so müßten wir von den verschiedenen Erscheinungsformen des Lebens abstrahieren und versuchen, nur solche Eigenschaften aufzuzählen, die für den Lebensprozeß als solchen unabdingbar sind. Von den vielen Merkmalen, die für den Menschen typisch sind – etwa zu essen, zu atmen, sich fortzupflanzen, sich zu bewegen, Schmerz und Freude,

Angst und Lust zu empfinden, zu sprechen, zu lernen, zu denken, sich selbst zu reflektieren ... treffen nur wenige auf das Bakterium zu. Die Träger der Eigenschaft »Leben«, die *Lebewesen*, sind zu mannigfaltig in ihren Merkmalen, als daß eine allgemeine Definition des Begriffs »Leben« uns auch nur den Hauch einer Vorstellung vom Wunder der Vielfalt geben könnte, die sich in diesem Begriff vereint.

Welche Eigenschaften sind denn unabdingbar, damit aus Nicht-Leben Leben wird? Auch diese Frage ist nicht leicht zu beantworten: Weil es eben keinen eindeutigen Übergang vom Nicht-Leben zum Leben gibt. (Unsere Sprache kennt nur die Verneinung für das, was vor dem Leben liegt. Tot ist nur das, was einmal gelebt hat.) Der Übergang vom unbelebten zum belebten Zustand spiegelt sich auch heute in der Existenz von Zwischenstufen wider.

Betrachten wir die Viren. Für den Molekularbiologen stellen sie einfach Molekülkomplexe dar, deren detaillierte Zusammensetzung in vielen Fällen schon genauestens bekannt ist, und die man folglich – im Prinzip wenigstens – im Laboratorium synthetisieren könnte. Die Viren lassen sich unter geeigneten Bedingungen – ebenso wie andere mehr oder weniger große Moleküle – kristallisieren. In dieser Form unterscheiden sie sich in nichts von den Mineralkörpern. Andererseits entfalten sie im Wirtsorganismus Eigenschaften, die sonst nur bei »echten« Lebewesen anzutreffen sind: Sie vermehren sich durch Selbstreproduktion, besitzen einen Stoffwechsel (auch wenn sie dazu die Maschinerie der Wirtszelle in Anspruch nehmen müssen), sie adaptieren durch Mutation an Umweltveränderungen, kurz sie leben, wachsen und breiten sich aus – oft so ungestüm, daß der Wirtsorganismus daran zugrunde geht. Würde unsere Frage nach der Möglichkeit der Erzeugung von Leben im Laboratorium lediglich Systeme beinhalten, die sich durch Stoffwechsel, Selbstreproduktion und Mutagenität ausweisen, so könnten wir sie einfach mit ja beantworten.

Mit diesen Überlegungen haben wir bereits drei essentielle Eigenschaften kennengelernt, die für die Fähigkeit »zu leben« unabdingbar sind:

Selbstreproduktivität – ohne diese ginge nach jeder Generation die für den betreffenden Lebenszustand spezifische Information, der Bauplan des Lebewesens, verloren.

Mutagenität – ohne diese wäre die Information erst gar nicht zustande gekommen und eine Anpassung an eine sich verändernde Umwelt ausgeschlossen.

Metabolismus (= Energieumschlag) – ohne diesen würde das System entsprechend dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik spontan in einen stabilen und kaum noch veränderbaren materiellen Gleichgewichtszustand übergehen. Erwin Schrödinger, der Begründer der Wellenmechanik, hat diesen treffend als den Zustand des Todes bezeichnet.*¹

In dieser Aufzählung ist bereits ein Schlüsselbegriff gefallen: Information.

DNA und die Möglichkeit, Baupläne des Lebens zu synthetisieren

Seit den fünfziger Jahren wissen wir, daß die Information für den Bauplan eines Lebewesens in einem Riesenmolekül – wie in einem Schriftsatz – niedergelegt ist. Dieses Riesenmolekül – Desoxyribonucleinsäure (englisch deoxyribonucleic acid = DNA) – ist der Erbsatz, der von Generation zu Generation übermittelt wird, und der die Ausbildung (Ontogenese) eines neuen Lebewesens instruiert. Der genetische Schriftsatz macht von vier Symbolen Gebrauch. In der Abkürzung ihrer chemischen Bezeichnungen lauten sie: A, T, G und

*¹ Betrachten wir Leben als einen Ordnungszustand der Materie, so ist die spontane Entstehung und Aufrechterhaltung einer solchen Ordnung nicht ohne ständige Zufuhr von Energie denkbar. Die Nichtberücksichtigung dieser Tatsache hat zunächst den Eindruck hervorgerufen, als stehe die spontane Selbstorganisation lebender Materie im Widerspruch zu den Gesetzen der Thermodynamik. Ein lebendes System ist aber aufgrund des Stoffwechsels kein »abgeschlossenes System«, für das allein die Aussage der Gleichgewichts-Thermodynamik zuträfe. Eine (durch elektrische Energie gespeiste) Sortiermaschine kann durchaus Ordnung aus Unordnung schaffen, ohne dabei die Gesetze der Thermodynamik zu verletzen.

C. Sie können sich durch chemische Verknüpfung zu Codewörtern, zu Wortsequenzen und schließlich mit Hilfe einer »Interpunktion« zu Sätzen der genetischen Sprache verbinden. Ein solcher Satz, das Gen, wird übersetzt in eine Funktionalstruktur, das Proteinmolekül, das seinerseits als Katalysator einen Reaktionsbefehl ausführt oder als Steuereinheit eine funktionale Anweisung gibt. Die gesamte Maschinerie einer Zelle, die bei dieser Informationsabrufung, Übersetzung und Funktionsregelung mitwirkt, ist im genetischen Schriftsatz codiert. Wie dieses Lesen, Umschreiben und Übersetzen auf molekularer Ebene zu verstehen ist, wird in den Abbildungen 1 bis 3 erläutert.

Die in diesen Bildern vermittelte Erkenntnis scheint uns einer Lösung des Problems »Künstliches Leben« schon recht nahezubringen: Wir brauchten eigentlich nur *den Bauplan*, d.h. das DNA-Molekül zu synthetisieren, um daraus im geeigneten Milieu ein Lebewesen entstehen zu lassen. Hier jedoch sehen wir uns dem Henne-Ei-Problem gegenüber. Angenommen, wir hätten dieses DNA-Molekül zur Verfügung. Dann könnten wir es dennoch nicht ohne die komplexe enzymatische Maschinerie des Reproduktions- und Translationsapparates lesen und übersetzen. Das liegt daran, daß für die Erzeugung der Maschinerie durch Synthese und Übersetzung der Information die Maschinerie selbst bereits benötigt wird. Könnte man sich etwa in ähnlicher Weise wie die Viren behelfen und einen natürlichen Wirtsorganismus benutzen? Letztlich geschieht es so in der modernen Gentechnologie. Doch sind wir mit einem so kühnen Gedankensprung der Wirklichkeit ein wenig zu weit vorausgeeilt. Wir müssen uns zunächst noch mit der Komplexität der Baupläne auseinandersetzen.

Das Komplexitätsproblem

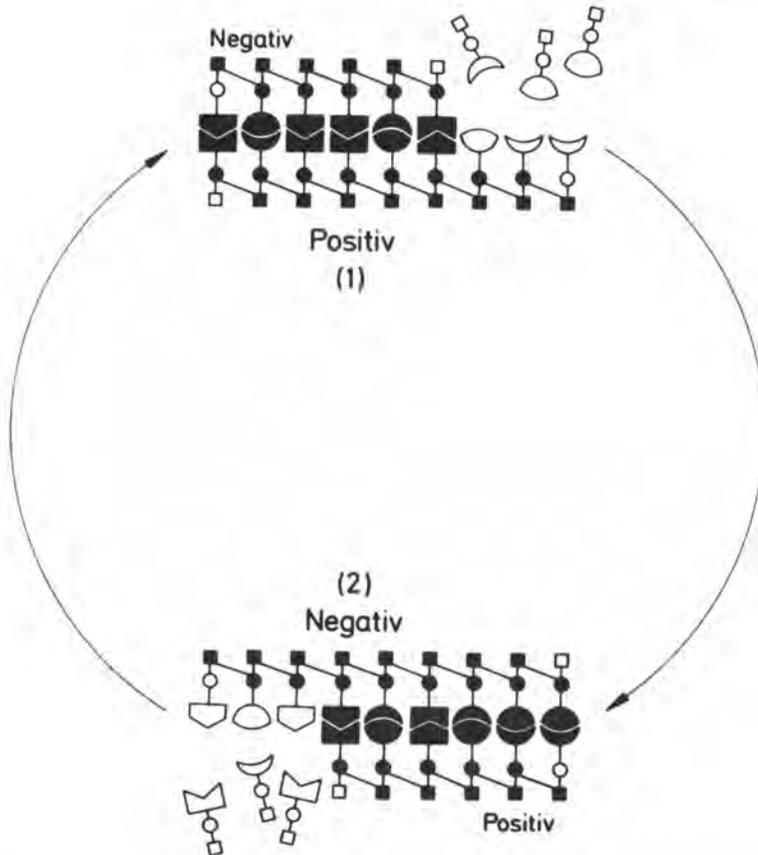
Schon bei den kleinsten autonomen Lebewesen, zum Beispiel den Coli-Bakterien, besteht der genetische Schriftsatz aus einigen Millionen Symbolen. (Das entspricht einem über tausend Seiten starken

Abbildung 1:

Modell der DNA-Doppelspirale (B-Form). Zwei zueinander komplementäre Molekülstränge sind in der in Abbildung 2 erläuterten Weise zu einem Doppelstrang verknüpft. Das Gerüst jedes Einzelstranges besteht aus einer Molekülkette, in der Zucker (Deoxyribose) und Phosphorsäure alternieren. Am Zucker ist jeweils eine der vier Nucleo-basen A, T, G oder C befestigt, die als Informationssymbole für die Codierung der genetischen Nachricht dienen. Die lineare Aneinanderreihung der Symbole ergibt einen genetischen Schriftsatz (Genom), der bereits bei Mikroorganismen mehr als eine Million Symbole umfaßt. Die Ablesung wird durch Signalsequenzen gesteuert. Das Genom ist damit – ähnlich wie ein Schriftsatz unserer Sprache – in Wörter, Sätze, Absätze usw. gegliedert.

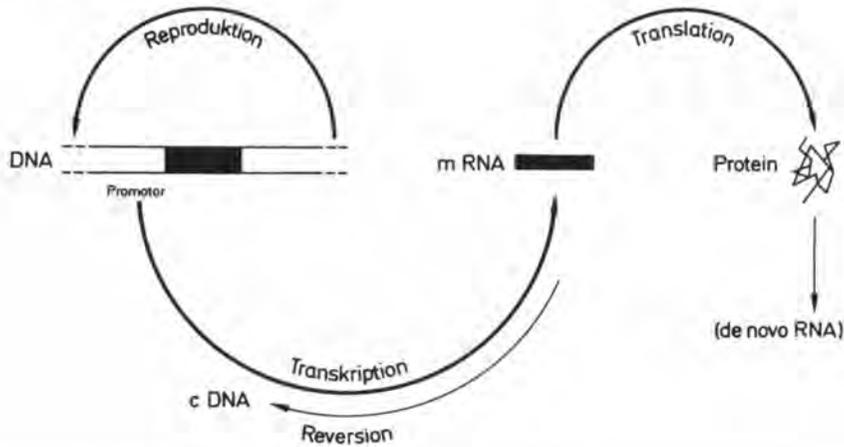


Abbildung 2:



Jeweils zwei der als Informationssymbole verwandten Nucleinsäurebausteine sind einander komplementär, das heißt, sie lagern sich aufgrund chemischer Wahlverwandtschaft bevorzugt aneinander: $A=T$; $G\equiv C$. Im Bild ist dies durch Gestaltkomplementarität der vier Symbole versinnbildlicht. Ein Einzelstrang der DNA erfüllt die Funktion einer Matrize, an die sich die Bausteine komplementär anlagern, bevor sie von einem Enzym chemisch zu einer Molekülkette verknüpft werden. Der dabei entstehende neue Einzelstrang enthält die Information des Matrizenstranges in der Abfolge der komplementären Bausteine (ähnlich einem Negativ in der Photographie). Eine Wiederholung des Vorganges bewirkt eine Umkehrung zum Positiv, führt also zur Reproduktion der ursprünglichen Information. Aufgrund der Komplementarität von Positiv und Negativ liegt die DNA üblicherweise als stabiler Doppelstrang vor.

Abbildung 3:



Die genetische Nachricht ist in der im Zellkern lokalisierten doppelsträngigen DNA stabil gespeichert. Lediglich zur Kopierung der Nachricht (mit Hilfe eines Enzymsystems) entdrillt sich die Doppelspirale lokal. Die Reproduktion der Nachricht ist mit dem Zellteilungsmechanismus synchronisiert. Zur Übermittlung der Nachricht an die Synthesefabriken der Zelle dient eine Boten-Nucleinsäure (m-RNA). Der Kopierungsprozeß, die Transkription, erfolgt ähnlich wie bei der Reproduktion der DNA unter Ausnutzung der komplementären Wechselwirkungen der Nucleinsäurebausteine. In der Boten-RNA, einer einsträngigen Nucleinsäurekette, ist die Nachricht relativ labil gespeichert, so daß sie bald – nachdem sie die Synthese des Protein-Moleküls instruiert hat – zerfällt. Die Instruktion besteht in einer Übersetzung der Nachricht, wobei jeweils drei Nucleinsäurebausteine für einen Proteinbaustein codieren. Die Proteinbausteine werden mittels spezifischer Adaptoren, kurzkettiger Nucleinsäuren (t-RNA) an die Boten-RNA angelagert. Der Adaptor enthält die dem Codon komplementäre Sequenz von Nucleinsäurebausteinen in exponierter Position. Komplementarität, wie sie in Abbildung 2 erläutert wird, ist also die Grundlage der Reproduktion, Transkription und Translation. Die durch instruierte Synthese erhaltenen Proteine regeln als Katalysatoren und Steuereinheiten den gesamten Funktionsablauf der Zelle. In der Regel ist der Informationsfluß in der durch die fett gedruckten Pfeile vorgezeichneten Richtung festgelegt. Er läßt sich jedoch in der Stufe der Transkription umkehren. Eine bestimmte Klasse von Tumoviren, deren genetische Nachricht in einer einsträngigen RNA gespeichert ist, benutzt ein Enzym,

Buch, etwa dem »Wallenstein« von Golo Mann.) Die Reproduktionszeit des Coli-Bakteriums beträgt lediglich zwanzig Minuten. Wohlgemerkt: In dieser unglaublich kurzen Zeitspanne wird der gesamte genetische Schriftsatz gelesen, und es werden sämtliche für die Reproduktion wesentlichen Syntheseanweisungen minutiös ausgeführt. Der Erbsatz des Menschen ist etwa tausendmal so groß (er entspricht also einer ganzen Bibliothek). Außerdem ist der Mechanismus der Informationsverarbeitung viel komplizierter. Zur einfachen Reproduktion der Gene tritt noch ein geregelter Austausch von Information zwischen weiblichem und männlichem Erbsatz, der so gesteuert ist, daß in den Nachkommen jeweils wieder die *vollständige* genetische Information vorliegt, zu der beide Elternteile in einer von vornherein nicht festgelegten bzw. in einer von uns nicht durchschaubaren Weise anteilig beitragen.

Bei der Suche nach Mechanismus und Instrumentarium für einen solchen Austausch von Erbmaterial in molekularem Maßstab werden wir unmittelbar mit einem wesentlichen Aspekt des Komplexitätsproblems konfrontiert: Wie läßt sich in einem nach Millionen oder gar Milliarden von Symbolen zählenden Schriftsatz ein bestimmter Abschnitt genau lokalisieren, gezielt ausschneiden und wieder einsetzen? Wüßte man *wie*, so könnte man beispielsweise defekte Gene durch intakte ersetzen. In Analogie zur Organtransplantation gäbe es dann eine Gentransplantation. Man könnte auch Gene in Wirtsorganismen einschleusen und diese veranlassen, bestimmte Genprodukte in großen Mengen anzufertigen, oder Pflanzen könnten dazu gebracht werden, hochwertige Proteine en gros zu

das die RNA-Nachricht in DNA umschreibt und sie in doppelsträngiger Form in das Genom der infizierten Zelle integriert. (Die Viren heißen daher Retroviren.) Die so erhaltene DNA-Kopie einer RNA-Nachricht nennt man c-DNA. Diese spielt in der konservativen Gentechnologie eine wichtige Rolle. Auch kennt man heute Viren, die ein Reproduktionsenzym benutzen, das in der Lage ist, ohne Instruktion durch DNA oder RNA Nucleinsäuren *de novo* zu synthetisieren. Diese Enzyme sind für eine evolutive Gentechnologie von besonderem Interesse.

produzieren. Die Antwort auf die Frage nach einer Lokalisation und Manipulation von Genen führt uns direkt ins Szenario der heutigen Gentechnologie, die ich eine »konservative« Gentechnologie nennen möchte.

Konservative Gentechnologie

Ein Gen ist von molekularer Dimension und damit ständig der Wärmebewegung unterworfen. Einen bestimmten Genabschnitt gezielt herauszuschneiden, stellt sich zunächst als eine schier hoffnungslos komplizierte Aufgabe dar. Doch offensichtlich hat die Natur dieses Problem vor Jahrmilliarden bereits gelöst. Wie sonst wohl wäre eine rekombinative Vererbung möglich, bei der ja einzelne Genabschnitte zwischen männlichem und weiblichem Genom ausgetauscht werden und bei der am Ende stets ein kompletter Schriftsatz wieder erscheint. Heute wissen wir, daß die Natur über einen ganzen Satz von enzymatischen »Schneidegeräten« verfügt. Jedes einzelne dieser Enzyme ist mit einem spezifischen Erkennungszeichen ausgerüstet, mit dessen Hilfe es den ihm zugeordneten Genabschnitt exakt lokalisiert. Der Mensch brauchte diese Werkzeuge für eine Gentechnologie nicht zu *erfinden*, er mußte sie nur *auffinden*. Die Entdeckung der sogenannten Restriktionsenzyme durch Werner Arber und Hamilton Smith sowie die erste Kartographierung spezifischer Erkennungszeichen für Genabschnitte durch Daniel Nathans war die Geburtsstunde der heutigen Gentechnologie. Ohne diese entscheidende Entdeckung stände man den Problemen einer Genchirurgie nach wie vor hilflos gegenüber. Und – dieser Tatsache wurde man sich erst allmählich bewußt – man hatte ein *natürliches* Werkzeug in die Hand bekommen. Die Gefahr, daß man damit *unbewußt* Mißbrauch treiben könnte, daß etwa beim Schneiden der Gensätze widernatürliche, unkontrollierbare Produkte entstehen könnten, läßt sich weitgehend ausschließen. Die Natur hat dies alles längst durchgespielt. Natürlich war man sich von Anfang an sehr wohl darüber im klaren, daß man mit diesem Instrumentarium der Natur nicht etwa sorglos und unkontrolliert umgehen dürfe. (Jeder von uns weiß, daß man

mit Streichhölzern nicht in einer Ölraffinerie herumspielt.) Im Labor müssen Versuchsobjekte und Bedingungen stets so gewählt werden, daß eventuelle Entgleisungen unter Kontrolle bleiben. Je tiefer der Einblick in die zugrunde liegenden Mechanismen der konservativen Gentechnologie war, um so klarer wurde es, daß die Chancen möglicher Entgleisungen relativ klein sind und daß diese zu Beginn weit überschätzt worden waren.

Das Prinzip dieser Gentechnologie, das mit dem Schlagwort »rekombinative DNA« umrissen wird, ist in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt.

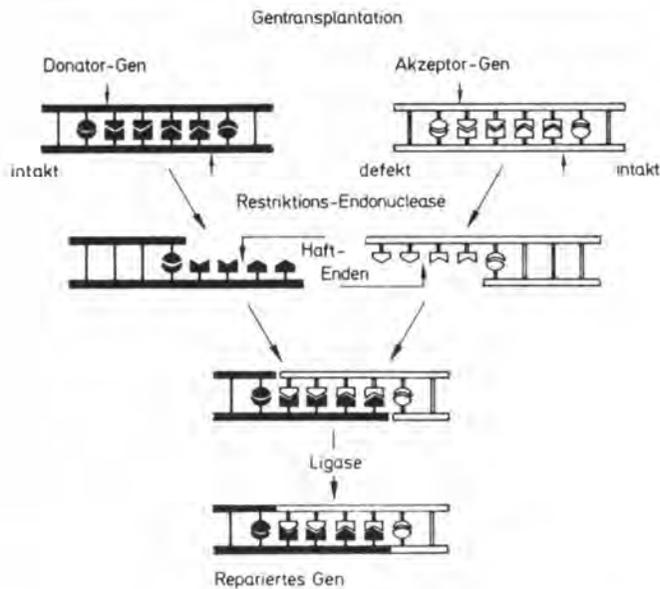
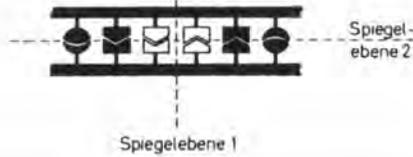
Restriktionsenzyme, die ein bestimmtes Sequenzmuster der DNA erkennen, können den Doppelstrang gezielt auftrennen und in kleinere Abschnitte unterteilen. In den meisten Fällen erfolgt die Auftrennung so, daß an den Schnittstellen Haft-Enden mit definierter Bausteinsequenz überstehen. (Sofern das nicht der Fall ist, muß man solche Haft-Enden an die Schnittstelle ansynthetisieren.) Über das gesamte Genom ist eine größere Zahl verschiedener Erkennungsmuster verteilt, ja jeder Gensatz ist von Natur aus mit einem vollständigen Restriktionsplan ausgestattet. Schneidet man einen bestimmten Abschnitt aus einem Donor-Strang heraus, so läßt sich dieser an der gleichen Stelle eines Akzeptor-Stranges (aus dem das entsprechende Stück zuvor herausgetrennt wurde) einsetzen. An den Schnittstellen passen die Haft-Enden komplementär zueinander und können dann mit Hilfe eines Enzyms, einer sogenannten Ligase, chemisch verknüpft werden. Das für derartige Operationen erforderliche Repertoire von Restriktionsenzymen ist heute in gereinigter Form im Handel erhältlich und wird in vielen Laboratorien bereits routinemäßig eingesetzt.

Anstelle von Restriktionsfragmenten aus Donorsträngen lassen sich auch transkribierte Gene (sogenannte m-RNA) verwenden, die man in DNA-Stränge rückkopiert (vgl. cDNA in Abbildung 3), mit passenden Haft-Enden versieht und so, wie die Restriktionsfragmente, über Vektoren in Wirtszellen einschleust. Als Vektoren eignen sich neben den Plasmiden besonders bestimmte Viren, die auch größere

Abbildung 4:

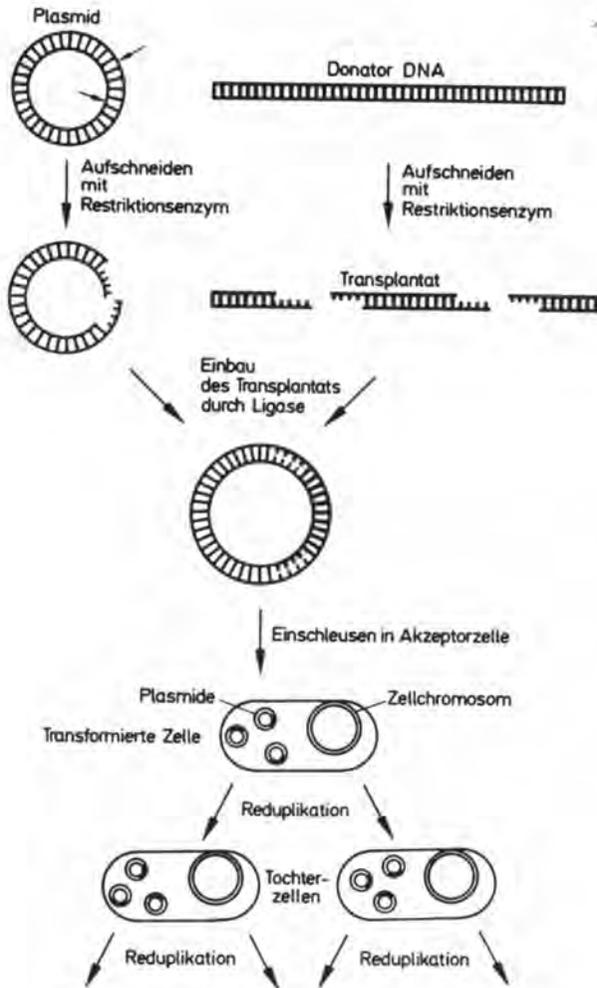
Palindrom:

R E T T E R



Wirkungsweise des Restriktionsenzym bei der Gentransplantation. Im oberen Teil des Bildes ist ein Palindrom aus unserer Sprache dargestellt. Es dient als Beispiel eines spezifischen DNA-Erkennungssignals für ein Restriktionsenzym. Dieses besitzt ebenfalls palindrome Struktur, wenn man die komplementären Sequenzen miteinander vergleicht. Das Restriktionsenzym erkennt die palindromartige Symmetrie des DNA-Abschnittes und schneidet beide Stränge so auf, daß zwei überstehende Haft-Enden mit komplementärer Bausteinsequenz entstehen. Da dieser Prozeß exakt reproduzierbar erfolgt, besitzen alle mit einem derartigen Enzym geschnittenen DNA-Stränge – also Donator und Akzeptor – zueinander passende Haft-Enden, mit deren Hilfe sie sich automatisch miteinander vereinigen. Das Enzym, das die komplementär eingepaßten Enden miteinander verschmilzt, nennt man Ligase.

Abbildung 5:



Transportmechanismus bei der Genübertragung auf Mikroorganismen. Plasmide leben in »Symbiose« mit Zellen. Sie werden wie das genetische Material (Zellkern bzw. -kernäquivalent) bei der Teilung mitreproduziert. Eine Zelle, die diese »Symbiose« eingegangen ist, bezeichnet man als transformiert. (Oft wird die Plasmidinformation auch voll in den Kern integriert.) Nach dem in Abb. 4 gezeigten Prinzip läßt sich genetische Information in Plasmide integrieren. Die Plasmide werden dann als Transportvehikel für die zu übertragenden Gene verwandt.

(Abb. 4 und 5 nach M. Eigen/R. Winkler, »Das Spiel«, München 1975.)

DNA-Fragmente (z. B. Satzätze mit etwa 15000 Symbolen) aufnehmen. Vollständige Gensätze werden so von Organismen als Fragmente in Vektoren kloniert und durch Hybridisierung mit den entsprechenden Genkopien jeweils identifiziert. Auf diese Weise lassen sich heute ganze »Gen-Bibliotheken« anlegen.

Die Erfolge dieser »Technologie« sind längst manifest. Menschliches Insulin, von Coli-Zellen produziert, ist bereits auf dem Markt. Gentechnologisch hergestelltes menschliches Interferon ist in klinischer Erprobung. Wachstumshormone wie auch Regelsubstanzen des Immunsystems, sogenannte Lymphokine, werden folgen.

Manifest ist vor allem der Gewinn an neuer Erkenntnis. Erst mit Hilfe dieser neuen Technologie konnte ein Durchbruch in der Erforschung der Organisation des Genoms höherer Zellen sowie der Struktur und Funktion unseres Immunsystems erzielt werden. Zelltransformation und Tumorentstehung können nunmehr bis ins molekulare Detail hinein verfolgt werden.

Komplexität der Gene

Die Lokalisierung und Übertragung von genetischen Bauplänen – Grundlage der konservativen Gentechnologie – spiegelt nur einen Teilaspekt des Komplexitätsproblems der Molekularbiologie wider. Jedes Gen repräsentiert eine Funktionseinheit, die optimal an ihren Zweck im Gesamtgefüge der Lebensordnung angepaßt ist. Mit welchen Dimensionen des Komplexitätsproblems wir es hier zu tun haben, wird uns erst bewußt, wenn wir die Menge sämtlicher alternativer Symbolsequenzen, die aus einem einzigen Gen durch bloße Vertauschung der Symbole entstehen, ins Kalkül ziehen.

Die Zahl der Symbole in der Sequenz, die wir als Gen bezeichnen, übersteigt selten die Größenordnung tausend. Allein bei einer Genlänge von tausend Symbolen – jeder der tausend Positionen ist eins der vier Symbole A, T, G oder C zugeordnet – gibt es 4^{1000} alternative Anordnungen gleicher Länge. Diese Zahl ist unvorstellbar. Daran ändert sich auch nichts, wenn wir sie ins Dezimalsystem übersetzen, wo sie dann (etwa) 10^{600} lautet. Wir besitzen einfach keinerlei Vorstellungsvermögen für derartig große Zahlen.

Die Physiker können heute den gesamten Materiegehalt des Universums abschätzen. Er ist das Äquivalent von »nur« etwa 10^{74} der genannten Gene. Das Alter des Universums beträgt nicht einmal 10^{18} Sekunden. Selbst wenn die gesamte Materie des Universums von Beginn, das heißt vom Urknall an dazu benutzt worden wäre, ausschließlich Gene der genannten Länge zu produzieren, und wenn diese Gene innerhalb jeder Sekunde abgebaut und in veränderter Sequenz wieder aufgebaut worden wären, so hätten von den 10^{600} möglichen lediglich 10^{92} verschiedene Sequenzen durchprobiert werden können. Dieses Zahlendilemma wird wiederholt als Grund dafür angeführt, daß Leben nicht auf unserem Planeten, sondern irgendwo im Universum entstanden sein müsse. Das Massenverhältnis Universum/Erde beträgt aber »nur« $\sim 10^{28}$, was gegenüber der erwähnten Diskrepanz der Größenordnungen absolut vernachlässigbar ist.

Aus diesem spektakulären Zahlen-Mißverhältnis läßt sich allein der Schluß ziehen, daß Gene, die eine optimale Funktionseinheit repräsentieren, nicht per Zufall, sondern in einem auf das Optimum ausgerichteten zielstrebigem Prozeß entstanden sind.

Dem Biologen unserer Tage muß das Postulat einer Zielstrebigkeit als Häresie erscheinen. Es hat aber eine verlockende Konsequenz: Ließe sich die Gesetzmäßigkeit finden, die einer solchen Zielstrebigkeit zugrunde liegt, so müßte es möglich sein, mit ihrer Hilfe den Prozeß im Laboratorium nachzuvollziehen. Das Ziel einer *evolutiven* Gentechnologie wäre damit in greifbare Nähe gerückt. Evolutive Gentechnologie, das bedeutet synthetische Genbaupläne und deren Übersetzungsprodukte einer gewünschten Funktion optimal anpassen.

Die Natur hat dieses Werk vollbracht, wenn auch in einem Laboratorium von planetarischem Ausmaß und in einer nach Millionen oder gar Milliarden Jahren zählenden Zeitspanne. Wenn es uns gelingt, das Prinzip einer »zielgerichteten Evolution« aufzuklären und mit dem so gewonnenen Wissen unter Einsatz der uns zur Verfügung stehenden natürlichen molekularen Werkzeuge steuernd einzugreifen, so besteht wohl Aussicht, die räumlichen und zeitlichen

Dimensionen des Optimierungsprozesses auf Laboratoriumsmaßstäbe zu komprimieren.

Der Sequenzraum der Gene

Angesichts der hyperastronomischen Größenordnungen, wie sie in den alternativen Sequenzanordnungen der Gene zum Ausdruck kommen, ist es wichtig, einen geeigneten Raum zur Darstellung der Mannigfaltigkeit individueller Sequenzen zu finden. Der dreidimensionale Raum ist selbst bei kosmischen Abmessungen dazu offensichtlich nicht geeignet. Dazu kommt, daß sich in einem solchen Raum die Nachbarschaftsverhältnisse einander verwandter Sequenzen nicht korrekt wiedergeben lassen. Wir benötigen einen Raum, in dem wir uns trotz der immensen Komplexität der Sequenzrelationen leicht orientieren können. Das bedeutet, daß Sequenzen, die einander ähnlich sind, auch nahe beieinander angeordnet sein müssen. Die Schwierigkeit, dieses Problem in einem unserer Anschauung geläufigen Raum darzustellen, möchte ich an einem Beispiel erläutern.

Wir betrachten einen Anpassungsprozeß, in dem eine erwünschte Sequenz durch sukzessive Umbesetzung von Positionen zielstrebig angesteuert wird. Die Zielsequenz wird schließlich über sogenannte Vorläufersequenzen erreicht, die jener immer ähnlicher werden. Will man einen solchen Annäherungsprozeß in einer Ebene darstellen, so würde man zweckmäßigerweise die Zielsequenz in der Mitte plazieren und allen Vorläufersequenzen Abstände zur Zielsequenz zuordnen, die ihrer Ähnlichkeit mit dieser entsprechen. Demnach lägen beispielsweise alle Sequenzen, die sich in nur einer Position von der Zielsequenz unterscheiden, auf einem Kreis mit dem Radius »eins« um den Mittelpunkt, entsprechend die Zweifehler-Sequenzen auf einem Kreis mit dem Radius »zwei«, usw. In einem solchen Diagramm lassen sich zwar die Abstände zur Zielsequenz korrekt wiedergeben, nicht aber die gegenseitigen Abstände möglicher Vorläufersequenzen. Das bedeutet, daß eine zusammenhängende, zum Ziele führende Route in diesem Diagramm nicht gezeichnet werden

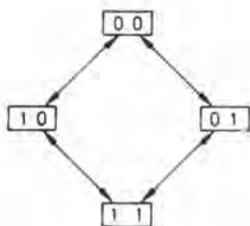
könnte, es sei denn, man rekonstruiert einen tatsächlich abgelaufenen Prozeß und ordnet willkürlich allen Vorläufersequenzen entsprechend benachbarte Punkte zu.

Wie die korrekte räumliche Anordnung der Sequenzen aussehen müßte, ist aus Abbildung 6 zu ersehen: Alle Einfehler-Mutanten, bezogen auf die Zielsequenz, bekommen den Abstand »eins« und haben untereinander den Abstand »zwei«. Jede Zweifehler-Mutante ist von der Zielsequenz um »zwei«, von ihren beiden Einfehler-Vorläufern um »eine«, von den beiden in einer Position mit ihr identischen Zweifehler-Mutanten um »drei« und von jeder weiteren (nicht überlappenden) Zweifehler-Mutante um »vier« Einheiten entfernt. Wenn man dieses Schema sukzessive unter Wahrung der korrekten gegenseitigen Abstände ausbauen will, so braucht man dazu einen Raum, der so viele Dimensionen hat, wie es Positionen in der Sequenz gibt. Nennen wir diese Zahl v , so finden sich alle Einfehler-Mutanten im Abstand eins zur Zielsequenz auf den v verschiedenen Achsen eines entsprechenden Koordinatenkreuzes. Zielsequenz und Zweifehler-Mutanten sitzen dabei auf den Diagonalknoten von Quadraten, die sich aus den beiden, den Vorläufern zugeordneten Achsen konstruieren lassen. Man erhält bei Fortführung dieser Konstruktion schließlich ein v -dimensionales Gebilde, in dem 2^v (bzw. für vier Symbole A, U, G, C: 4^v) Punkte definiert sind.

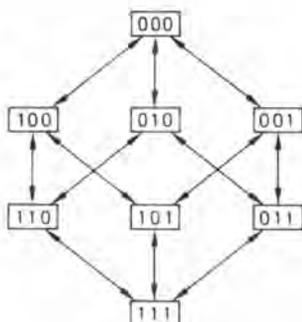
Was gewinnen wir mit einer solchen höher-dimensionalen Darstellung? Welchen Vorteil erkaufen wir mit dem Verlust unseres Anschauungsvermögens? Der erste Vorteil wurde bereits erwähnt: Allein in dieser Darstellung werden die Abstandsverhältnisse für den gesamten Raum der Sequenzen korrekt wiedergegeben und damit ein Optimierungs- oder Anpassungsprozeß durch zusammenhängende Routen darstellbar. Das ist entscheidend, will man für diesen Optimierungsprozeß einen einfachen Algorithmus – eine Verfahrensregel – finden. Ein zweiter Vorteil ist, daß trotz der »Unermeßlichkeit« dieses Raumes die Abstände relativ klein bleiben. Bei einer Genlänge von 1000 Symbolen ist der größte Abstand 1000. Dennoch

Abbildung 6:

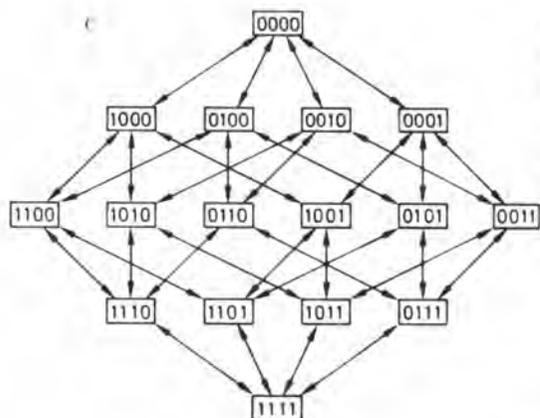
a



b



c



Die Nachbarschaftsverhältnisse innerhalb einer Mutantenverteilung lassen sich nur im v -dimensionalen Sequenzraum korrekt darstellen, wobei v die Zahl der Positionen in der (in diesem Falle binären) Sequenz ist. Diese unserer Auffassung fremde Darstellungsweise wird im Bild an drei Beispielen erläutert: a) zwei-dimensionale Darstellung für eine Sequenz mit zwei Positionen, b) Projektion eines drei-dimensionalen Sequenzraumes für eine Sequenz mit drei Positionen, und c) Konnektivitätsdiagramm für einen 4-dimensionalen Sequenzraum. 0 und 1 sind die beiden alternativen Besetzungen einer Position. Der Übergang von der Dimension 2 zur Dimension 4 macht die drastische Zunahme der Verknüpfungen mit steigender Dimension deutlich. Eine Sequenz mit v -Positionen hat 2^v alternative Anordnungsmöglichkeiten, und es gibt $v! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (v-1) \cdot v$ Wege zwischen den beiden extremen Besetzungen (in denen alle Positionen mit 0 bzw. 1 besetzt sind). Jeder Punkt hat v nächste Nachbarn, die Einfehler-Mutanten zu diesem Punkt darstellen.

erreicht die Zahl der Knotenpunkte die erwähnte, für uns unvorstellbare Größenordnung 10^{600} . Eine Genlänge von 180 Symbolen würde bereits ausreichen, das gesamte Universum Ångström für Ångström abzubilden. Eine Sequenz von nur 25 Positionen wäre ausreichend, die gesamte Erdoberfläche im Quadratmetermaßstab zu kartieren. Man kann in dieser 25-dimensionalen Darstellung jedem Punkt eine Höhenangabe zuordnen. Die so dargestellte Landschaft wäre unvorstellbar bizarr. Der größtmögliche Abstand in diesem Raum wäre 25 »Meter«. Man ist also an keinem der rund 10^{11} Koordinatenpunkte um mehr als 25 »Meter« von der Position des höchsten Berges entfernt. Freilich, es ginge um 25 »Ecken« und man könnte sich in den 25 Dimensionen leicht verlieren, nicht minder als in den unermeßlichen Weiten auf der Oberfläche unseres Planeten.

Die berechnete Frage lautet nun: bringt es irgendeinen Vorteil, wenn der Abstand klein, dafür aber die Zahl der Dimensionen (mäßige) groß wird? Für einen nicht-zielgerichteten, zufallsgesteuerten Prozeß halten sich Vorteil und Nachteil die Waage. Das ist aber nicht mehr der Fall, wenn ein Gradient existiert, der den Prozeß in eine bestimmte Richtung lenkt.

Denken wir an eine Bergtour. Man hat nicht unbedingt ein festes Ziel vor Augen, aber man will »hinauf«, d. h. der Gradient liegt fest. Ist man erst einmal auf einer Paßhöhe oder einem Joch angelangt, so versucht man entlang des Grates möglichst viele Gipfel zu erreichen, ohne zwischendurch zu viel an Höhe zu verlieren. Man ist allerdings durch die Eindimensionalität des Grates sehr eingeschränkt.

Im v -dimensionalen Raum gestaltet sich ein solcher Prozeß sehr viel günstiger. Hier kann man von jedem Punkt aus in v verschiedene Richtungen voranschreiten. Es gibt »Pässe« verschiedener Ordnung, an denen es in k Richtungen bergauf und in $v-k$ Richtungen bergab geht ($k \leq v$). Die Konsequenz ist, daß alle Punkte der Landschaft viel stärker miteinander verknüpft sind, daß man leichter aus einer Senke heraus, oder von einem Gipfel zum anderen kommt.

Hier mag bereits die Parallele zum Optimierungsprozeß erkennbar

sein. Doch haben wir noch nicht das Prinzip aufgedeckt, das den natürlichen Prozeß lenkt, und dessen notwendige Existenz wir allein aus der komplexen Realität geschlossen hatten.

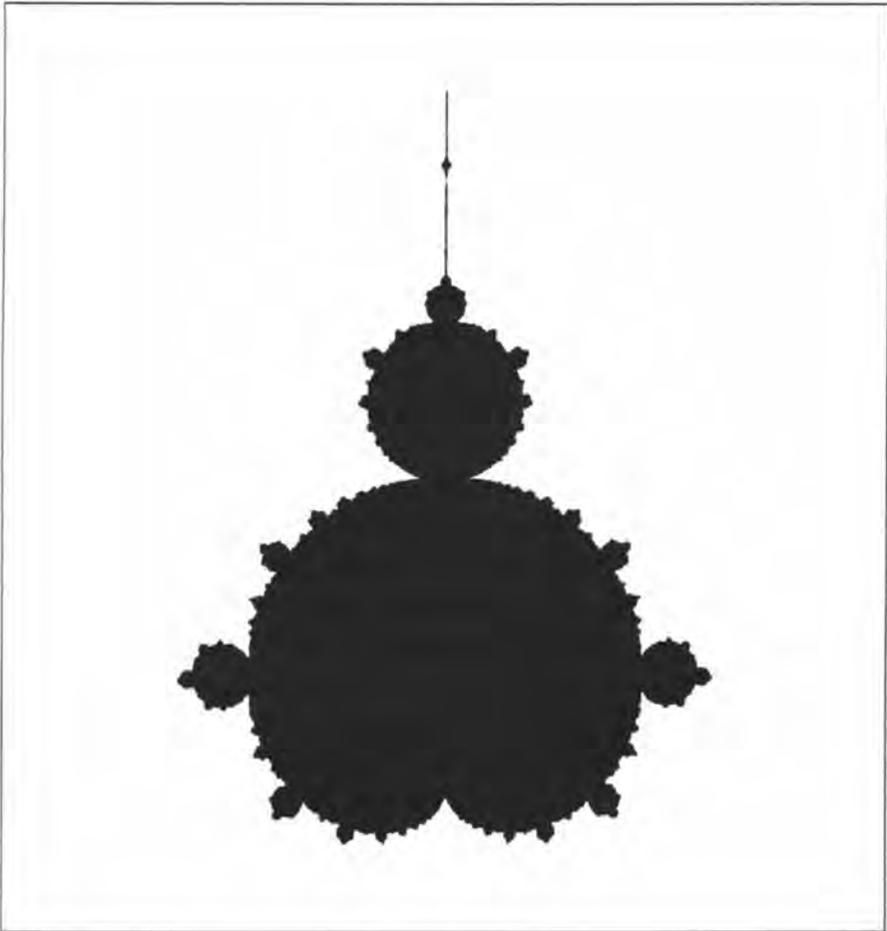
Simplex Sigillum Veri

Dieser Spruch stand in großen Lettern an der Stirnwand des Hörsaales des Göttinger 1. Physikalischen Institutes. Als Studenten mochte uns das ganz und gar nicht einleuchten. Die Wirklichkeit ist komplex, in der Physik, der Chemie und in ganz besonderem Maße in der Biologie. Doch mit *verum* ist hier nicht die Wirklichkeit gemeint. *Verum* ist das Wahre, die Prinzipien, die hinter der Wirklichkeit stehen und sie gestalten.

Betrachten wir die in den Abbildungen 7 bis 9 gezeigten Computergraphiken. Sie entstammen einer Experimentalstudie von Heinz Otto Peitgen und Peter Richter.* Man kann sich dem ästhetischen Reiz, der von diesen Bildern ausgeht, nicht entziehen und mag kaum glauben, daß derartig phantasievolle Gebilde von einem Computer nach einem sehr einfachen Rückkopplungs-Algorithmus komponiert werden. Rückkopplung bedeutet hier, daß eine Rechenvorschrift immer wieder mit ihrem Ergebnis gefüttert wird. Der Computer beginnt mit einem Anfangswert x und wendet auf diesen die Rechenvorschrift an, zum Beispiel x^2+c , wobei c eine vorgegebene Konstante ist. Dann koppelt er zurück, indem er das erhaltene Ergebnis als neuen x -Wert einsetzt. Diese Prozedur wird ständig wiederholt. Die gezeigten Bilder sind aus einem solchen Iterationsprozeß hervorgegangen. Wie das im einzelnen geschieht, ist in den Bildunterschriften erläutert.

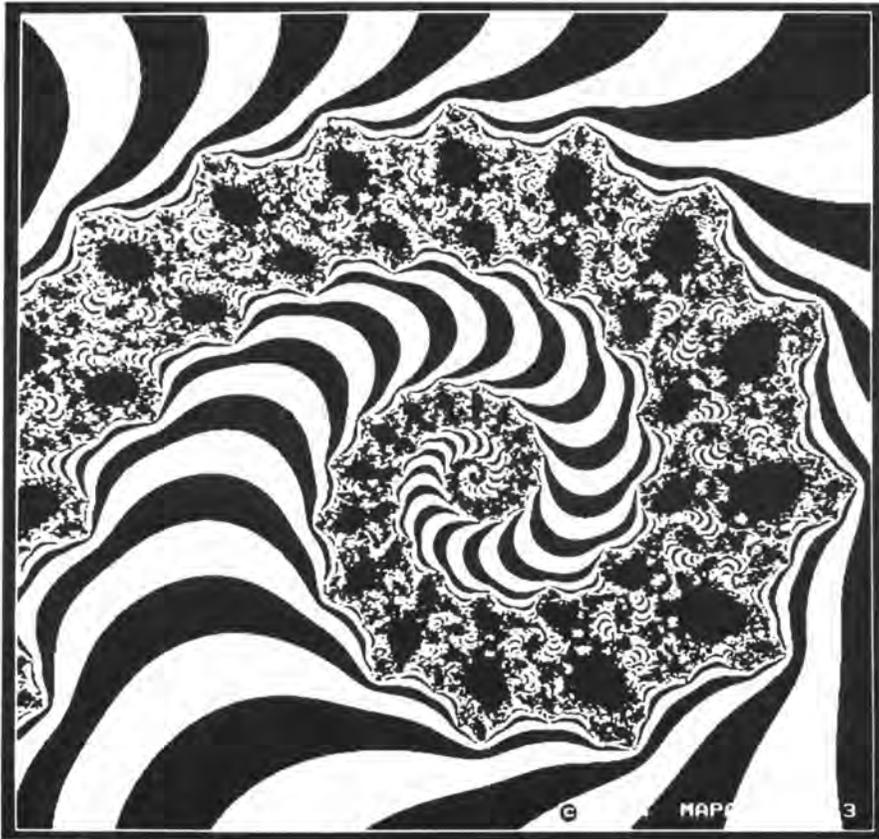
* Eine große Zahl farbiger Graphiken ist in einem Ausstellungskatalog erschienen. Herausgeber: H. O. Peitgen, P. H. Richter, Forschungsgruppe »Komplexe Dynamik«, Universität Bremen, in Verbindung mit den Max-Planck-Instituten für biophysikalische Chemie (Göttingen) und Mathematik (Bonn). Die Wiedergabe der Graphiken in den Abbildungen 7 bis 9 erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Autoren.

Abbildung 7:

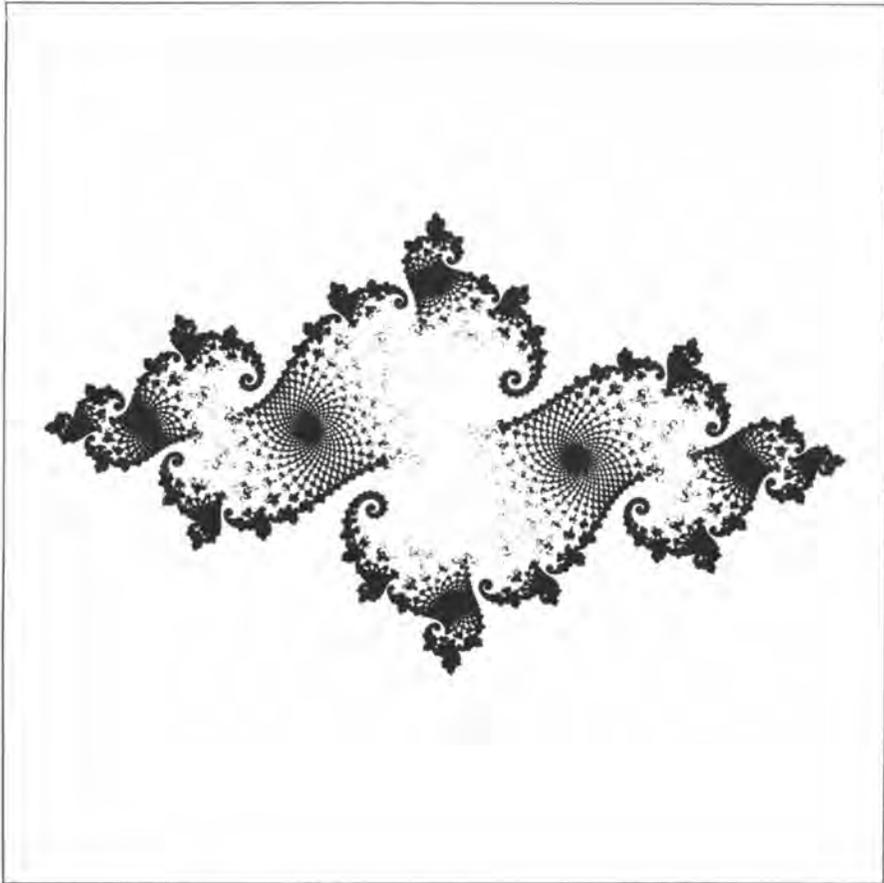


Der im Text beschriebene Rückkopplungsprozeß $x \rightarrow x^2 + c$ wird, mit $x=0$ beginnend, auf komplexe Parameter c angewandt. Die schwarz eingefärbte Figur gibt die Menge aller Werte in der komplexen c -Ebene wieder, für die x im Verlaufe des Prozesses nicht nach unendlich wandert. Man nennt die Menge der schwarzen Punkte nach ihrem Entdecker die Mandelbrot-Menge. Die »Knospen« dieser in der komplexen Zahlenebene erscheinenden Figur haben für den Mathematiker eine offensichtliche Bedeutung: Der Prozeß führt den Punkt $x=0$ auf periodische Bahnen, die um so verzweigter werden, je feiner die »Knospe« ist.

Abbildung 8:



Am Außenrand der Mandelbrot-Menge, also im weißen Gebiet der Figur 7, kann man analysieren, wie schnell der Prozeß den Punkt $x=0$ nach unendlich führt. Dabei erhält man Niveaulinien, deren Zwischenräume hier abwechselnd schwarz und weiß wiedergegeben sind. Die komplexe Struktur dieses Bildes deutet an, wie ungeheuer zerklüftet der Rand der Mandelbrot-Menge ist. Der Ausschnitt liegt im Tal zwischen der Hauptfigur und der größten Knospe. Der Bildausschnitt entspricht den folgenden Werten von c : Imaginäranteil: oberer Bildrand 0.113385, unterer Bildrand 0.111960. Realteil: linker Bildrand -0.745910 , rechter Bildrand -0.744485 .



Für einen ausgewählten Wert von c sehr nahe am Außenrand der Mandelbrot-Menge (Realteil: -0.745430 , Imaginärteil: 0.113010), und zwar aus dem Gebiet der Figur 8, wird hier in der x -Ebene die Menge von Punkten gezeigt, für die der Prozeß *nicht* nach unendlich führt. Eine genauere Analyse zeigt, daß diese Menge aus lauter isolierten Punkten besteht. Sie gruppieren sich allerdings zu spiraligen Figuren, die eine auffällige Ähnlichkeit mit Motiven der Figur 8 zeigen.

Die hier als Beispiel gewählte sehr einfach anmutende quadratische Formel x^2+c hat es »in sich«. Was bei der Rückkopplung geschieht, hängt ganz entscheidend von der Wahl der Konstanten c ab. Für $c=0$ werden alle von x kleiner als eins ausgehenden Prozesse nach null laufen, dagegen alle solchen für x größer als eins nach unendlich. Null und unendlich sind also Attraktoren, und eins stellt die Grenze für die Einzugsgebiete der Lösungen dar. Interessant wird es, wenn man für c die Werte -1 oder -2 wählt und die Folge zum Beispiel mit $x=0.5$ beginnt. Im ersten Fall oszillieren die erhaltenen Werte, im zweiten Fall scheinen sie dagegen regellos zu schwanken, als wären sie erwürfelt worden. Sie sind aber keineswegs Zufallsergebnisse, sondern deterministische Lösungen der genannten Gleichung. Trotz dieser Determiniertheit müßte man den Ausgangswert sehr genau kennen, um nach einer längeren Folge von Iterationen noch das Ergebnis voraussagen zu können. Für den Mathematiker ist die Anfangszahl 0.5 genau definiert. In der Wirklichkeit aber läßt sich ein Zahlenwert, z. B. ein in einem Experiment bestimmter Meßwert niemals beliebig genau festlegen. Man nennt daher dieses eigenartige, auf lange Sicht nicht vorhersagbare Verhalten »deterministisches Chaos«.

Das Ganze mag zunächst wie eine Spielerei anmuten, es hat jedoch einen seriösen wissenschaftlichen Hintergrund. Schon die genannte Gleichung spielte für ein Verständnis nichtlinearer Phänomene in der Physik eine bedeutende Rolle. In transformierter Form finden wir sie in der Populationsdynamik, in der Laserphysik, in der Hydrodynamik (bei der Beschreibung der Turbulenz), wie auch bei den in diesem Aufsatz behandelten Phänomenen der molekularen Evolution. Grundlegende mathematische Einsichten wurden in den letzten Jahren aus einer Analyse der Lösungsmengen sowie ihrer Einzugsgebiete und deren Grenzen gewonnen.

Vor allem besticht aber die Schönheit und ästhetische Ausgewogenheit dieser Bilder. Kommt dies von ungefähr? Die komplexen Strukturen erinnern an Formen, die wir in der belebten Welt antreffen, oder an Gebilde, die unserer Phantasie entstammen könnten. Entstehen die natürlichen Phänomene vielleicht nach ähnlichen, einfa-

chen Algorithmen, deren Auswirkungen und Manifestationen ebensowenig vorhersagbar sind wie die »chaotischen« Lösungen? Gibt es hier einen Zusammenhang, der tiefer reicht als die formale Analogie? Wir wissen es nicht. Wir finden im Bereich der Lebenserscheinungen allenthalben komplexe Strukturen, hinter denen einfache Bildungsalgorithmen stehen. Komplexität in den Strukturen der Wirklichkeit bedeutet nicht unbedingt Komplexität der Prinzipien, die die Wirklichkeit gestalten. Das ist die Lehre, die wir aus den hier gezeigten Bildern ziehen.

Prinzip und Realität in der Biologie

Auch die komplexen Baupläne des Lebens verdanken ihre Entstehung einem einfachen Algorithmus: Darwins Prinzip der natürlichen Auslese. Über den Inhalt dieses Prinzips war man sich lange im unklaren. Als eine Betriebsanleitung, die die Entstehung der komplexen Vielfalt der Lebewesen regelt und damit die Realität des Phänomens Leben lückenlos erklärt, konnte es unmöglich taugen. Ein Prinzip beschreibt nicht den Prozeß an sich, sondern das, was in dem Prozeß mit reproduzierbarer Regelmäßigkeit wiederkehrt. Damit abstrahiert es von der Wirklichkeit.

Zunächst hielt man das Prinzip der natürlichen Auslese für eine bloße Tautologie. Wenn der bestangepaßte Typ allein durch die Tatsache des Überlebens charakterisiert ist, dann allerdings bedeutet »survival of the fittest« nichts anderes als »survival of the survivor«. Die Populationsgenetik in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts hat diesen Sachverhalt ins rechte Licht gerückt. Es handelt sich weder um eine Tautologie noch um ein der belebten Materie inhärentes mystisches Axiom. Darwins Prinzip läßt sich als eine Relation formulieren, die als unmittelbare Konsequenz aus der Selbstreproduktion der Lebewesen hervorgeht. Als solche wirkt sie sich im Sinne eindeutiger Selektion nur unter besonderen Voraussetzungen aus. Selektion kann in Koexistenz übergehen, ohne daß das Prinzip damit verletzt wäre. Darwins Prinzip ist kein weltanschauliches Dogma, sondern eine »wenn-dann«-Beziehung wie viele unserer

Naturgesetze. Nur *wenn* die Voraussetzungen erfüllt sind, kann das vom Gesetz vorhergesagte Ergebnis eintreten. *Dann* aber ist diese Konsequenz unausweichlich.

Was leistet Darwins Prinzip als Naturgesetz?

Seine wesentliche Bedeutung liegt darin zu zeigen, daß die Zahl der im Evolutionsprozeß erscheinenden Gensequenzen stark eingeschränkt ist. Wir hatten von den 10^{600} alternativen Sequenzen eines aus 1000 Symbolen bestehenden Gens gesprochen. Diese Zahl hätte als Wahrscheinlichkeitsmaß nur dann einen Aussagewert, wenn jede der 10^{600} möglichen Alternativen tatsächlich auftreten könnte, wie es der Fall wäre, wenn eine bestimmte Sequenz erwürfelt werden müßte. Gerade das aber wird durch Selektion verhindert bzw. stark eingeschränkt.

Das Bemühen, einen in der historischen Wirklichkeit abgelaufenen Prozeß: die Entstehung der Arten von den ersten Proteinmolekülen bis hin zum Menschen auf die Wirkung *eines* Prinzips reduzieren zu wollen, ist für ein Verständnis der Natur dieses Prinzips eher hinderlich gewesen. So hat sich auch eine Interpretation eingebürgert, die, wäre sie in ihrer extremen Form richtig, unweigerlich bedeutete, daß die Evolution schon bald in einer Sackgasse gelandet wäre. Diese Interpretation lautet: Selektion ist als deterministischer Prozeß unausweichlich, sobald die vorteilhafte Mutante auftritt. Das Erscheinen dieser Mutante ist jedoch vollkommen dem Zufall überlassen, ein stochastischer Prozeß, für den es keinerlei Zielstrebigkeit gibt. Das Problem der großen Zahlen alternativer Sequenzen, das durch das Selektionsprinzip gerade überwunden schien, schliche sich so wieder zur Hintertür herein. Bei dieser Interpretation müßte der Evolutionsprozeß auf einen relativ niedrigen Werthügel zulaufen. Jedem »Sprung« von dort auf den nächsthöheren Werthügel müßte wiederum ein statistisches Durchspielen aller Alternativen vorangehen. Bedenkt man, daß schließlich der dem optimalen Bauplan entsprechende Wertgipfel nur noch durch Überwindung riesiger Sprungweiten zu erreichen ist, so wird man sich bald von der Hoffnungslosigkeit, auf diese Weise das Ziel erreichen zu können, überzeugen.

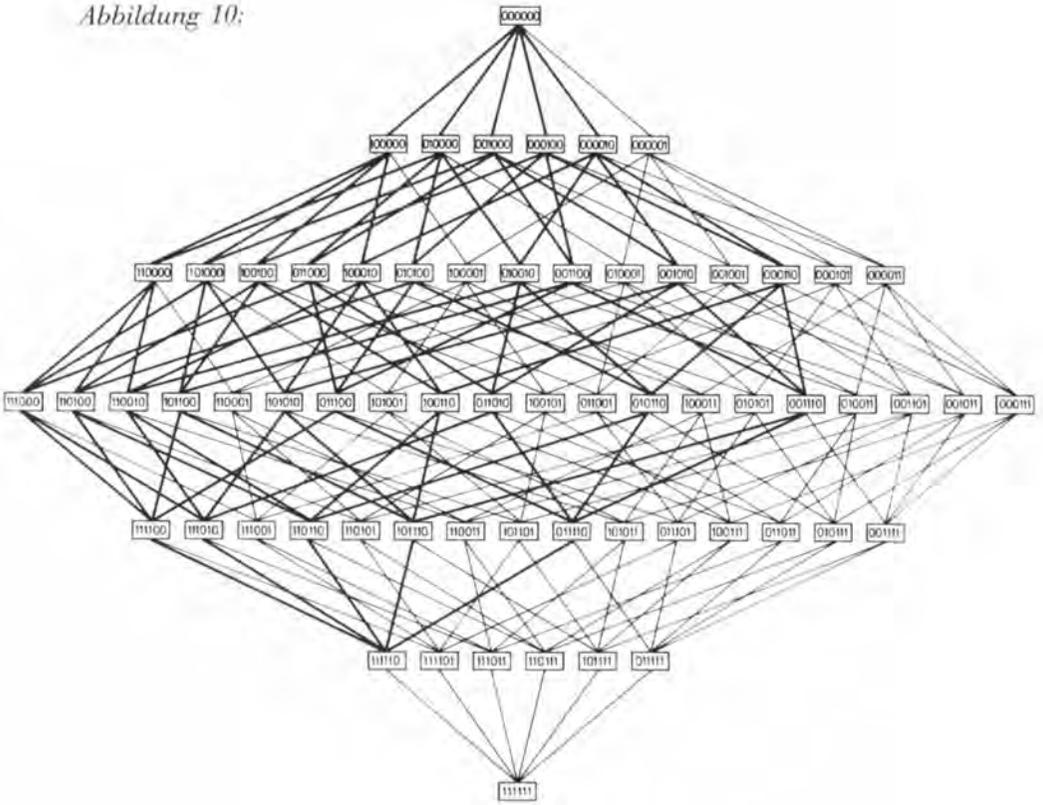
Die oben gegebene Interpretation des Selektionsprinzips ist jedoch nicht korrekt. Das sieht man besonders deutlich, wenn man dieses auf ein eindeutig definiertes Modell, etwa die Selbstreproduktion der Genbaupläne, anwendet. Man erkennt dann,

- 1) daß Mutanten nicht völlig regellos entstehen, sondern aus den in der Verteilung am häufigsten erscheinenden Vorläufern hervorgehen,
- 2) daß die Frage, welche Vorläufer am häufigsten in der Verteilung vorkommen, wiederum von deren Selektionswert relativ zu dem der optimalen Variante innerhalb der Verteilung abhängt,
- 3) daß Selektionswerte nicht regellos verteilt sind, sondern in zusammenhängenden Regionen angeordnet sind (ähnlich wie die Höhenwerte auf der Erdoberfläche, die sich auch zusammenhängend in Gebirgsregionen und Tiefebene aufteilen) und schließlich
- 4) daß diese – keineswegs regellose – Verteilung der Selektionswerte im v -dimensionalen Sequenzraum der Genbaupläne erscheint, in dem die Abstände klein und alle Wege vielfältig miteinander vernetzt sind.

Die Konsequenz dieses Sachverhaltes (die sich quantitativ erst aus einer exakten mathematischen Analyse des Problems ergibt) läßt sich bildlich folgendermaßen beschreiben: In der Wertlandschaft im v -dimensionalen Sequenzraum sind praktisch nur die durch viel-dimensionale Grate miteinander verknüpften Gipfel des Wertgebirges besetzt. Bei optimaler Korrelation zwischen Sequenzlänge und Besetzungszahl läßt sich immer ein ansehnlicher Gipfel erreichen. (Vgl. Abbildung 10.)

Zwei Anwendungen der neu gewonnenen Erkenntnisse bieten sich unmittelbar an: Die erste ist in die Vergangenheit gerichtet. Die Genbaupläne, so wie wir sie heute durch Sequenzanalyse in Organismen verschiedener Entwicklungsstufen bestimmen und zueinander in Beziehung setzen können, enthalten Information über ihre Evolution, die sich im Sequenzraum quantitativ widerspiegelt. Die Topologie der Verwandtschaftsverhältnisse läßt sich dabei eindeutig aus den Daten ableiten. So ergibt sich aus einem Sequenzvergleich

Abbildung 10:



In einer binären Sequenz mit 300 Positionen gibt es ca. 10^{12} verschiedene der in diesem Bild dargestellten, 6-Fehler-Mutanten zugeordneten Regionen. Einige von diesen enthalten Mutanten, die sich in ihrem Selektionswert nur geringfügig vom Wildtyp unterscheiden. Mutanten mit großem Fehlerabstand vom Wildtyp treten zahlenmäßig nur dann nennenswert in Erscheinung, wenn sie sich einer solchen Region zuordnen lassen. Da die Selektionswerte – ähnlich wie Gebirge und Ebenen auf der Erde – zusammenhängend und nicht zufallsartig verteilt sind, gibt es aufgrund der starken Verknüpfung gute Chancen, in einer solchen »Gebirgsregion« den höchsten Punkt zu finden. In der evolutiven Gentechnologie versucht man, aus Selektionswertmeßdaten die »Gebirgsregionen« und deren höchste Punkte zu lokalisieren. Die fett gezeichneten Verbindungslinien gehören zum Verzweigungsbereich einer 5-Fehler-Mutante. Das Bild macht noch einmal die starke Zunahme der Vernetzung mit ansteigendem Fehlerabstand deutlich (siehe auch Abbildung 6).

eines bestimmten Gens in verschiedenen Arten eine für die Phylogenie typische, baumhafte Verknüpfung, die auf eine sukzessive Auffächerung hinweist. Für eine Familie verwandter Gene innerhalb eines bestimmten Organismus erhält man dagegen eine büschelhafte Struktur, aus der sich der Vorläufer, das »Ur-Gen«, rekonstituieren läßt. Die Evolution der molekularen Maschinerie der Zellen läßt sich damit bis in früheste Stadien zurückverfolgen. Diese datieren sämtlich innerhalb des Rahmens der zeitlichen Existenz unseres Planeten. Es gibt also historische Zeugnisse dafür, daß Leben sich auf unserem Planeten entwickeln konnte und nicht erst aus dem Universum importiert werden mußte.

Die zweite Anwendung ist in die Zukunft gerichtet. Die theoretisch und experimentell gesicherten Kenntnisse über die Mechanismen der Evolution der Gene lassen sich gezielt für eine evolutive Gentechnologie ausnutzen.

Evolutive Biotechnologie

Es scheint, als hätten wir bei unseren Betrachtungen das Homunculus-Problem ganz aus den Augen verloren. Für den Molekularbiologen unserer Tage ist jedoch Homunculus nichts anderes als der *künstlich erzeugte* »aperiodische Kristall« eines DNA-Moleküls, das für eine Lebensfunktion codiert. In der konservativen Gentechnologie geht man von den natürlichen Trägern der Lebensfunktionen (z. B. Genen höherer Organismen) aus, die man durch einen – der Natur abgeschauten – Kunstgriff auf einen Mikroorganismus überträgt. Da sich ein Mikroorganismus leicht vervielfältigen läßt, kann man das Genprodukt in großen Mengen reproduzierbar herstellen. Der vom Biologen ausgewählte Mikroorganismus ist zwar ein »natürliches« Lebewesen, doch ist das eingepflanzte Gen nicht »natürlicher« Bestandteil seines Genoms. Nichtsdestoweniger sind sowohl das erhaltene Produkt als auch die Art seiner Produktion als »natürlich« zu bezeichnen.

Ein molekularer Homunculus, ein echtes Kunstprodukt, das dennoch Eigenschaften aufweist, die für lebende Organismen charak-

teristisch sind, könnten nach den oben erläuterten Prinzipien der molekularen Selbstorganisation auch durchaus evolutiv erzeugt werden – also nach den gleichen Prinzipien, wie sie die Natur anwendet, jedoch außerhalb eines lebenden Organismus, etwa in einer Maschine. Das Wesentliche an einer solchen Maschine wäre, sie so zu programmieren, daß sie durch geschickte Ausnutzung unserer Kenntnisse über den Sequenzraum und seine Besetzung den Prozeß automatisch in die optimale Richtung lenkt. (Im Göttinger Max-Planck-Institut bauen wir zur Zeit am Prototyp einer solchen Evolutionsmaschine.) Die Theorie zeigt, daß es möglich sein sollte, das Komplexitätsproblem auf Laboratoriumsmaßstäbe zu reduzieren. Aber auch dann hat man es noch immer mit gigantischen Zahlen zu tun, denn die Bewältigung der Komplexität ist die eigentliche Aufgabenstellung der Maschine. Das bedeutet Parallelbehandlung und automatische Registrierung einer sehr großen Zahl individueller Klone, iterative Selektion und (computergesteuerte) Suche des optimalen Lösungsweges. In Verbindung mit der heute üblichen konservativen Gentechnologie könnte eine solche Maschine Maßstäbe für eine Biotechnologie der Zukunft setzen.

Andererseits ist man jedoch weit davon entfernt, auf diesem Wege etwa autonome lebende Systeme zu erzeugen. Das geregelte Zusammenspiel von Tausenden von Genen, wie es im Erscheinungsbild und Funktionsablauf des Lebensprozesses zum Ausdruck kommt, ist auch für den Molekularbiologen unserer Tage noch immer ein Buch mit sieben Siegeln.

Wissen: Können: Dürfen?

Die Ergebnisse der Forschung beweisen, daß Leben als ein Naturprinzip, als reproduzierbare Regelmäßigkeit natürlichen Geschehens verstanden werden kann. Die Regularität »Leben« ist durch Prinzipien charakterisierbar. Die hierdurch gesteuerten materiellen Prozesse lassen sich mathematisch beschreiben und im Laboratorium geordnet nachvollziehen. Dabei stellt sich heraus, daß ein bestimmtes Verhalten aus definierten Rahmenbedingungen hervor-

geht, ja aufgrund der Bedingungen unausweichlich wird. Damit wissen wir allerdings noch nicht sehr viel über die realen Spielarten des Lebens, noch über den historischen Prozeß der Lebensentstehung. Die Theorie sagt uns lediglich, was möglich, respektive was nicht möglich ist. Theorie bedeutet Abstraktion vom natürlichen Geschehen, Fokussierung auf ein »wenn–dann«-Verhalten.

Die für die Entstehung des Lebens maßgeblichen Naturprinzipien gehen aus den uns bekannten Grundlagen der Physik und Chemie hervor. Nichtsdestoweniger sind sie typisch für das Phänomen »Leben« und beschreiben ein Verhalten, das in Prozessen der unbelebten Welt nicht anzutreffen ist. Leben ist ein Ordnungszustand, doch ist diese Ordnung zum Unterschied von den dem Physiker und Chemiker geläufigen Gleichgewichtsstrukturen nicht im Detail vorhersehbar. Wachstum und Selektion schließen Instabilitäten ein, in denen molekulare Fluktuation sich zu makroskopischen Dimensionen aufschaukeln. Dennoch ist die Kausalkette: Reproduktion → Wachstum → Selektion → Evolution determiniert, somit vorhersagbar und im Laborversuch nachvollziehbar. Sol Spiegelman in den USA hatte als erster solche Versuche begonnen. Manfred Sumper und Christof Biebricher in Göttingen haben gezeigt, daß optimal angepaßte Produkte (RNA-Moleküle) evolutiv – nach den Prinzipien der Natur – im Reagenzglas erhalten werden können.

Viele Menschen geraten durch die neuen Erkenntnisse der Molekularbiologie in einen Glaubenskonflikt. Sie haben offensichtlich mit dem Begriff Schöpfung schon eine Vorstellung verknüpft, in die eine »natürliche« Erklärung nicht hineinpaßt. Ist aber nicht *jede anthropomorphe Vorstellung* vermessen angesichts der Größe der Schöpfung? Auch die Naturgesetze sind Teil der Schöpfung. Es gibt in der Geschichte der Naturwissenschaften nicht den geringsten Hinweis dafür, daß Naturgesetze vom Schöpfer je außer Kraft gesetzt worden wären. Wann immer es so schien, stellte sich sehr bald heraus, daß es allein *unsere* mangelnde Kenntnis der Naturgesetze war, die den Widerspruch provoziert hatte. Die Naturprinzipien der Evolution, so wie sie sich heute im Laboratorium testen lassen, sind offensichtlich inhärenter Teil eines Schöpfungsmechanismus. Sie wissenschaftlich

objektiv zu erforschen – zu ergründen, was ergründbar ist – und dieses, ebenso wie das nicht Ergründbare, zu verehren, dies allein wäre der Größe und Großartigkeit der Schöpfung angemessen. Die Natur ist erforschbar. Einstein hat einmal gesagt: »Raffiniert ist der Herrgott, aber boshaft ist er nicht.« Er gestattet uns, seine Prinzipien zu erkennen – wenn wir uns der Mühe des Forschens unterziehen.

»Wissen« und »Können« hat darüber hinaus einen ethischen Aspekt: Darf man das, was man weiß und kann, auch wirklich anwenden, ja dürfen wir alles, was erforschbar ist, erforschen? Ist nicht gelegentlich Zurückhaltung angezeigt, ja gibt es nicht gar absolute Tabus?

Die Molekularbiologen haben zu Beginn der Ära der Gentechnologie, nämlich in dem Augenblick, als man die Enzyme gefunden hatte, mit dessen Hilfe sich Gene transplantieren lassen, diese Frage gestellt. Auf der Asilomar-Konferenz in Kalifornien sind sie selber für ein Moratorium eingetreten. Die Handhabung der neuen Technik sollte so lange eingeschränkt bleiben, bis die Fragen nach möglichen Gefahren und Auswirkungen besser beantwortet werden konnten. Anfängliche Befürchtungen ließen sich sehr bald entkräften, vor allem nachdem klar geworden war, daß Genübertragung in der Natur Routine ist. Das Moratorium war damit überholt. Als man erkannte, welch wertvolle Erkenntnisse, z.B. über das Krebsproblem oder über das Immunsystem, auf diesem Wege zu gewinnen waren, wurde die Forschung gar intensiviert. Ohne Wissen sind Entscheidungen dieser Art nicht zu fällen. Das Können ist die Drehscheibe zwischen Wissen und Dürfen. Ob wir etwas können oder nicht, müssen wir ausprobieren. Das ist so lange problemlos, als die Konsequenzen des Experiments überschaubar sind.

Wissen, Können und Anwendung dessen, was man kann, werden meistens nicht klar auseinandergehalten. In der Öffentlichkeit herrscht darüber große Verwirrung. Die ethische Fragestellung bezieht sich in erster Linie auf das Dürfen. Forschen und Anwenden werden vor allem in der politischen Diskussion oft durcheinandergebracht. Doch wir müssen das, was wir wissen und können, auch

anwenden. Sonst können 5 Milliarden Menschen nicht unter menschenwürdigen Bedingungen leben. Es gibt kaum eine Anwendung, die nicht auch Schäden hinterläßt. Die Frage nach dem Dürfen setzt ein sorgfältiges Abwägen von Nutzen und Schaden voraus. Ja Unterlassen kann oftmals den größeren Schaden bedeuten als Anwenden. Um die richtige Entscheidung treffen zu können, brauchen wir das Wissen, und zwar um so mehr, je weniger wir davon anwenden dürfen. Dieses Wenige läßt sich ja nur auf diese Weise herausfinden. Wer das verneint, setzt die Lebenschancen der Menschheit aufs Spiel.

Auf David Hilberts Grabstein (auf dem Göttinger Stadtfriedhof) sind – wie eine Kampfansage an das sterile »Ignorabimus« – die Worte eingemeißelt:

»Wir müssen wissen, wir werden wissen.«

Mein besonderer Dank gilt Dr. Ruthild Winkler-Oswatitsch für vielfältige Anregungen und Hinweise bei der Abfassung des Manuskripts. Prof. Dr. Peter Richter verdanke ich die Vorlagen für die Abbildungen 7 bis 9 nebst Erläuterungen.

AUSHÄNDIGUNG DER ORDENSZEICHEN
AN NEUE MITGLIEDER

Übergabe der Ordenszeichen durch den Vizekanzler
KURT BITTEL an

ELISABETH LEGGE-SCHWARZKOPF, EUGÈNE IONESCO,
JEAN GAUDEMET, CARL DAHLHAUS

bei der öffentlichen Sitzung in der Aula der Rheinischen Friedrich-
Wilhelms-Universität in Bonn am 5. Juni 1984.

Frau WIMMER sprach die Laudatio auf ELISABETH LEGGE-
SCHWARZKOPF:

Liebe Elisabeth Schwarzkopf,

ich gehöre nicht zu Ihren Berufskolleginnen und kann mich nicht für kompetent erklären, Sie als Sängerin zu würdigen, Ihre Musikalität, Ihre vorzügliche Technik zu preisen, Ihre Fähigkeit, die Stimme in allen Nuancen der Klangfarbe abzuschattieren. Das haben Berufenere getan.

Man nennt Sie eine »unerschrockene Perfektionistin«, von »grausamster Selbstkritik«, nie zufrieden mit sich selbst, von unermüdlicher Ausdauer in der Arbeit an einem Lied, einer Opernrolle.

Vielleicht hat Sie Maria Ivogün dahin geführt, die Ihre weitere Ausbildung übernahm, als Sie schon Ende der 30er Jahre Ihre ersten Partien an der Berliner Staatsoper sangen. Sie entwickelte wohl das unverwechselbare Timbre Ihrer Stimme.

Nach dem Krieg sangen Sie in Wien, an der Covent Garden Opera,

in Salzburg, Bayreuth, Mailand, an der Met – aber wozu zähle ich das auf, Sie sangen an allen großen Opernhäusern, Sie sangen die Marzelline, die Eva in »Meistersinger«, die Tannhäuser Elisabeth, Sie sangen Verdi und Puccini und vor allem Mozart, die Fiordiligi, die Gräfin Almaviva, die Donna Elvira, die Pamina, und Walter Legge schreibt, daß Sie es ein- oder zweimal erreicht hätten, daß das Publikum nach Ihrer Arie der Pamina »Ach ich fühls...« zu applaudieren vergaß, weil Sie diese Arie so unsagbar herzbewegend gesungen hätten.

Wahrlich der schönste Lohn für einen Künstler.

Und damit komme ich zu dem, was mich als Schauspielerin an Elisabeth Schwarzkopf, an ihrer Interpretation der Rollen fasziniert: Es geht ihr immer um die Wahrheit der Figur, der Gesang und alle technische Meisterschaft sind nie Selbstzweck, sondern sie dienen nur dazu, die Wahrheit zu erschaffen.

Wie sonst ließe sich die erschütternde Wirkung Ihrer Marschallin im Rosenkavalier erklären; die Süße und Wehmut einer sterbenden Epoche, die Heiterkeit, Tragik und Weisheit der alternden Frau, Sie stellten das alles nicht dar, Sie waren es.

Sie haben früh in Ihrer Laufbahn begonnen, sich dem Lied zuzuwenden, ja, eigentlich haben Sie dem Liedgesang erst wieder seine dominierende Stellung verschafft.

Sie haben den Mut gehabt, in New York mit einem Liederabend zu debütieren, nicht mit einer Opernrolle, was wohl vor Ihnen noch keiner der großen Sänger gewagt hat, und Sie hatten einen so großen Erfolg, daß Liederabende in Amerika für Sie die Regel wurden.

Sie singen vor allem Vertonungen von Schubert, von Richard Strauß, von Hugo Wolf.

Und da muß ich etwas bekennen: Durch meinen Beruf bin ich dem Wort verpflichtet, dem zuallererst. Und man wird darum verstehen, daß für mich das Gedicht so, wie es der Dichter uns überließ, vollendet ist, daß es keiner weiteren Deutung durch Musik bedarf, ja, daß diese ihm oft schadet, ihm einen anderen Sinn, einen anderen Gehalt unterlegt, der ihm in meinen Augen seine Reinheit nimmt.

Durch Elisabeth Schwarzkopf wurde ich eines anderen belehrt. Ich spreche da hauptsächlich von Ihrer Interpretation der Hugo-Wolf-Lieder.

Man weiß von Hugo Wolfs einzigartigem Literaturverständnis, seiner Liebe, ja, seiner Leidenschaft für Dichtung, die ihn befähigte, sie auf solche Art in Töne zu setzen, daß es scheint, als habe er die den Versen innewohnende Musik nur laut werden lassen. So sagt einmal Hermann Bahr. Aber erst durch Sie, Elisabeth Schwarzkopf, habe ich das verstanden. Stellvertretend für viele andere Lieder will ich nur die Mignon-Lieder nennen. In Ihrer Deutung erstehen diese Gedichte noch einmal in einem anderen Medium, die Substanz der Dichtung wird erhellt so, wie Sie die wunderbare Musik, die Hugo Wolf für sie fand, interpretieren, wie Sie ohne jeden Versuch der effektvollen Dramatisierung der Empfindung, die in dieser Musik lebt, Ausdruck geben.

Es ist mir nicht nur eine Ehre, sondern auch eine Freude, Sie im Namen der Mitglieder des Ordens Pour le mérite für Wissenschaften und Künste in unserem Kreis willkommen zu heißen.

Die folgende Laudatio von Herrn STAIGER auf Eugène Ionesco wurde von Frau WIMMER verlesen:

Cher Eugène Ionesco,

M. Staiger, qui a rédigé l'éloge en votre honneur, est malheureusement empêché. J'ai donc le plaisir de prononcer cet éloge à sa place.

Es ist paradox, daß ein Vertreter der deutschen Literatur und insbesondere, daß der Vertreter einer entschieden der Tradition verpflichteten Literatur die Laudatio zu Ihrer Aufnahme in den Orden Pour le mérite verfaßt. Aber die Paradoxie gehört mit dem Absurden, dem erschreckend oder ergötzlich Unerhörten so sehr zu Ihrer Art, daß ich sogar an diesem Platz nicht ganz aus dem Rahmen zu fallen hoffe.

Vor etwa dreißig Jahren ist es Ihnen gelungen, mit der »Cantatrice

chauve« ein neues Blatt in der Geschichte des Theaters aufzuschlagen. Man hätte wohl meinen können, der Autor habe sich mit diesem einen, höchst ungewöhnlichen Werk erschöpft. Aber eine lange Reihe weiterer Stücke folgte. Ich nenne nur »Les chaises«, »Rhinocéros«, »Le roi se meurt«. Und jedesmal haben Sie mit einer erstaunlichen Verwandlungsgabe dem Unerhörten und Unmöglichen wieder eine neue Seite abgewonnen. Ich werde mich hüten, mich auf eine Interpretation dieser Werke einzulassen, der »Antipièces«, der »Farces tragiques« oder wie Sie das immer neu Überraschende jeweils nennen mögen. Das wäre bare Spielverderberei. Daß Sie aber, eben weil Sie vor allem für das Theater schreiben, auch ein Spieler, und zwar ein großer, hintergründiger Spieler sind, bei dem man nie genau weiß, woran man ist, das werden Sie mir zu sagen erlauben und damit hoffe ich, Ihnen nicht zu nahe zu treten.

Es ist schon so: man mag in Ihren Stücken beliebig viel Tiefsinn wittern – Sie wären kein Dichter, wenn das Element des Spiels, manchmal sogar eines willkürlichen Spiels, das Spiel an sich nicht eine große Rolle spielen würde. Eine Rolle! Da haben wir es schon wieder. Wir kommen bei Ihnen aus dem Spiel nicht heraus und fühlen dazu auch gar kein Bedürfnis. Sogar ein Theatermann, der mit Ihnen scheinbar wenig zu schaffen hat, Schiller, hat rundheraus erklärt:

»Der Mensch spielt nur, wo er in voller Bedeutung Mensch ist, und er ist nur da ganz Mensch, wo er spielt.«

»Paradox« sei dieser Satz, sagt Schiller unmittelbar darauf. Und damit kommen wir abermals zu Ihnen, den wir heute in den Kreis unseres Ordens aufnehmen dürfen.

Herr GOING sprach die Laudatio auf JEAN GAUDEMET:

Sehr verehrter, lieber Herr Gaudemet,

mir ist die ehrenvolle Aufgabe zugefallen, Sie mit einigen Worten in den Kreis des Ordens Pour le mérite einzuführen.

Sie entstammen einer alten französischen Gelehrtenfamilie, der die

Disziplin der Jurisprudenz Bedeutendes zu verdanken hat. Wie Ihr Vater haben Sie zuerst an der Juristischen Fakultät der Universität Straßburg gewirkt – jener Universität, die so lange, vor allen Dingen im 18. Jahrhundert, zur Goethe-Zeit, eine Verbindung zwischen der französischen und der deutschen wissenschaftlichen Kultur hergestellt hat. Die wesentlichen Jahre Ihres akademischen Wirkens haben Sie aber in Paris als Lehrer an der Ecole de Droit verbracht, jener berühmten Rechtsschule an der Place Panthéon, die für jeden Juristen in Europa ein glänzendes Symbol unserer Wissenschaft ist. Diese Wissenschaft, die Jurisprudenz, ist durch die nationale Aufsplitterung des Rechts im 19. Jahrhundert in viele nationale Disziplinen geteilt worden. Es gibt aber auch in unserer Wissenschaft noch Bereiche, in denen die alte, übernationale Zusammenarbeit erhalten geblieben ist. Dies sind vor allen Dingen die Geschichte des antiken Rechts und das kanonische Recht. Hier ist die internationale Zusammenarbeit nie unterbrochen worden, und nach wie vor wetteifern Vertreter aller europäischen Nationen um neue Erkenntnisse in diesem Gebiet. Dies sind die Gebiete, denen Sie sich zugewandt haben.

Ihr besonderes Interesse hat der geschichtlichen Entwicklung des kanonischen Rechts, vor allem in seiner Frühzeit, gegolten. Eines der großen Werke, welche die europäische Rechtswissenschaft Ihnen verdankt, ist der Epoche gewidmet, in der das kanonische Recht seine wesentlichen Grundzüge entwickeln konnte, der Zeit des 3. und 4. nachchristlichen Jahrhunderts, als durch das sogenannte Toleranzedikt von Mailand im Jahre 513 die Kirche vom römischen Staate anerkannt war und damit zum ersten Male in die Lage kam, aufgetaucht aus dem Untergrund, ihre eigene Organisation auszuformen.

In diesem Werk, ebenso wie in Ihren anderen Schriften, haben Sie sich nie darauf beschränkt, nur die abstrakten Rechtssätze festzustellen, die zu jener Zeit gegolten haben. Sie haben die Rechtsordnung der Kirche vielmehr immer als das aufgefaßt, was Sie die *société chrétienne*, die christliche Gesellschaft, genannt haben. Sie haben sich infolgedessen auch nicht auf die Analyse der rein juristischen

Quellen beschränkt, sondern in breitem Umfange alle historischen Quellen, vor allem aber auch die Werke der großen Kirchenväter, berücksichtigt. Diese Arbeit, wie Ihre anderen, sind immer Arbeiten der Synthese gewesen.

Der Stifter unseres Ordens, der preußische König Friedrich Wilhelm IV., hat gewollt, daß in unserem Orden stets die großen europäischen Nationen vertreten seien. Bedeutende Franzosen haben ihm angehört – bei seiner Gründung kein geringerer als Chateaubriand.

Wir freuen uns, daß wir in Ihrer Person, sehr verehrter Herr Gaudemet, einen großen französischen Gelehrten und einen Freund unseres Landes begrüßen dürfen.

Herr LIGETI sprach die Laudatio auf CARL DAHLHAUS:

Sehr geehrter, lieber Herr Dahlhaus,

Sie gehören zu jenen wenigen Geisteswissenschaftlern, die Spezialistentum auf vornehmste Weise mit den Qualitäten eines Polyhistoren vereinigen. In den verästelten Bereichen der Musikwissenschaft haben Sie sowohl im musikgeschichtlichen Gebiet als auch im Gebiet der Systematik und ebenso in dem der Satzlehre, vor allem in dem der historischen Satzlehre, Wesentliches geleistet. Darüber hinaus sind Sie ein souveräner Kenner der Musikdramatik. Ihre Göttinger Promotionsschrift von 1953 behandelt die Messen von Josquin des Prés, Ihre Kieler Habilitationsschrift von 1966 ist das Buch »Untersuchungen über die Entstehung der harmonischen Tonalität«. Dieses grundlegende Buch war bald nach seiner Veröffentlichung 1968 vergriffen – gegen Anfang der 70er Jahre wollte ich es mir kaufen, doch der Bärenreiter-Verlag in Kassel hatte keine Kaufexemplare mehr. So bat ich den Verlag, mir ein fotokopiertes Exemplar anzufertigen. Damals waren Fotokopien noch wesentlich teurer als heute – vom schön kopierten Buch erhielt ich ein ordentlich gebundenes Exemplar und als Beilage eine Rechnung: soweit ich mich erinnere, war es das teuerste Buch, das ich jemals gekauft habe.

Nach Ihren Studien in Göttingen und Freiburg waren Sie kurze Zeit lang Musikdramaturg in Göttingen und Musikredakteur in Stuttgart. Diese praktischen musikalischen Tätigkeiten wirkten sich fruchtbar auf Ihre spätere wissenschaftliche Laufbahn aus, denn Ihre Leistungen als Musikwissenschaftler sind frei von Blässe und abstraktem Theoretisieren: alle Ihre Schriften zeichnen sich durch erfrischende Praxisnähe aus.

1962 gingen Sie als wissenschaftlicher Mitarbeiter an die Universität Kiel, 1966 als wissenschaftlicher Rat an die Universität Saarbrücken und 1967 wurden Sie als Ordinarius für Musikgeschichte an die Technische Universität in Berlin berufen, wo Sie auch heute tätig sind. Darüber hinaus waren Sie 1968 *visiting professor* an der Princeton University, New Jersey.

Ihre wissenschaftliche Leistung ist so umfassend, Ihre Untersuchungen und Veröffentlichungen so bedeutend und zahlreich, Ihr Wirken als Herausgeber von Lexika, Sammelbänden, Gesamtausgaben und Musikzeitschriften so reich und vielseitig, daß ich in dieser Laudatio nur die Arbeiten, die auf mich den tiefsten Eindruck gemacht haben, hervorheben kann. An erster Stelle erwähne ich »Die Musik des 19. Jahrhunderts«, ein grundlegendes Buch, das 1980 als der 6. Band des »Neuen Handbuchs der Musikwissenschaft« erschienen ist. Es handelt sich dabei wohl um die originellste Darstellung der tieferen Zusammenhänge zwischen Komponieren und Musikrezeption im 19. Jahrhundert, die ich kenne, wobei Sie die geschichtlichen Veränderungen der Satztechnik und der musikalischen Gattungen auf scharfsinnige Weise analysiert und sprachlich mit einer sondergleichen Klarheit und Eleganz dargelegt haben.

Ebenso beeindruckend sind Ihre Beiträge zur Systematischen Musikwissenschaft im gleichnamigen Band des »Neuen Handbuchs der Musikwissenschaft«, erschienen 1982, sowie Ihre Bücher »Die Idee der absoluten Musik« 1978 und »Musikalischer Realismus« 1982. In dieser Arbeit, wie auch in Ihrem Buch »Die Musik des 19. Jahrhunderts«, rücken Sie die einseitige Auffassung, die die Musik des 19. Jahrhunderts ausschließlich als »romantisch« auslegt, zurecht: seit Ihren Arbeiten betrachten wir den Realismus als eine der Romantik

gleichberechtigte Strömung und sehen in der Musik des 19. Jahrhunderts die Analogien zum realistischen Roman jener Zeit.

Ebenso wie zur Musikgeschichte des 19. Jahrhunderts haben Sie auch zu der des 20. Jahrhunderts Wesentliches geleistet, und zwar nicht nur in Schriften – die Sie gesammelt in Ihrem Buch »Schönberg und andere« 1978 veröffentlicht haben –, sondern auch tätig ins Musikleben eingreifend: ich erwähne hier nur Ihre überragende Rolle bei den Darmstädter Kursen und Tagungen, eine Rolle, die – ebenso klärend wie kritisch – die Stimme der Vernunft verkörperte in den stilistischen und ideologischen Gruppenauseinandersetzungen der Komponisten, vornehmlich in den 60er und 70er Jahren. Ihre klare Stellungnahme gegen Sektierertum und Kurzsichtigkeit, künstlerische sowie politische Dummheit, gegen sogenannte allein richtige Wege, stärkten den Rücken jener Künstler, die Ideologien samt ihrem Gruppenjargon und musikalische oder überhaupt künstlerische und auch politische Heilslehren ablehnen.

Lieber Herr Dahlhaus, seitdem ich Sie vor 22 Jahren zum ersten Mal sprechen hörte – das war beim musikwissenschaftlichen Kongreß im Oktober 1962 in Kassel, Sie hielten ein kritisches Referat über die serielle Kompositionstechnik –, bewundere ich Ihre Urteilskraft und Originalität, Ihr universales Wissen und Ihre Integrität und Unbestechlichkeit, sowohl als Wissenschaftler wie auch als Persönlichkeit. Als einen im internationalen Maßstab hervorragenden Musikwissenschaftler begrüße ich Sie herzlich in unserem Kreis.

Mit herzlichen Worten dankten die Geehrten für die Aufnahme in den Orden.

ANHANG

Ansprache von Ministerialdirigent a.D. Dr. CARL GUSSONE bei einer Feierstunde aus Anlaß der Ausstellung des Arbeitskreises selbständiger Kultur-Institute

THEODOR HEUSS – POLITIK DURCH KULTUR – 1949–1959

am 4. Juni 1984 im Ernst-Moritz-Arndt-Haus in Bonn.

THEODOR HEUSS UND DER ORDEN
POUR LE MÉRITE FÜR WISSENSCHAFTEN
UND KÜNSTE

Wenn in dieser Ausstellung das kulturelle Wirken des Politikers Theodor Heuss dargestellt und deutlich gemacht werden soll, darf der starke und maßgebende Anteil, den er an der Wiederbelebung und Entwicklung des Ordens Pour le mérite für Wissenschaften und Künste genommen hat, nicht vergessen werden. So ist denn in der Ausstellung auch einiges darüber zu sehen.

Zur Erläuterung und Belegung dieser Dokumentation soll ich nun – sozusagen plaudernd – einige Erinnerungen an diese Zeiten und an den Bundespräsidenten Theodor Heuss beitragen, wie wir ihn damals erlebt haben und wie ich die Geschehnisse noch in meinem Gedächtnis habe, das ich mit dem Durchblättern der diesbezüglichen Akten des Bundesministeriums des Innern aus den 50er Jahren etwas gestärkt und aufgefrischt habe.

Ausweislich der Akten bin ich im Februar 1951 erstmalig als der für allgemeine kulturelle Dinge zuständige Referent mit der Angelegenheit »Pour le mérite« befaßt worden.

Damals liefen aber schon die Bemühungen um die Wiederbelebung des Ordens: Nach den Akten der Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern, die damals durch Übersendung von Ablichtungen der Aktenunterlagen des Bundespräsidialamtes ergänzt worden sind (siehe Schreiben Chef Bundespräsidialamt, Staatssekretär Klai-ber an Bundesminister des Innern Robert Lehr vom 12. Januar 1951) ergibt sich folgendes Bild der Entwicklung:

Mit Schreiben vom 29. Dezember 1950 aus Kairo regte der Orientalist Enno Littmann, Tübingen, einer der wenigen noch lebenden Ritter des Ordens, beim Bundespräsidenten die Wiederbelebung des *Pour le mérite* für Wissenschaften und Künste an; Anfang Februar 1951 sei er wieder in Tübingen und stehe dann zur Verfügung.

Zu diesem Schritt war Littmann von Theodor Heuss vertraulich angeregt und ermuntert worden durch einen Brief vom 14. Dezember 1950, der schon die Grundzüge des Plans zur Wiederbelebung des Ordens skizzierte. (Nachzulesen im Katalog dieser Ausstellung.)

Diese Erwägungen und Bemühungen des Bundespräsidenten standen im Zusammenhang mit der Absicht, für das neue demokratische deutsche Staatswesen Ordensauszeichnungen zu schaffen – nicht zuletzt auch im Hinblick auf die zielstrebige und zähe Politik Adenauers, die Bundesrepublik als gleichberechtigt in den Kreis der freien Völker einzugliedern. Die Bundesrepublik sollte nach den Vorstellungen von Heuss über Würde und Form nicht so schmucklos sein wie die Weimarer Republik und nicht auf Porzellan-Service im international-diplomatischen Bereich als Zeichen von Dank und Anerkennung angewiesen sein. Heuss bietet Littmann seine Mitwirkung in einem etwaigen Beraterkreis für die Auswahl der neuen Ordensritter an. Dazu war er wie kaum ein anderer besonders geeignet.

In seiner offiziellen Antwort – schon vom 9. Januar 1951 – auf den »bestellten« Brief vom 29. Dezember 1950 greift der Bundespräsident die Anregung bereitwillig auf und spricht die Bitte (»noch keinen Auftrag!«) an Littmann aus, die noch nicht abgerissene, aber durch den natürlichen Mitgliederschwind gefährdete »Tradition der ehrwürdigen Ordensgemeinschaft zu sichern«. Der zwar preußische Orden sei von Anbeginn so ausgerichtet gewesen, daß er Gelehrte und Künstler über die Grenzen Preußens weit hinausgehend, ja aus der ganzen Welt in dem zahlenmäßig bewußt begrenzten Kreis sammelte. Aus diesem Sinn des Ordens leite sich die sachliche und moralische Berechtigung her, daß anstelle des untergegangenen Preußens die Bundesrepublik Deutschland sich als Bewahrerin und, wo nötig, Erneuerin solcher gesamtdeutscher und übernationaler Institutionen betrachten dürfe.

Aus deutlich ersichtlicher genauer Kenntnis des Ordens gibt Heuss dann zwei Anregungen:

1. Die Aufteilung in je zehn Geisteswissenschaftler, Naturwissenschaftler und Künstler soll beibehalten werden;
2. die Verleihung an Angehörige fremder Staaten soll wieder in Aussicht genommen werden, nachdem rechtliche Hemmungen (wie in der Weimarer Zeit) entfallen sind – zwar mit aller Behutsamkeit und mit allem Takt, aber doch im Bewußtsein, daß die innere Würde des Ordens in fremden Ländern, aus denen so viele bedeutende Persönlichkeiten dem Orden angehört hätten, sicher nicht untergegangen sei.

Gerade daran sei ihm persönlich – sagt Theodor Heuss zum Schluß seines Briefes an Littmann – viel gelegen (wörtlich): »nicht aus einer aktualisierenden Zweckhaftigkeit, sondern um in der Welt des geistigen und künstlerischen Schöpfertums die von der Machtpolitik zerrissenen Kräfte neu zu festigen, indem sie in den Strom einer ehrwürdigen Überlieferung gestellt werden«. – Eine echte »Heuss-Formulierung«, die übrigens wohl für viele der Institutionen Geltung hat, die hier in dieser Ausstellung mit angesprochen sind!

Von diesen Überlegungen des Bundespräsidenten wird dann wenige Tage später: am 12. Januar 1951 (wie ich schon sagte) der Bundesminister des Innern, Lehr, unterrichtet. Der befaßt seine Verfassungsabteilung mit der Sammlung von Material über den Orden (Satzung, Text der Stiftungsdokumente, Mitgliederlisten) und mit der rechtlichen Prüfung. Die Verfassungsabteilung zieht – sehr einsichtig – die Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern hinzu; deren damaliger Leiter, Staatssekretär Erich Wende, war bis 1933 eine der führenden Persönlichkeiten im Preußischen Kultusministerium. Gestützt auf seine weitreichenden Personalkenntnisse im geistigen und allgemeinkulturellen Bereich schaltete er sich lebhaft ein und hielt dann ständig enge und vertrauensvolle Fühlung mit dem Bundespräsidenten und dessen Mitarbeitern.

Gleichzeitig liefen damals auf verschiedenen Kanälen Bemühungen um den Orden: Dr. Benecke bei der damals gegründeten »Notgemeinschaft der deutschen Kunst« in Köln (auch ein ehemaliger An-

gehöriger des Preußischen Kultusministeriums) und Prof. Scheel von der »Akademie der Wissenschaften und der Literatur« in Mainz, die in Anknüpfung an die »Preußische Akademie der Wissenschaften« entstanden war, förderten mit einiger Mühe Unterlagen über Satzung, Mitgliederlisten, über noch lebende Mitglieder, über den Verbleib der Ordenszeichen und über die Geschichte des Ordens zutage – das Ordensarchiv war im Kriege untergegangen. Vor allem aber war es Bundespräsident Prof. Theodor Heuss selbst, der sich als genauer Kenner des Ordens, seiner Geschichte und der in ihm vereinten Persönlichkeiten erwies, und zwar aus zwei Quellen:

1. Er hatte familiäre Verbindungen zu namhaften Mitgliedern des Ordens: zu Georg Friedrich Knapp (Staatswissenschaftler in Straßburg; sein Schwiegervater), zu Justus von Liebig, zu Adolf von Harnack und Max Planck – beide als Kanzler des Ordens um dessen Fortbestand in der Weimarer bzw. der nationalsozialistischen Zeit sehr bemüht.

2. Er hatte 1942 zum 100jährigen Jubiläum des Ordens einen Gedenkartikel in der damaligen Frankfurter Zeitung publiziert (unter Pseudonym wegen Schreibverbots seitens des NS-Regimes) mit dem Titel: »Ein Areopag des Geistes – Hundert Jahre ›Friedensklasse‹ des ›Pour le mérite‹«. Dieser Artikel stützte sich auf die Studien, die Heuss damals im Hohenzollernschen Hausarchiv, im Brandenburg-Preußischen Staatsarchiv und im Archiv des Ordens machen konnte, das im Hause des Kanzlers Max Planck aufbewahrt wurde und mit diesem Hause im Krieg untergegangen ist. Es bestand – wie Heuss erzählte – aus einigen Pappkartons, die Planck vom Ordenskanzler von Harnack übernommen hatte. So war also Heuss mit der Entstehung, dem Wesen und mit der Bedeutung des Ordens eng vertraut.

Nach abteilungsinterner Diskussion in der Verfassungsabteilung des Bundesministeriums des Innern wurde letztendlich als rechtlich möglich anerkannt, daß der Bundespräsident sich um die Wiederbelebung der traditionsreichen, in ihrer rechtlichen Struktur eigenartigen Ordensgemeinschaft der »Friedensklasse« des Pour le mérite

mit »bekümmerte«. Das hat Theodor Heuss dann in der Folgezeit auch sehr tatkräftig wahrgemacht. Zwar trat im August 1951 ein gewisser Stillstand ein, weil damals die Überlegungen und Verhandlungen über die Stiftung des »Bundesverdienstordens der Bundesrepublik Deutschland« nicht beeinträchtigt werden sollten. Ende Februar 1952 beauftragte jedoch der Bundespräsident aufgrund eines Gesprächs den Leiter der Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern, Staatssekretär Wende, die unterbrochenen Erwägungen mit Prof. Littmann über die Wiederbelebung des Ordens wieder aufzunehmen, und zwar mit einigem Nachdruck, damit am 31. Mai 1952, dem 110. Gründungstag des Ordens die Erneuerung des Ordens, d.h. auch die Zuwahl neuer Ordensmitglieder verkündet werden könne.

Dementsprechend faßt Staatssekretär Wende in einem Schreiben vom 29. Februar 1952 an Prof. Littmann, der wohl im März 1951 schon zu einem Gespräch bei Bundespräsident Heuss gewesen war, die bisherigen Erwägungen zusammen: Die nun fest beabsichtigte Erneuerung des Ordens kann nur mit einer Ergänzungswahl durch die drei noch lebenden Ordensritter durchgeführt werden, und zwar jetzt so zügig, daß die Erneuerung am 110. Gründungstag des Ordens: am 31. Mai 1952 verkündet werden kann. Zur Vereinfachung sollen zunächst nur je fünf neue Ritter für die drei Klassen: Naturwissenschaftler, Geisteswissenschaftler, Künstler gewählt werden; die Ergänzung auf die vollen 30 Ritter des Ordens solle dann dem durch die erste Zuwahl erweiterten Kreis der Ordensritter vorbehalten bleiben, ebenso die Wahl eines Ordenskanzlers. Bis dahin solle Prof. Littmann die Kanzlergeschäfte wahrnehmen.

Die beiden anderen noch lebenden Ordensritter: General von Kuhl und Prof. Furtwängler wurden von Staatssekretär Wende brieflich über Sachstand und Pläne unterrichtet.

Nun werden die seit Anbeginn der Planung angestellten Erwägungen, welche Persönlichkeiten für die Zuwahl in Frage kämen, intensiviert.

Staatssekretär Wende besuchte Prof. Littmann Anfang März 1952 in Tübingen zu einer gründlichen Besprechung über modus proce-

dendi und über Namen für die Zuwahl aufgrund der bisherigen vielfältigen Überlegungen; Bericht über Ergebnis mit erster Namensliste ging an Bundespräsident Theodor Heuss.

Der war – wie schon mehrfach angedeutet – an diesen Überlegungen von Anfang an intensiv beteiligt, und zwar nicht in seiner amtlichen Eigenschaft als Bundespräsident, sondern als besonderer Kenner, als kluger Berater und guter Freund dieser Ordensgemeinschaft, der er sich persönlich verbunden fühlte.

Heuss sagt selbst von sich: »Es gehört zum Reichtum meines Lebens, daß ich Vielen begegnet bin.« Das gilt für fast alle Bereiche: den politischen Bereich sowohl in der Weimarer Zeit wie nach 1945, den wissenschaftlich-geistigen und den künstlerischen Bereich. Er hatte die Gabe, rasch und unkonventionell Kontakt zu finden und freundschaftliche Verbindungen zu knüpfen und zu pflegen. Das diente jetzt der Sache des Ordens, dem er seine reichen Erfahrungen und Personenkenntnisse zugute kommen ließ. Aber keineswegs im Sinne einer »Vetterles-Wirtschaft«, daß er vor allem seine Freunde in den Orden gebracht hätte! Davon zeugt die klug-ausgewogene Liste der vortrefflichen neuen Ordensritter.

Die drei noch lebenden Ordensritter verständigten sich über die endgültige Liste, und dann wurden am 31. Mai 1952 die Namen der neuen Ordensritter: fünf Künstler, sechs Naturwissenschaftler und vier Geisteswissenschaftler der Öffentlichkeit bekanntgegeben:

a) durch eine Pressemeldung des Bundespräsidialamtes vom 28. Mai 1952 mit Sperrfrist zum 31. Mai »Auf Bitten von Prof. Enno Littmann, Tübingen, teilt das Bundespräsidialamt mit...«,

b) durch Glückwunschtelegramme des Bundesinnenministers Lehr an die Neugewählten: »Ich begrüße lebhaft, daß Sie Ihre Zustimmung zur Aufnahme in den Kreis der Träger des Pour le mérite gegeben haben und beglückwünsche Sie hierzu herzlich«,

c) durch telegraphische Unterrichtung aller Kultusminister der Länder durch Bundesinnenminister Lehr, daß sich der Kreis der überlebenden Träger des Pour le mérite durch die Aufnahme von zunächst 15 Angehörigen der Wissenschaft und Kunst erweitert habe mit dem Ziel, demnächst die satzungsgemäße Zahl von 30 Ange-

hörigen der Vereinigung *Pour le mérite* durch Zuwahl aufzufüllen, die Satzung zu erneuern und den Kanzler zu wählen.

Diese Mitteilung hatte auch den Zweck, allen Erörterungen über die Berechtigung des Bundes zur Beteiligung an einer ursprünglich preußischen Angelegenheit zuvorzukommen. Deshalb sind die Ausdrücke »Orden« und »Ritter« sorgfältig vermieden und es ist nur von »Angehörigen der Vereinigung *Pour le mérite*« die Rede – übrigens rechtlich ganz korrekt.

Man darf annehmen, daß all diese Schritte und Formulierungen mit Bundespräsident Heuss selbst abgestimmt und überlegt worden sind. Denn in den Akten ist immer wieder von Fühlungen, Besprechungen mit dem Bundespräsidialamt und Weisungen des Bundespräsidenten die Rede.

Kaum war die Wiederbelebung des Ordens publiziert, begannen Diskussionen und Entwürfe für eine Neufassung der Satzung zwischen Bundespräsidialamt und Bundesministerium des Innern sowie die Vorbereitung der ersten Zusammenkunft mit den neuen Rittern, bei der die Ordensinsignien überreicht werden sollten. Dabei stellte sich die Frage, ob mit einer Urkunde. (»Kein quadratmetergroßes Diplom wie Zahnärzte und Friseure« – meinte Prof. Heuss.) Auch waren die Ordenszeichen entsprechend der überkommenen Form zu beschaffen. Alle Unkosten wurden – wie auch heute noch – aus dem Etat des Bundesministeriums des Innern finanziert.

Am 9. Oktober 1952 fand die erste Zusammenkunft des Ordens statt, d. h. der neugewählten Mitglieder, soweit sie reisefähig waren, mit Prof. Littmann, der von den alten Rittern bislang »die Geschäfte des Ordens geführt« hatte. Man tagte im Konferenzzimmer des Bundespräsidialamtes, zum Mittagessen lud der Bundesminister des Innern ein – in den sog. Kleinen Königshof; vor dem Abendessen beim Bundespräsidenten wurden die Ordenszeichen überreicht. In der Kapitelsitzung war zuvor die volle Zahl von dreißig durch Zuwahl von zwölf weiteren Rittern aufgefüllt und über die Wahl von Ausländern verhandelt worden. Sitzungsprotokoll und Publizierung der Neugewählten wurden vom Bundespräsidialamt erledigt.

Sofort begannen danach die Vorbereitungen für die Ordenstagung

1953, die traditionsgemäß am 31. Mai stattfinden sollte. Für den Abend lud der Bundesminister des Innern ein – dies ist eine schöne Tradition geworden. Diesmal führte Staatssekretär Wende als Vertreter des Bundesministers des Innern das Protokoll der Kapitelsitzung – auch dies wurde zur ehrenvollen Gewohnheit.

Blättert man die alten Akten durch, so ist erstaunlich, mit welchen mehr technischen Schwierigkeiten man zu ringen hatte und wie stark das Bundespräsidialamt (sprich Bundespräsident Heuss und sein Vertrauter Hans Bott) in die laufenden Geschäfte eingeschaltet war. Das führte trotz der ganz ungewöhnlich engen Verbindung zwischen ihnen und dem Bundesminister des Innern schon mal zu etwas Nebeneinander und Durcheinander, aber bei dem allseits guten Willen war derartiges rasch geglättet. Schwierig war vor allem, daß der altehrwürdige Orientalist Prof. Littmann in Tübingen sich mit den für ihn ungewohnten Geschäften des Ordenskanzlers etwas schwer tat und keinerlei technische Hilfsmittel zur Verfügung hatte. Es ist rührend zu sehen, daß er die ganze Korrespondenz des Ordens handschriftlich erledigte und das eigentlich recht prompt. Prof. Heuss (und selbstverständlich auch die amtlichen Stellen in Bonn) half und beriet immer wieder. So finden sich in den Akten immer wieder lange und eingehende Briefe unter dem Namen »Theodor Heuss«, mit denen er Prof. Littmann Anregungen gibt für die jeweils nächsten Tagungen und Schritte des Ordens, z. B. für die Formulierung der Satzung betreffend »Zustimmung« des Bundespräsidenten zur Satzung und Übernahme des Protektorats über den Orden. Oder für die erste vorsichtige Zuwahl ausländischer Mitglieder, die er von Anbeginn mit ins Auge gefaßt hatte. Oder für die äußere Gestaltung der Ordenstagungen in Bonn – (wie er es nannte »eine Art von Außengesicht des Ordens«) mit Festvortrag und Nachrufen auf die verstorbenen Mitglieder. Die erste Anregung hierzu ist von Prof. Erich Kaufmann, Bonn, ausgegangen: es solle am Tage der Kapitelsitzung ein Vortrag gehalten werden – so schreibt Prof. Littmann am 20. Mai 1953 an Staatssekretär Wende, hält aber nichts davon. In einem Aktenvermerk vom 4. Dezember 1953 ist dann schon die Rede von einer öffentlichen Veranstaltung. Im April 1954 verdichten

sich die Planungen, nachdem der neue Leiter der Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern, Prof. Hübinger, sich für eine würdige, der besonderen Art des Ordens angemessene Gestaltung besonders eingesetzt hatte. Er sah mit Recht in dieser öffentlichen Veranstaltung des Ordens eine willkommene Möglichkeit, das geistige und kulturelle Leben in der jungen Bundesrepublik in würdiger und eigenartiger Form zu repräsentieren. So findet denn am 31. Mai 1954 nachmittags im Theatersaal der Universität Bonn die erste öffentliche Sitzung des Ordens *Pour le mérite* für Wissenschaften und Künste statt, also fast auf den Tag vor 30 Jahren!

Gestaltung des Programms, Kreis der Einzuladenden aus dem öffentlichen Bereich, Formulierung der Einladung haben sich im wesentlichen bis heute erhalten. Damals wurde übrigens auch die Formulierung der Einladung des Bundesinnenministers zum abendlichen »Zusammensein mit den Mitgliedern des Ordens« nach Beratung mit Frau Papritz (Protokoll Auswärtiges Amt) kreiert.

In der Kapitelsitzung 1954 war die schon länger diskutierte Zuwahl ausländischer Mitglieder behandelt worden und einige Namen waren festgelegt worden. Nun komplizierte sich das weitere Verfahren ungemein: Es mußte geklärt werden,

- a) ob in dem betreffenden Staat die Annahme solcher Auszeichnungen zulässig war,
- b) ob deutscherseits vielleicht politische Bedenken gegen den Auswählenden bestanden,
- c) wie es mit ehemals deutschen Staatsangehörigen zu halten sei,
- d) ob der Auserkorene überhaupt bereit sei, die Ordensmitgliedschaft anzunehmen. Gerade dies mußte mit aller Vertraulichkeit geschehen, war aber notwendig, damit sich der Orden bei der Wahl keine »Abfuhr« holte.

Da gab es viel Hin und Her, und so übernahm der Bundespräsident selbst, aber als »Theodor Heuss«, die briefliche vertrauliche Anfrage bei Albert Schweitzer, Hermann Hesse, Carl Jacob Burckhardt und George Gooch; mündlich befragte er Paul Hindemith. Die erforderliche schriftliche Abstimmung der deutschen Ordensmitglieder verzögerte sich und auch die Publizierung der gewählten ausländischen

Mitglieder, die zum 80. Geburtstag Albert Schweitzers erfolgen sollte. Selbst die Formulierung dieser Publizierung, für jeden einzelnen sorgsam und individuell »gedichtet« (wie Heuss es nannte), diktierte er in später Abendstunde, weil ihm die etwas nüchtern-bürokratischen Datenangaben nicht angemessen erschienen. Diese Formulierungen machten ihm, dem Mann der Feder, heimlich Spaß (sie sind Muster Heuss'scher Formulierungskunst!), aber auch Verdruß. Der entlud sich dann in einem temperamentvollen »bösen« Brief an Prof. Littmann, einer »Explosion um Mitternacht«, am 13. Januar 1955, mit dem er den Vorschlag machte, bei dem in Bonn ansässigen Ordensritter, dem Juristen Prof. Erich Kaufmann, damals Rechtsberater des Auswärtigen Amtes, eine Art »Sekretariat des Ordens«, eine Anlauf- und Verbindungsstelle zwischen Orden, Kanzler und den beteiligten Bundesbehörden einzurichten für die laufenden Geschäfte. Das geschah dann auch und hat sehr zur Erleichterung für alle Beteiligten verholfen. An die fruchtbare und vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Prof. Kaufmann, der später 1959 Kanzler des Ordens wurde, denke ich mit Freude und Dankbarkeit!

Die intensive Hilfe und »Mitwirkung im Hintergrund« durch Theodor Heuss und Hans Bott blieben auch in den Folgezeiten immer wieder spürbar. Da ging es

a) um die Vorbereitung der Ordensstagung 1955, bei der den zugewählten ausländischen Mitgliedern die Ordensinsignien überreicht wurden, und zwar durch den Bundespräsidenten als Protektor (darüber war mehrfach beraten worden),

b) um die Tagesordnung der Kapitelsitzung, um Namen für die Zuwahlen in- und ausländischer Mitglieder und um das einzuhaltende Verfahren zur raschen Abwicklung der Zuwahl von Ausländern.

Um die gleichen Anlässe und Themen ging es auch in den folgenden Jahren während der ganzen Amtszeit von Theodor Heuss als Bundespräsident. Besonders bei den öffentlichen Kundmachungen des Ordens, z. B. bei den Zuwahlen, wollte er eine würdige und angemessene Formulierung gesichert sehen. Auch nach seiner Übersiedlung in sein »Häusle« in Stuttgart blieb er mit dem Orden und

seinen Mitgliedern in lebhaftem Kontakt. Aber die beabsichtigte Zuwahl in den Orden lehnte er strikt ab – was man verstehen kann.

Wie sehr Theodor Heuss mit dem Orden *Pour le mérite* für Wissenschaften und Künste innerlich verbunden war, ergibt sich aus seinen familiären Beziehungen zu namhaften Ordensmitgliedern; aus seiner intensiven Beschäftigung mit der Geschichte des Ordens; aus seinen persönlichen Bekanntschaften mit vielen Persönlichkeiten des geistigen und künstlerischen Lebens – darüber haben wir schon gesprochen. Hinzu kommen aber die freundschaftlichen Verbindungen zu vielen Persönlichkeiten, die Mitglieder des Ordens wurden, teils noch aus der Weimarer Zeit, teils aber auch aus der Zeit nach der Wiederbelebung des Ordens. Als Beispiele lassen sich nennen: Albert Schweitzer, Hermann Hesse, Rudolf Alexander Schröder, Carl Jacob Burckhardt, Carl Zuckmayer, Oskar Kokoschka, Ernst Beutler, Theodor Eschenburg. Manche sind erst nach seiner Amtszeit, ja erst nach seinem Tode in den Orden gewählt worden. Oben in der Ausstellung werden sieben Briefe von Ordensmitgliedern gezeigt. Die Begegnungen mit den Mitgliedern des Ordens bei den Ordensstagungen waren ihm immer eine Freude. Theodor Heuss sagt in seinen Erinnerungen zum Thema Musik: »In dieser Welt habe ich mich nie bewegt.« Aber an anderer Stelle: »Die Begegnungen mit Hindemith und Orff haben mir menschlich nur Freude gemacht.«

Gern kam er zwanglos zu dem vom Bundesministerium des Innern arrangierten »Zusammensein mit den Mitgliedern des Ordens« am Abend der Kapitelsitzung im bescheidenen »Kellerlokal« des Bundespresseclubs. Dieser Abend war wirklich auf die Ordensmitglieder, die »Betreuer« des Ordens aus Bundespräsidialamt und Bundesministerium des Innern und auf die Gastgeber, den Rektor und Prorektor der Universität Bonn, beschränkt. Da kam es dann zu angeregten und oft auch sehr munteren echten Gesprächen – und vielleicht stammt von einem solchen Abend die Anekdote: »Der Bundespräsident geht, der Heuss bleibt hocke!«

Daß der Orden wiederbelebt wurde und was er geworden ist, verdankt er zweifellos dem wachen und zielsicheren Blick von Theodor

Heuss für kulturelle Erfordernisse und Möglichkeiten in unserem neuen Staatswesen, seiner inneren Zuwendung zu dieser eigenartigen und ehrwürdigen Institution und seinem Sinn für Würde und Formen. Er war wirklich der »Protektor« des Ordens und hat damit allen seinen Nachfolgern in seinem hohen Staatsamt ein Beispiel gegeben, dem sie bisher alle gerne gefolgt sind.

Für mich selbst gehört die Arbeit im Dienst des Ordens gerade auch in seinen Anfangszeiten mit zu meinen schönsten dienstlichen Erinnerungen.

So gilt mein dankbares Gedenken in dieser Stunde dem ersten Bundespräsidenten Professor Theodor Heuss, seinem engsten Mitarbeiter Hans Bott, den damaligen Leitern der Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern: Staatssekretär Erich Wende und Professor Paul Egon Hübinger; ebenso den verehrungswürdigen Kanzlern des Ordens Pour le mérite: Professor Enno Littmann, Professor Max Hartmann, Professor Erich Kaufmann, Professor Percy Schramm, Professor Kurt Bittel und nicht zuletzt meinen getreuen Mitarbeitern Willy Ludwig und Frau Edda Rahn, die sich wie ich dem Orden eng verbunden fühlen!

Die enge Zusammenarbeit und Verbundenheit zwischen dem Bundespräsidenten und seinem Bundespräsidialamt auf der einen und der Kulturabteilung des Bundesministeriums des Innern auf der anderen Seite – die zu meiner Freude auch heute noch lebendig ist – zeigt sich neben dem Orden Pour le mérite auch bei anderen kulturellen Institutionen und Organisationen, die ebenfalls in dieser Theodor-Heuss-Ausstellung erwähnt werden, und zwar bei dem Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg,

der Deutschen Schillergesellschaft in Marbach,

der Deutschen Akademie für Sprache und Dichtung in Darmstadt,

der Arbeitsgemeinschaft Friedhof und Denkmal in Kassel,

der Deutschen Künstlerhilfe,

dem Kulturkreis im Bundesverband der Deutschen Industrie.

Dort bin ich zu meiner Freude dem Bundespräsidenten Theodor Heuss oftmals dienstlich begegnet und konnte miterleben, wie er

»Politik durch Kultur« betrieb, d.h. durch sein politisches Wirken dem kulturellen Leben Förderung und Anregung zuteil werden ließ – wie es diese Ausstellung andeuten soll.

Aus der Chronik des Ordens
1984

1. Zuwahlen
2. Berichte über die
 Ordenstagung in Bonn
 Zwischentagung in Aachen
3. Bildteil

ZUWAHLEN

Am 5. Juni 1984 in Bonn

a) Inländische Mitglieder

Prof. DIETRICH FISCHER-DIESKAU (Kammersänger)

Prof. Dr. HERMANN HAKEN (Physiker)

b) Ausländische Mitglieder

Prof. Dr. HANS BETHE (Physiker)

KAI HIGASHIYAMA (Maler)

Prof. BORIS BORISSOWITSCH PIOTROWSKIJ (Altertumswissenschaftler)

TAGUNGSBERICHTE

Die offizielle Ordenstagung in Bonn

Unter dem Vorsitz des Vizekanzlers Kurt BITTEL kamen die in- und ausländischen Ordensmitglieder am 4. Juni 1984 zu einer Vorbesprechung der Kapitelsitzung im Konferenzraum des Bundespräsidialamtes zusammen, bei der am 5. Juni vormittags nur die inländischen Mitglieder zugegen waren.

An den Sitzungen nahmen teil:

Hansjochem AUTRUM
Adolf BUTENANDT
Hendrik B. G. CASIMIR
Wolfgang CLEMEN
Helmut COING
Carl DAHLHAUS
Manfred EIGEN
Theodor ESCHENBURG
Jean GAUDEMET
Hans-Georg GADAMER
Rolf GUTBROD
Eugène IONESCO
Sir Bernard KATZ
George KENNAN
Stephan KUTTNER
György LIGETI
Golo MANN
Gerd MEYER-SCHWICKERATH
Wolfgang PAUL
Werner REICHARDT
Leopold REIDEMEISTER

Walter ROSSOW
Sir Ronald SYME
Theodor SCHIEDER
Emil SCHUMACHER
Alexander Lord TODD
Carl Friedrich Frhr. v. WEIZSÄCKER
Franz WIEACKER
Maria WIMMER
Hans WIMMER
Hans Georg ZACHAU

Ministerialrat KÖNIG vom Bundesministerium
des Innern als Protokollführer.

Zunächst teilte Herr BITTEL den Anwesenden mit, daß der Ordenskanzler wegen einer plötzlichen Erkrankung nicht zur Ordenstagung habe kommen können. Er überreichte Herrn IONESCO, der zum ersten Mal an einer Ordenstagung teilnahm, die Urkunde über die Mitgliedschaft im Orden. Zur Begrüßung durch den Herrn Bundespräsidenten begaben sich die Ordensmitglieder in die Villa Hammerschmidt. Hier überreichte der Herr Bundespräsident Herrn BITTEL das ihm zum Verfassungstag verliehene Große Verdienstkreuz mit Stern und Schulterband des Bundesverdienstordens und würdigte seine besonderen Leistungen als Wissenschaftler und langjähriger Ordenskanzler.

Bei einer Feierstunde, die im Rahmen einer Ausstellung über Theodor Heuss als Kulturpolitiker im Ernst-Moritz-Arndt-Haus am Nachmittag des 4. Juni vom Arbeitskreis selbständiger Kultur-Institute veranstaltet wurde, hielt Ministerialdirigent a. D. Dr. Carl GUSSENE einen Vortrag über THEODOR HEUSS UND DER ORDEN POUR LE MÉRITE FÜR WISSENSCHAFTEN UND KÜNSTE (S. 95–107). Am Abend waren die Ordensmitglieder und die Damen Gäste des Rektors der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Professor Dr. Franz BÖCKLE. Die Ordenstagung klang aus mit einem Empfang, zu dem der Herr Bundespräsident die Mitglieder des Ordens, ihre

Damen und einen großen Kreis von Vertretern der Wissenschaft und Politik eingeladen hatte. Nach den Begrüßungsworten des Herrn Bundespräsidenten überreichte Herr BITTEL dem scheidenden Protektor des Ordens eine Dankadresse mit den Unterschriften aller anwesenden Ordensmitglieder und die Bildbände des Ordens. Bundespräsident Professor Dr. Karl CARSTENS hielt folgende Begrüßungsansprache:

Sehr geehrter Herr Bittel, meine Damen und Herren!

Nach der Satzung von 1952, mit der Theodor Heuss den Orden *Pour le mérite* für Wissenschaften und Künste wiederbelebt hat, ist der Bundespräsident Protektor Ihres Ordens. Ihn nach Kräften zu fördern, ihm, wo immer das gewünscht wird, mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, ist demnach eine der Pflichten, die jeder Bundespräsident mit seiner Wahl übernimmt.

Als Bundespräsident spreche ich heute zum letzten Mal zu Ihnen, und es liegt mir daran, Ihnen zu sagen, daß ich diese Pflicht in den vergangenen fünf Jahren besonders gerne, ja mit großer Freude erfüllt habe. Ich habe aus jedem Treffen mit Ihnen – bei Ihren Jahrestagungen, aber auch in vielen anderen Gesprächen – Gewinn und Anregung empfangen.

Der Orden *Pour le mérite* für Wissenschaften und Künste ist eine Vereinigung von Gelehrten und Künstlern, die wissenschaftliche und künstlerische Kontinuität wahrt und für die Kunst und Wissenschaft der ganzen Welt zusammengehören.

Für mich ist der Orden treffend durch ein Wort Adolf von Harnacks gekennzeichnet. Das Verhältnis seines Vaters zu Max Planck, beide zu ihrer Zeit Kanzler des Ordens, beschreibend, sagte er: »Es gibt keine Grenzen der Wissenschaft. Vielmehr hat die Welt nur eine Wissenschaft und eine Atmosphäre. In ihr stehen sich die großen Männer nahe, auch wenn ihr äußeres Wirken sie in verschiedene Bezirke weist.« Das gleiche kann man von der Kunst sagen.

Diese Welt und diese Atmosphäre habe ich bei meinen Zusammenreffen mit dem Orden und seinen Mitgliedern stets gespürt und erlebt. Dafür sage ich Ihnen heute meinen herzlichen Dank.

Aber lassen Sie mich noch einige Worte zur Zukunft sagen. Der Orden Pour le mérite verkörpert in seinen Mitgliedern eine fast einmalige geistige Kompetenz. Seine Mitglieder haben als Wissenschaftler oder Künstler Herausragendes geleistet.

Der Orden befaßt sich mit vielen der unsere Gesellschaft bedrängenden Probleme. Er erörtert sie auf höchstem Niveau. Rat, Erfahrungen und Lebensweisheit dieser Gemeinschaft des Geistes sollten noch stärker als bisher unserem Gemeinwesen zugute kommen. Deswegen war mir stets daran gelegen, die Resonanz des Ordens in der Öffentlichkeit zu verstärken. Die Öffentlichkeit sollte mehr über den Orden wissen. So haben wir dieses Mal mit Bedacht diesen abendlichen Empfang gewählt, um auch andere Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens mit dem Orden in Verbindung zu bringen.

Aber das allein reicht nicht aus. Ich möchte die Mitglieder des Ordens herzlich bitten, sich selbst darüber Gedanken zu machen, wie die Öffentlichkeit besser als bisher über Bedeutung und Tätigkeit des Ordens unterrichtet werden könnte.

Für Ihre künftigen Beratungen möchte ich noch einmal auf eine Anregung zurückkommen, die ich ebenfalls schon bei einer früheren Gelegenheit gemacht habe. Wenige Gremien scheinen mir so geeignet wie das Ihre, um über das Thema »Verantwortung und Ethik« in der Wissenschaft zu diskutieren und, falls dies möglich ist, auch von dem Verlauf Ihrer Beratungen der Öffentlichkeit Kenntnis zu geben.

Ich kann das Thema selbst hier auch nicht nur andeutungsweise abhandeln, aber es unterliegt für mich keinem Zweifel, daß die Wissenschaft heute verstärkt und zu Recht mit der Frage der ethischen Rechtfertigung ihres Tuns konfrontiert wird.

Wegen einer Erkrankung kann Herr Professor Maier-Leibnitz heute abend leider nicht hier sein. Ich wünsche ihm von Herzen eine baldige Wiederherstellung seiner Gesundheit. Ich möchte diese Gelegenheit nutzen, Herrn Professor Maier-Leibnitz für sein Wirken zu danken. Als Kanzler begegneten ihm alle Mitglieder mit großem Vertrauen und mit hoher Achtung. Er ist ein Gelehrter, der mit

seinem Leben und mit seinem Werk die beste Tradition des Ordens verkörpert.

Ebenso gelten meine guten Wünsche allen übrigen Mitgliedern des Ordens. Ich bin sicher, daß die vertrauensvolle Zusammenarbeit, die für unsere Beziehung kennzeichnend war, sich auch mit meinem Nachfolger, Herrn von Weizsäcker, in guter und gewohnter Weise fortsetzen wird.

Zwischentagung

Die inoffizielle Tagung der Ordensmitglieder fand vom 29. September bis 1. Oktober 1984 in Aachen statt.

Es nahmen teil:

Hansjochem AUTRUM
Kurt BITTEL
Adolf BUTENANDT
Elias CANETTI
Hendrik B. G. CASIMIR
Helmut COING
Carl DAHLHAUS
Hans-Georg GADAMER
Felix GILBERT
Rolf GUTBROD
Hermann HAKEN
Friedrich August VON HAYEK
Rudolf HILLEBRECHT
Sir Bernard KATZ
George KENNAN
Ernst KITZINGER
Otto KRATKY
Heinz MAIER-LEIBNITZ
Golo MANN

Gerd MEYER-SCHWICKERATH
Wolfgang PAUL
Werner REICHARDT
Leopold REIDEMEISTER
Walter ROSSOW
Sir Ronald SYME
Bartel Leendert VAN DER WAERDEN
Carl Friedrich Frhr. v. WEIZSÄCKER
Victor Friedrich WEISSKOPF
Franz WIEACKER
Maria WIMMER
Hans WIMMER

Vom Bundesministerium des Innern:

Ministerialrat Rudolf KÖNIG
Irmgard SUCHANEK

Vor Beginn der Sitzung überreichte der Vizekanzler Rudolf HILLENBRECHT im Beisein aller Ordensmitglieder und der Damen den neuen Ordensmitgliedern Hermann HAKEN und Otto KRATKY die Urkunde über die Mitgliedschaft im Orden. Nachdem Herr MAIER-LEIBNITZ seinen Rücktritt vom Amt des Ordenskanzlers und Herr BITTEL seinen Rücktritt vom Amt des Vizekanzlers erklärt hatten, wählte das Kapitel Herrn COING zum neuen Ordenskanzler und Herrn PAUL zum 2. Vizekanzler des Ordens. Unter Beifall aller Ordensmitglieder dankte der Ordenskanzler den Herren MAIER-LEIBNITZ und BITTEL für ihre während der langjährigen Amtszeit geleistete Arbeit. Im weiteren Sitzungsverlauf wurde über Ordensangelegenheiten und Nachwahlen gesprochen.

Die Nachmittage waren vorbehalten für Besichtigungen des alten Rathauses, des Domes, der Domschatzkammer und für einen Rundgang durch die Altstadt. Im Dom wurde zu Ehren der Ordensmitglieder ein kleines Orgelkonzert gegeben.

Am Abend des 29. September folgte der Orden einer Einladung der

Stadt Aachen zu einem Empfang im Couven-Museum. Hierbei wurden Gruß- und Dankworte ausgetauscht zwischen dem Oberbürgermeister MALANGRÉ, dem Bischof von Aachen, Professor Dr. Klaus HEMMERLE, und dem Ordenskanzler Helmut COING.

Beim Mittagessen am 30. September verabschiedete der Ordenskanzler Frau SUCHANEK, die aus dem Bundesministerium des Innern ausscheiden wird, und sprach ihr den Dank aller Ordensmitglieder für ihre nahezu zehnjährige Tätigkeit für den Orden aus.

Der Besuch im Grenzlandtheater des Kreises Aachen auf Einladung von Frau WIMMER zu einer Aufführung des Schauspiels »Gertrude Stein Gertrude Stein Gertrude Stein« von Marty Martin ließ den Abend für alle Teilnehmer zu einem beeindruckenden Erlebnis werden.

BILDTEIL



Begrüßung in der Villa Hammerschmidt
durch Bundespräsident Prof. Dr. Karl Carstens
anlässlich der Ordenstagung am 4. Juni 1984

Von links nach rechts:

Sir Ronald Syme, George Kennan, Hans Georg Zachau, Manfred Eigen,
Adolf Butenandt, Theodor Eschenburg, Leopold Reidemeister,
Emil Schumacher, Rolf Gutbrod, Hansjochem Autrum, Sir Bernard Katz,
Stephan Kuttner, Maria Wimmer, Eugène Ionesco, Hendrik B. G. Casimir,
Franz Wieacker, Gerd Meyer-Schwickerath, Hans-Georg Gadamer,
Golo Mann, Theodor Schieder, Kurt Bittel



Begrüßung in der Villa Hammerschmidt
durch Bundespräsident Prof. Dr. Karl Carstens
anläßlich der Ordenstagung am 4. Juni 1984

Von links nach rechts:

Hans Georg Zachau, Wolfgang Paul, Adolf Butenandt,
Manfred Eigen, Leopold Reidemeister, Theodor Eschenburg,
Emil Schumacher, Hansjochem Autrum, Hendrik B. G. Casimir



Überreichung des Großen Verdienstkreuzes mit Stern und Schulterband
des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland
an Kurt Bittel
in der Villa Hammerschmidt am 4. Juni 1984



Öffentliche Sitzung
in der Aula der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
am 5. Juni 1984

Übergabe des Ordenszeichens an Elisabeth Legge-Schwarzkopf



Öffentliche Sitzung
in der Aula der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
am 5. Juni 1984

Übergabe des Ordenszeichens an Eugène Ionesco



Öffentliche Sitzung
in der Aula der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
am 5. Juni 1984

Übergabe des Ordenszeichens an Jean Gaudemet



Öffentliche Sitzung
in der Aula der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
am 5. Juni 1984

Übergabe des Ordenszeichens an Carl Dahlhaus



Empfang auf Einladung des Bundespräsidenten
anlässlich der Ordenstagung am 5. Juni 1984 in der Redoute

Überreichung einer Dankadresse der Ordensmitglieder und der
Bildbände des Ordens an Bundespräsident Prof. Dr. Karl Carstens
aus Anlaß seines Ausscheidens aus dem Amt



Kranzniederlegung am Grabe des Ordensmitglieds
Karl Schmidt-Rottluff
am 1. Dezember 1984 auf dem Waldfriedhof in Berlin
aus Anlaß der Wiederkehr seines 100. Geburtstages

Der Orden war vertreten durch
Walter Rossow (2. v. l.), Rolf Gutbrod (3. v. l.) und Leopold Reidemeister
mit Gattin (3. u. 4. v. r.)

VERZEICHNIS
DER DERZEITIGEN
MITGLIEDER DES ORDENS
POUR LE MÉRITE
FÜR WISSENSCHAFTEN
UND KÜNSTE

DEUTSCHE MITGLIEDER

*In der Reihenfolge ihrer Zuwahl
Stand: 31. Dezember 1984*

| | |
|--|--|
| CARL FRIEDRICH FRHR. VON WEIZSÄCKER IN STARNBERG | PHYSIKER UND PHILOSOPH |
| ADOLF BUTENANDT IN MÜNCHEN | BIOCHEMIKER |
| RUDOLF HILLEBRECHT IN HANNOVER Ab 1971: Erster Vizekanzler des Ordens | ARCHITEKT UND STÄDTEPLANER |
| HANS WIMMER IN MÜNCHEN | BILDHAUER |
| KURT BITTEL IN HEIDENHEIM 1971–1979: Kanzler des Ordens 1979–1980: Dritter Vizekanzler 1980–1984: Zweiter Vizekanzler | ARCHÄOLOGE |
| THEODOR ESCHENBURG IN TÜBINGEN | POLITOLOGE |
| FRANZ WIEACKER IN GÖTTINGEN | RECHTSHISTORIKER |
| HANS-GEORG GADAMER IN HEIDELBERG | PHILOSOPH |
| ROLF GUTBROD IN STUTTGART | ARCHITEKT |
| WALTER ROSSOW IN BERLIN | GARTENARCHITEKT UND LANDSCHAFTSPLANER |
| HELMUT COING IN FRANKFURT Ab 1984: Kanzler des Ordens | RECHTSGELEHRTER |
| MANFRED EIGEN IN GÖTTINGEN | CHEMIKER |
| GOLO MANN IN ZÜRICH | HISTORIKER UND SCHRIFTSTELLER |
| MARIA WIMMER IN MÜNCHEN | SCHAUSPIELERIN |
| GYÖRGY LIGETI IN HAMBURG | KOMPONIST |
| HEINZ MAIER-LEIBNITZ IN MÜNCHEN 1979–1984: Kanzler des Ordens | PHYSIKER |

HANSJOCHEM AUTRUM IN MÜNCHEN
BRUNO SNELL IN HAMBURG

GERD MEYER-SCHWICKERATH IN ESSEN
WOLFGANG PAUL IN BONN
WERNER REICHARDT IN TÜBINGEN
LEOPOLD REIDEMEISTER IN BERLIN
WOLFGANG CLEMEN IN ENDORF
EMIL SCHUMACHER IN HAGEN
HANS GEORG ZACHAU IN MÜNCHEN
CARL DAHLHAUS IN BERLIN
HERMANN HAKEN IN SINDELFINGEN
DIETRICH FISCHER-DIESKAU IN BERLIN

ZOOLOGE
KLASSISCHER
PHILOLOGE
OPHTHALMOLOGE
PHYSIKER
BIOLOGE
KUNSTHISTORIKER
ANGLIST
MALER
MOLEKULARBIOLOGE
MUSIKWISSENSCHAFTLER
PHYSIKER
KAMMERSÄNGER

AUSLÄNDISCHE MITGLIEDER

*In der Reihenfolge ihrer Zuwahl
Stand: 31. Dezember 1984*

| | |
|--|----------------------------------|
| CHARLES HUGGINS IN CHICAGO, USA | MEDIZINER |
| ANDRÉ GRABAR IN PARIS, FRANKREICH | KUNSTHISTORIKER |
| EMIL STAIGER IN ZÜRICH, SCHWEIZ | LITERATURHISTORIKER |
| LORD ALEXANDER TODD IN CAMBRIDGE, ENGLAND | CHEMIKER |
| STEPHAN KUTTNER IN BERKELEY, USA | KANONIST UND RECHTSHISTORIKER |
| KONRAD LORENZ IN ALTENBERG, ÖSTERREICH | ZOOLOGE |
| HENRY MOORE IN MUCH HADHAM, ENGLAND | BILDHAUER |
| BARTEL LEENDERT VAN DER WAERDEN IN ZÜRICH, SCHWEIZ | MATHEMATIKER |
| FRITZ LIPMANN IN NEW YORK, USA | BIOCHEMIKER |
| SIR RONALD SYME IN OXFORD, ENGLAND | ALTHISTORIKER |
| PIERRE BOULEZ IN PARIS, FRANKREICH | KOMPONIST UND DIRIGENT |
| KENZO TANGE IN TOKIO, JAPAN | ARCHITEKT |
| GEORGE F. KENNAN IN PRINCETON, USA | HISTORIKER UND DIPLOMAT |
| SIR ERNST GOMBRICH IN LONDON, ENGLAND | KUNSTHISTORIKER |
| HANS HARTUNG IN PARIS, FRANKREICH | MALER |
| FRIEDRICH AUGUST VON HAYEK (ENGLAND) IN FREIBURG I. BR. | NATIONALÖKONOM |
| VICTOR FRIEDRICH WEISSKOPF IN CAMBRIDGE, USA | PHYSIKER |
| ELIAS CANETTI IN ZÜRICH, SCHWEIZ | SCHRIFTSTELLER |

| | |
|--|-------------------------------|
| SIR KARL POPPER IN PENN, ENGLAND | WISSENSCHAFTS- THEORETIKER |
| FELIX GILBERT IN PRINCETON, USA | HISTORIKER |
| RUDOLF SERKIN IN BRATTLEBORO, USA | PIANIST |
| HENDRIK B. G. CASIMIR IN HEEZE, NIEDERLANDE | PHYSIKER |
| SIR BERNARD KATZ IN LONDON, ENGLAND | PHYSIOLOGE |
| ERNST KITZINGER IN OXFORD, ENGLAND | KUNSTHISTORIKER |
| JEAN GAUDEMET IN PARIS, FRANKREICH | RECHTSHISTORIKER |
| EUGÉNE IONESCO IN PARIS, FRANKREICH | SCHRIFTSTELLER |
| ELISABETH LEGGE-SCHWARZKOPF IN ZUMIKON, SCHWEIZ | KAMMERSÄNGERIN |
| HANS BETHE IN ITHACA, USA | PHYSIKER |
| KAIJI HIGASHIYAMA IN CHIBA-KEN, JAPAN | MALER |
| OTTO KRATKY IN GRAZ, ÖSTERREICH | CHEMIKER |
| BORIS B. PIOTROWSKIJ IN LENINGRAD, UDSSR | ARCHÄOLOGE |

Im Jahre 1984 sind verstorben:

| | |
|------------------|------------|
| KARL RAHNER | 30. MÄRZ |
| THEODOR SCHIEDER | 8. OKTOBER |

BILDNACHWEIS

| | |
|--|-----|
| Kurt Mothes: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 17 |
| Felix Bloch: Prof. Rolf Gutbrod, 7000 Stuttgart | 29 |
| Raymond Aron: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 39 |
| Ordenstagung in Bonn: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 121 |
| Ordenstagung in Bonn: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 122 |
| Ordenstagung in Bonn: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 123 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Elisabeth Legge-Schwarzkopf: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 124 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Eugène Ionesco: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 125 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Jean Gaudemet: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 126 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Carl Dahlhaus: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 127 |
| Empfang des Bundespräsidenten in der Redoute: Bundesbildstelle, 5300 Bonn 1 | 128 |
| Kranzniederlegung am Grabe Karl Schmidt-Rottluffs: Sender Freies Berlin, 1000 Berlin 19 | 129 |

INHALT

Öffentliche Sitzung der Mitglieder des Ordens 1984

| | |
|---|----|
| Begrüßungsworte des Vizekanzlers Kurt Bittel | 7 |
| Kurt Mothes. Gedenkworte von Adolf Butenandt | 15 |
| Felix Bloch. Gedenkworte von Wolfgang Paul | 27 |
| Raymond Aron. Gedenkworte von Golo Mann | 37 |
| Manfred Eigen: Homunculus im Zeitalter der Biotechnologie | 47 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Elisabeth Legge-Schwarzkopf – Laudatio von Maria Wimmer | 85 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Eugène Ionesco – Laudatio von Emil Staiger | 87 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Jean Gaudemet – Laudatio von Helmut Coing | 88 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Carl Dahlhaus – Laudatio von György Ligeti | 90 |

Anhang

| | |
|---|-----|
| Ansprache von Ministerialdirigent a.D. Dr. Carl Gussone: Theodor Heuss und der Orden Pour le mérite für Wissenschaften und Künste | 95 |
| Aus der Chronik des Ordens 1984 | 109 |
| 1. Zuwahlen | 110 |
| 2. Tagungsberichte | |
| Ordenstagung in Bonn | 111 |

| | |
|--|-----|
| Zwischentagung in Aachen | 115 |
| 5. Bildteil | |
| Ordenstagung Bonn | 121 |
| Ordenstagung Bonn | 122 |
| Ordenstagung Bonn | 123 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Elisabeth Legge-Schwarzkopf . . | 124 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Eugène Ionesco | 125 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Jean Gaudemet | 126 |
| Übergabe des Ordenszeichens an Carl Dahlhaus | 127 |
| Empfang des Bundespräsidenten in der Redoute | 128 |
| Kranzniederlegung am Grabe Karl Schmidt-Rottluffs | 129 |
| Mitglieder des Ordens (Stand: 31. 12. 1984) | 131 |
| Bildnachweis | 137 |

© 1987 · Verlag Lambert Schneider GmbH · Heidelberg
Alle Rechte vorbehalten. Jegliche Vervielfältigung nur mit ausdrücklicher
Genehmigung des Verlages. Printed in Germany. Gesamtherstellung:
Allgäuer Zeitungsverlag, Kempten

ISSN 0473-145 X

