

Facetten einer Wissenschaft

Chemie aus ungewöhnlichen Perspektiven

*Herausgegeben von Achim Müller,
Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger, Ekkehard Diemann*



WILEY-
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

This Page Intentionally Left Blank

Facetten einer Wissenschaft
*Herausgegeben von Müller,
Quadbeck-Seeger, Diemann*

Weitere Wiley-VCH Bücher:

S. Neufeldt

Chronologie Chemie

Entdecker und Entdeckungen

2003

ISBN 3-527-29424-4

R. A. Jakobi, H. Hopf (Hrsg.)

Humoristische Chemie

Heiteres aus dem Wissenschaftsalltag

2003

ISBN 3-527-30628-5

H.-J. Quadbeck-Seeger (Hrsg.)

„Der Wechsel allein ist das Beständige“

Zitate und Gedanken für innovative Führungskräfte

2002

ISBN 3-527-50033-2

C. Djerassi, R. Hoffmann

Oxygen

Ein Stück in zwei Akten

2001

ISBN 3-527-30460-6

E. Beck (Hrsg.)

Faszination Lebenswissenschaften

2002

ISBN 3-527-30583-1

Facetten einer Wissenschaft

Chemie aus ungewöhnlichen Perspektiven

*Herausgegeben von Achim Müller,
Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger, Ekkehard Diemann*



WILEY-
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Prof. Dr. Achim Müller
Universität Bielefeld
Fakultät für Chemie
Lehrstuhl für Anorganische Chemie I
Postfach 100 131
33501 Bielefeld

Prof. Dr. Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger
BASF AG
Carl-Bosch-Str. Geb. B1
67056 Ludwigshafen

Dr. Ekkehard Diemann
Universität Bielefeld
Fakultät für Chemie
Lehrstuhl für Anorganische Chemie I
Postfach 100 131
33501 Bielefeld

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Herausgeber, Autoren und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Bibliografische Informationen

Die Deutsche Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

© 2004 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Gedruckt auf säurefreiem Papier.

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Printed in the Federal Republic of Germany.

Satz Kühn & Weyh, Satz und Medien,
Freiburg

Druck und Bindung Druckhaus Darmstadt GmbH,
Darmstadt

ISBN 3-527-31057-6

Inhaltsverzeichnis

Vorwort VII

A. Müller, E. Diemann, H.-J. Quadbeck-Seeger

**Public Understanding of Science: Bringschuld der Wissenschaft –
Holschuld der modernen Gesellschaft?** 1

Achim Müller

Naturwissenschaftliche Themen im Werk von Thomas Mann 11

Hans Wolfgang Bellwinkel

Die Poesie der Wissenschaft 31

John Meurig Thomas

**Ein Bericht über zwanzig Jahre Forschung zum Thema:
Die Formensprache der Natur als Gegenstand der Mathematik** 53

Andreas W. M. Dress

Pythagoras, die Geometrie und moderne Chemie 65

Achim Müller

Wie materiell ist Materie? 91

Reinhard Kögerler

Alles voll Gewimmels – Das Vakuum der Physik 105

Henning Genz

Chemie trifft Physik oder Die kleinsten Schalter 127

Günter Schmid

Eine weihnachtliche Experimentalvorlesung Chemie und Licht 139

Barbara Albert und Jürgen Janek

VI | Inhaltsverzeichnis

Rechts oder links 163

Henri Brunner

Chemie – »Old Economy« oder »New Frontiers«? 181

Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger

Ohne Zink kein Leben 195

Heinrich Vahrenkamp

Reizvolle Riesenmoleküle 211

Achim Müller

Wer nichts als Chemie versteht, ...! – Bio und das Feste 221

Rüdiger Kniep

Durch Schaden wird man klug: Defekte Gene verraten Lebensgeheimnisse 263

Harald Jockusch

Die menschliche Seele aus medizinisch-naturwissenschaftlicher Sicht 281

Hans Wolfgang Bellwinkel

»Science-in-fiction« and »Science-in-theatre« as pedagogic tools

An Anglo-German Presentation 299

Carl Djerassi

Das *teutolab* – eine chemische Verbindung zwischen Schule und Universität 313

Katharina Kohse-Höinghaus, Rudolf Herbers, Alexander Brandt und Jens Möller

Register 329

Vorwort

Die stillen Explosionen zeigen die größte Wirkung. Denken wir nur an die Wissensexplosion, die wir derzeit erleben. Wie tiefgreifend hat sie die Welt schon verändert. Und keiner kann mit Sicherheit voraussagen, welche Folgen sie noch haben wird.

Neben den segensreichen Wirkungen lassen sich aber auch schon Probleme erkennen. Die Kommunikation zwischen den Disziplinen, zwischen Wissenschaftlern und Bürgern sowie zwischen Wissenschaft und Politik wird schwieriger. Und wir können nicht hoffen, dass die Situation – selbst bei gutem Willen allerseits – von allein besser werden wird. Im Gegenteil; denn dahinter steckt ein Problem von grundsätzlicher Bedeutung. Wenn der Forscher Erfolg haben will, was von ihm ja auch erwartet wird, muss er sich zwangsläufig spezialisieren. Das beeinflusst sein Denken und seine Kommunikation. Eine allgemein verständliche Darstellung dessen, was er tut, kann der Bedeutung seiner Arbeit im Erkenntnisprozess kaum gerecht werden. So entsteht eine Kommunikationskluft.

Die Bürger fordern die Wissenschaftler auf, ihrer »Bringschuld« gerecht zu werden. Die Wissenschaftler weisen mit gleichem Recht darauf hin, dass es auch eine »Holschuld« für den interessierten Bürger gäbe. Außerdem beklagen sie den Mangel an naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung in unserem Lande. Die PISA-Studie hat belegt, was immer nur vermutet wurde.

Die Folge ist, eine Spirale kommt in Gang: Unverständnis führt zu Verdächtigung, das lässt Misstrauen aufkommen, und von dort ist der Weg zu Ängsten und Technikfeindlichkeit nicht mehr weit. Das wiederum hat volkswirtschaftliche Konsequenzen. Das Problem ist alles andere als trivial, und auch wenn es hinlänglich bekannt ist, lässt es sich nicht einfach lösen. Königswege gibt es nicht. Besser werden kann es nur, wenn viele mitwirken und wenn immer wieder neue Wege beschritten werden. Das gilt auch für die Chemie, die naturgegeben besonders vielfältig ist. Diese inhärente Heterogenität lässt es reizvoll erscheinen, die Chemie von ebenso heterogenen Standorten aus zu betrachten. Das wird dem »Phänomen Chemie« Facetten geben, die über eine einheitliche Darstellung hinausgehen. Ein solcher Versuch liegt diesem Buch bewusst zugrunde. Es soll Menschen mit unterschiedlichem Informationsstand ansprechen. Die einen werden neuartige Einblicke in dieses Fachgebiet finden. Die Profis werden angeregt, über ihre Profession aus ungewohnter Perspektive nachzudenken.

Das Zentrum für interdisziplinäre Forschung an der Universität Bielefeld (ZIF) hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Kommunikation zwischen den traditionellen

Disziplinen zu fördern. Einer von uns (A.M.) hatte im Rahmen der Bemühungen des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft für ein besseres gegenseitiges Verständnis (Projekt »Public Understanding of Science and Humanities« – PUSH) die Idee, für seine Wissenschaft, die Chemie, die Perspektive weiter zu öffnen. Die Chemie eignet sich aus mehreren Gründen gut für ein Projekt, sie aus ganz unterschiedlichen Blickwinkeln zu betrachten. Diese Wissenschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten nicht nur explosionsartig entwickelt, sondern auch dramatisch diversifiziert. Ein Festkörper-Chemiker, der über Tieftemperatur-Leiter forscht, kann kaum noch mit einem Chemiker diskutieren, der biochemische Prozesse bei einem Schlaganfall untersucht. Weiterhin ist das Bild der Chemie in der Öffentlichkeit außerordentlich ambivalent. Sie gilt tendenziell als Umweltbedrohung, andererseits aber auch als Hoffnungsträger für bessere, nachhaltige Problemlösungen. Und ihre Rolle als Problementdecker hat sich bei der Acrylamid-Entstehung in Backprozessen eindrucksvoll erwiesen. Das Bild der Chemie ist längst nicht mehr janusköpfig, es ist kaleidoskopisch. Dies aufzuzeigen und zu belegen, war das Anliegen des Symposiums, das im Juli 2001 in Bielefeld stattfand.

Diese Veranstaltung sollte Ideen, Ansätze und Methoden vorstellen, wie in einem bestimmten Wissenschaftsgebiet öffentliches Verständnis und nach Möglichkeit auch öffentliche Sympathie hergestellt werden kann, also der konkrete Anwendungsfall von Öffentlichkeitsarbeit für die Wissenschaft. Der überwiegende Teil der Beiträge zu diesem Band ist auf diesem Symposium vorgetragen und diskutiert worden.

Die Wissenschaft hat keinen Fußballstar wie David Beckham, um das verlorene Publikum wieder zu gewinnen, argumentierte der Nobelpreisträger Sir Harold Kroto aus Brighton (UK) in der Diskussion, deshalb müsse jeder Wissenschaftler verschiedene Strategien entwickeln, um die Öffentlichkeit für seine Resultate und ganz allgemein für Wissenschaft und Forschung zu interessieren, aber auch sagen, dass noch viele Fragen offen sind und dass die Wissenschaft nicht auf alle Fragen immer gleich Antworten parat habe (siehe AIDS, BSE, SARS ...).

Die vorliegenden Buchbeiträge versuchen denn auch auf ganz unterschiedlichen Wegen und Abstraktionsebenen, dem Leser komplexe Sachverhalte so zu schildern, dass sein Verständnis und weiteres Interesse geweckt werden. Fast zwangsläufig ergibt sich daraus eine Heterogenität, die fast feuilletonistisch behandelte Themen neben Beiträgen stellt, die man vielleicht zwei- oder dreimal lesen muss, um sie voll erschließen zu können. Dazu wollen wir den Leser ausdrücklich ermutigen, denn man soll, wie Albert Einstein einmal gesagt hat, die Dinge so einfach wie möglich machen, aber nicht einfacher. Interessierte Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe, ihre Lehrerinnen und Lehrer sowie Studierende der Naturwissenschaften im Grundstudium sollten in erster Linie, wie auch der interessierte Laie, an diesem Schaukasten einer facettenreichen Wissenschaft ihren Gefallen finden.

Der Bogen der Themen ist bewusst weit gespannt, von der Literatur über die Mathematik, Physik und Chemie bis zu biochemisch-medizinischen Themen. Nach einigen grundsätzlichen Überlegungen von Achim Müller zum *Public Understanding of Science* und seiner gesellschaftlichen Bedeutung belegt Hans Wolfgang Bellwinkel am Beispiel von Thomas Mann, wie naturwissenschaftliche Themen Ein-

gang in die Literatur gefunden haben. John Meurig Thomas schreibt sogar über die Poesie der Wissenschaft, gefolgt von Andreas Dress, der Beispiele aus der Formensprache der Natur mathematisch untersucht hat. *Pythagoras, Geometrie und die moderne Wissenschaft* als Titel des Essays von Achim Müller legt nahe, dass auch hier, wie überall in der Natur, die Mathematik eine gewisse Rolle spielt. Dann stellt der Physiker Reinhart Kögerler die (abstrakte) Frage, wie materiell Materie ist, und Henning Genz beschäftigt sich mit dem Vakuum der Physik, was deutlich über unser Allgemeinwissen über das Vakuum hinaus geht. Wir kommen dann zu einer Reihe aktueller chemischer Themen: Nanocluster an der Grenze zwischen Chemie und Physik (Günter Schmid), Chemie und Licht (Barbara Albert und Jürgen Janek), Ursache und Wirkung von ‚rechts‘ und ‚links‘ in der Natur (Henri Brunner), die Frage, ob und wie wissenschaftliche Erkenntnisse die Chemische Industrie ‚verjüngen‘ (Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger), die Biochemie des Zinks (Heinrich Vahrenkamp) und nanometergroße Räder und Kugeln aus Metalloxid-Gerüsten (Achim Müller). Mit Rüdiger Knieps Beitrag über die Biomineralisation und Harald Jockuschs Aufsatz über das, was uns defekte Gene verraten können, gelangen wir schließlich zu Hans Wolfgang Bellwinkels Gedanken über die menschliche Seele. Den Schluss bilden die methodisch-didaktischen Kapitel von Carl Djerassi und Katherina Kohse-Hölinghaus et al. über *Science-in Fiction and Science-in-Theatre* sowie das *teutolab* für Schulkinder verschiedener Stufen an der Universität Bielefeld.

Sobald über pure Wissenschaft gesprochen werde, so wisse er aus der Erfahrung, sagt Carl Djerassi, gehe beim großen Publikum der Vorhang herunter. Um diesen wieder zu öffnen, vermittele er Wissenschaft auch literarisch, lade interessierte ins Theater ein, um sie einerseits amüsant zu unterhalten, andererseits aber auch, um ihnen etwas von seinem Standpunkt in den Kopf zu schmuggeln ...

Schließlich haben wir zu danken: Allen Autoren für ihre interessanten Beiträge, dem ZIF für die Durchführung des Symposiums sowie dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, der Westfälisch-Lippischen Universitätsgesellschaft und dem Fonds der Chemischen Industrie dafür, dass sie das Buchprojekt mit einer großzügigen Ausstattung und einem dennoch erschwinglichen Verkaufspreis möglich gemacht haben.

*Achim Müller
Ekkehard Diemann
Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger*

This Page Intentionally Left Blank

Autorenverzeichnis

Herausgeber

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Achim Müller
Universität Bielefeld
Fakultät für Chemie
Lehrstuhl für Anorganische Chemie I
Postfach 100 131
33501 Bielefeld
E-Mail: a.mueller@uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Hans-Jürgen Quadbeck-Seeger
BASF AG
Carl-Bosch-Str. Geb. B1
67056 Ludwigshafen
E-Mail: quadbeck-seeger@t-online.de

Dr. Ekkehard Diemann
Universität Bielefeld
Fakultät für Chemie
Lehrstuhl für Anorganische Chemie I
Postfach 100 131
33501 Bielefeld
E-Mail: e.diemann@uni-bielefeld.de

Autoren

Prof. Dr. Barbara Albert
Universität Hamburg
Fachbereich Chemie
Institut für Anorganische u. Angewandte Chemie
Martin-Luther-King-Platz 6
20146 Hamburg
E-Mail: Albert@chemie.uni-hamburg.de

Dr. med. H.W. Bellwinkel
Erlenstr.8
44795 Bochum

Dipl.-Psych. Alexander Brandt
teutolab und Pädagogische Psychologie
Universität Bielefeld
Universitätsstr. 25
33615 Bielefeld

Prof. Dr. Henri Brunner
Institut für Anorganische Chemie,
Universität Regensburg
93040 Regensburg
E-Mail: henri.brunner@chemie.uni-regensburg.de

Prof. Dr. Carl Djerassi
Department of Chemistry
Stanford University
Stanford CA 94305
USA

Prof. Dr. rer. nat. Andreas W. M. Dress
Max-Planck-Institut für Mathematik
in den Naturwissenschaften
Inselstraße 22–26
04103 Leipzig
E-Mail: dress@mis.mpg.de

Prof. Dr. Henning Genz
Institut für Theoretische Teilchenphysik
Universität Karlsruhe
76128 Karlsruhe
E-Mail: Henning.Genz@physik.uni-karlsruhe.de

Dr. Rudolf Herbers
Einstein-Gymnasium
Fürst-Bentheim-Str. 60
33378 Rheda-Wiedenbrück

Prof. Dr. Jürgen Janek
Physikal.-Chemisches Institut der Justus-Liebig-Universität
Heinrich-Buff-Ring 58
35392 Giessen
E-Mail: Juergen.Janek@phys.Chemie.uni-giessen.de

Prof. Dr. Harald Jockusch
Fakultät für Biologie
Entwicklungsbiologie u. Molekulare Pathologie
Universität Bielefeld, W7
33501 Bielefeld
E-Mail: h.jockusch@uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Rüdiger Kniep
Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe
Nöthnitzer Str. 40
01187 Dresden
E-Mail: kniep@cpfs.mpg.de

Prof. Dr. Reinhart Kögerler
Fakultät für Physik
Universität Bielefeld
Universitätsstrasse
33615 Bielefeld
E-Mail: koeg@physik.uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Katharina Kohse-Höinghaus
Fakultät für Chemie
Physikalische Chemie I
Universität Bielefeld
Universitätsstr. 25
33615 Bielefeld
E-Mail: kkh@pc1.uni-bielefeld.de

Prof. Dr. Jens Möller
Institut für Psychologie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Olshausenstr. 75
24118 Kiel

XIV | *Autorenverzeichnis*

Prof. Dr. Günter Schmid
Institut für Anorganische Chemie
Universität Duisburg-Essen
Universitätsstr. 5–7
45117 Essen
E-Mail: guenter.schmid@uni-essen.de

Prof. Sir John Meurig Thomas
The Royal Institution of Great Britain
21 Albemarle Street
GB W1S 4BS London
E-Mail: jmt@ri.ac.uk

Public Understanding of Science: Bringschuld der Wissenschaft – Holschuld der modernen Gesellschaft? ¹⁾

Achim Müller

»Kekulé's Schlange verdankt ihr glückliches Schicksal ... dem Umstand, daß sie in (die) ... (mythische) Ritze geschlüpft ist, die das Wissenschaftliche vom Nichtwissenschaftlichen trennt.«²⁾

Ein Aufruf ergeht

»Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden aufgefordert, ihre Arbeit öffentlich auch in einer für den Nicht-Spezialisten verständlichen Form darzustellen.«

Das ist ein massiver Aufruf! Ich bezeichne ihn als massiv, weil er unterschrieben wurde von dem Vorstandsvorsitzenden des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, dem Präsidenten der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft, dem Präsidenten der Hochschulrektorenkonferenz, dem Vorsitzenden der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, dem Vorsitzenden des Wissenschaftsrates und dem Präsidenten der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz für Maßnahmen zur Förderung des Dialogs von Wissenschaft und Gesellschaft. Die Aufforderung wirft Fragen auf: Was genau ist das Problem? Welche Defizite haben es ausgelöst? Was sind die Ursachen dieser Defizite? Und warum erfolgt der Aufruf gerade jetzt und nicht schon früher? Was ist zu tun, um die Verständigung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu intensivieren? Und: Verfolgen die Wissenschaftsorganisationen, deren Vorsitzende und Präsidenten den Aufruf unterzeichnet haben, die gleichen Ziele? Hinter dem griffigen Schlagwort »Public Understanding of Science (PUS)« steht somit eine vielschichtige Problematik.

- 1) Professor Dr. Dr. Herbert Hörz zum 70. Geburtstag gewidmet.
- 2) Eine anschauliche populäre Wissenschaftsbotschaft von Kekulé's Traum von einer Schlange, deren Biss in ihren Schwanz ihm zur Postulierung der ringförmigen Struktur

des Benzols verhalf (vgl. S. Ortolí, N. Witkowski, Die Badewanne des Archimedes: Berühmte Legenden aus der Wissenschaft, Kapitel: ‚Kekulé's Schlange‘, Piper, München, 1997).

Zur aktuellen Situation

Das Selbstverständnis derer, die sich berufsmäßig mit Wissenschaft befassen und ihre Bedeutung erkannt haben, lässt sich meines Erachtens gut mit einem Zitat aus der Publikation »Can science and technology bring the world together?« von U. Colombo charakterisieren (*Science and Public Affairs* 4, 1989, 95–103): »With the strength springing from the social, cultural and economic values of its people, Europe is destined to play a primary role in ensuring that social progress keeps pace with scientific advance and that the gains of today's technological revolution go to benefit the whole of mankind.«

Dieses Selbstverständnis von Wissenschaft gilt in unserer Gesellschaft leider jedoch nicht ungeteilt. So schreibt die *Frankfurter Rundschau* (8.5.2001) im Hinblick auf Eingriffe in menschliches Erbgut: »Die letzte Hürde ist gefallen. US-Forscher haben genmanipulierte Babys erschaffen. Die Gen- und Biorevolution zeigt damit immer mehr ihre hässliche, verantwortungslose Seite. Frei nach dem Motto: Wo es keine Grenzen gibt, gibt es auch keine Grenzübertreite mehr.« »Maßlose Wissenschaft« lautet denn auch der Titel dieses Artikels von Michael Emmrich. Die Ambivalenz, die in der Wissenschaft selbst liegt und uns Wissenschaftlern vielleicht das Leben im Dialog mit der Bevölkerung schwer macht, wird auch durch die Empfehlungen der Deutschen Forschungsgemeinschaft verdeutlicht, die in der *Frankfurter Allgemeine(n) Zeitung* vom 11. Mai 2001 unter dem Titel »Die Zellen unserer Embryos könnten Kranke heilen – Es gibt echte Chancen auf Realisierbarkeit« publiziert wurden: »Der ethische und rechtliche Schutz der Forschungsfreiheit ist nicht absolut; genauso wenig wie das Lebensrecht des Embryos.« Dies ist ein durchaus symbolischer Satz, der zusammen mit dem Titel jene Befürchtung symbolisiert, die im Bild von Goethes Zauberlehrling eingefangen ist. Es ist an uns Wissenschaftlern, zu fragen, warum die Befürchtung von möglichen negativen Folgen der Wissenschaft im allgemeinen Bewusstsein unserer Gesellschaft einen relativ starken Stellenwert hat, obwohl doch praktisch jeder ganz selbstverständlich alle Vorteile wissenschaftlicher Erkenntnis und der von ihr induzierten Technik in Anspruch nimmt. Ein großer Teil der Bevölkerung ist sich sicher nicht darüber im Klaren, welche Bedeutung beispielsweise bestimmte Ergebnisse chemischer Forschung für unseren Lebensstandard haben.

Ein weiteres Beispiel für die angesprochene Problematik zeigt die folgende Aussage von John R. Durant: »In a single issue of the Guardian, both Friends of the Earth and British Nuclear Fuels Ltd carried large advertisements making precisely opposite claims about the relation between nuclear power production and global warming as a result of the 'greenhouse effect'.« (in: Copernicus and Conan Doyle: or, why should we care about the public understanding of science?, *Science and Public Affairs* 5(1), 1990, 7–22).

Mangelndes Verständnis für wissenschaftliche Zusammenhänge, enttäuschte Erwartungen, der populistische Missbrauch ungerechtfertigter Ängste durch bestimmte Politiker ohne Sachverstand aber mit Sendungsbewusstsein und Medien – dies alles mögen Gründe für den zum Teil negativen Stellenwert der Wissenschaft in unserer Gesellschaft sein. Meiner Meinung nach – und vielleicht auch im Sinne

der Unterzeichner des eingangs erwähnten Aufrufs – greifen sie jedoch zu kurz, wenn nicht auch Folgendes beachtet wird: Anders als bei Goethes Zauberlehrling hat die Wissenschaft nicht für jede Problemlösung einen Meister in unmittelbarer Nähe, der alle Dinge sofort wieder gerade rückt, wenn sie aus dem Ruder laufen. Wegen der Komplexität der Problematik kann die Wissenschaft grundsätzlich nicht immer spontan eine Lösung liefern. Ich verweise etwa auf den Wettlauf zwischen der Entwicklung von Antibiotika und der Resistenzbildung bei Bakterien – das Thema eines Beitrags von Claudia Ehrenstein in der *Welt* (28.4.2001): »In Rußland liegt die Sterblichkeitsrate heute um das 2,5fache über der Geburtenrate. Bis 2016 wird die Bevölkerung um rund 17 Millionen schrumpfen. ... Jeder zweite Häftling in russischen Gefängnissen ist mit antibiotika-resistenter Tuberkulose infiziert. Die Zahl der Syphilisfälle ist in einem Jahrzehnt von 5700 auf knapp 400.000 pro Jahr angestiegen. Diphtherie, Typhus und Cholera breiten sich seit 1991 immer weiter aus.« Im Sinne von PUS kann und muss von uns mit guten Argumenten dargestellt werden, dass die Wissenschaft bestimmte Probleme nur mittelfristig in den Griff bekommen kann. Dies lehrt die Geschichte.

Es ist dringend notwendig, den Dialog zwischen Bevölkerung und Wissenschaft zu fördern und zu intensivieren³⁾ – vor allem auch wegen der gerade geschilderten Problematik. PUS muss im Sinne des Aufrufs der Wissenschaftsorganisationen Befürchtungen in der Bevölkerung ernst nehmen. Wir können nicht nur auf die Medien verweisen oder auf die Gesellschaft im Allgemeinen, sie würde ihr eigenes Interesse nicht recht verstehen – etwa analog einer Passage in einem bekannten Roman von Arthur Conan Doyle, in der Watson unter Bezugnahme auf die intellektuelle Ignoranz und das Desinteresse von Holmes sagt: »Of contemporary literature, philosophy and politics he appeared to know next to nothing. Upon my quoting Thomas Carlyle, he inquired in the naivest way who he might be and what he had done. My surprise reached a climax, however, when I found incidentally that he was ignorant of the Copernican theory and of the composition of the Solar System. That any civilized human being in this nineteenth century should not be aware that the earth travelled round the sun appeared to be to me such an extraordinary fact that I could hardly realize it.«

»You appear to be astonished« he said, smiling at my expression of surprise. »Now that I do know it I shall do my best to forget it.«⁴⁾

3) Es gibt noch eine andere interessante Aufgabe für Naturwissenschaftler – nämlich durch die Art der Mitteilung zu erreichen, dass man in der Bevölkerung die Naturwissenschaft und die klassischen Bildungsbereiche wie Kunst, Literatur, Musik und Philosophie auf der gleichen Ebene angesiedelt sieht. Um im Bild zu bleiben: Es gibt nur eine Art von Bildung, und die setzt Kenntnisse beider genannter Bereiche voraus. Etwas abstrakt formuliert geht es in allen Fällen um die intersubjektive Form des Erkenntnisgewinns. Mit anderen Worten: Wir haben meines

Erachtens – im Gegensatz zur Auffassung von C. P. Snow über die verschiedenen Kulturen – nur ein Bildungsziel. Wir wollen »die Welt« verstehen und »diese Welt« durch die unterschiedlichsten Schöpfungen des menschlichen Geistes erweitern, wobei die Kreationen wiederum in ihrer Entstehung und ihren Auswirkungen auf uns und »unsere Welt« verstanden werden sollen.

4) Aus A. C. DoYLES Roman *The Study in Scarlet*, 1887; zitiert nach J. R. DURANT, *Science and Public Affairs*, 5(1), 1990, 7–22.

Medien und Wissenschaft

»Wo Wissenschaft und Kultur zurückgedrängt werden, nimmt früher oder später Gewalt und Willkür diesen Platz ein.« Ein Satz von Richard von Weizsäcker, der uns in Anbetracht unserer Medienlandschaft nachdenklich stimmen sollte. Im Vergleich zu Prominenten der Politik, des Sports und der Unterhaltungsbranche – aber auch gemessen an stundenlangen TV-Trivialitäten – sind die Naturwissenschaften mit ihrer Geschichte, ihren bedeutenden Persönlichkeiten und vor allem mit ihren aktuellen Ergebnissen in den Medien kaum präsent.⁵⁾

Vereinzelt gibt es allerdings gut recherchierte Wissenschaftssendungen in Rundfunk und Fernsehen sowie informative Beiträge zur Wissenschaft in den Printmedien – beispielsweise in den wöchentlich erscheinenden Wissenschaftsrubriken der überregionalen Zeitungen. Insgesamt gesehen bleibt jedoch der Eindruck bestehen, dass im Zusammenhang mit Wissenschaft entweder vor allem über Kunstfehler, Umweltgifte, fehlende Sicherheit und unnütze oder gefährliche Experimente berichtet wird oder Sensationsdarstellungen bevorzugt werden, etwa nach dem Muster »Im All wird der Platz knapp: Kosmischer Crash vernichtet einen Planeten – Nasa sucht nach Erdersatz« (*Die Welt*, 11.5.2001). Unter diesem Titel hieß es dann: »Daß mit jedem sterbenden Planeten auch die Hoffnung auf einen Fluchtpunkt für die Menschheit stirbt, ist dabei nur ein Problem ... gerade mal sechs Jahre ist es her, daß Astronomen den ersten Planeten außerhalb unseres Sonnensystems orteten. Umso erschütternder, wenn kurz nach ihrem Debüt in der Himmelsarena die ersten wieder vom Platz fliegen. Zumal so junge, wie im Falle von HD82943, bei dem das Opfer gerade mal 100 Millionen Jahre alt war.«

Die Medien stehen heute zweifellos unter dem Diktat der Einschaltquote, der Anzahl verkaufter Exemplare und der schnellen spektakulären Information – das ist wohl nicht zu ändern. Aber die eigentliche Frage ist doch – und das ist auch die Frage, die meines Erachtens hinter dem Aufruf der Wissenschaftsorganisationen steht: Was machen wir, die Wissenschaftler selbst, in dieser Situation?! Beispielsweise ist es wichtig, die Kommentierungen zur Wissenschaft in der überregionalen Presse zu verfolgen, um besser für stichhaltige Argumente gewappnet zu sein.

Die »dritte Kultur«

John Brockman, Literaturagent vieler bedeutender britischer und US-amerikanischer Wissenschaftler sieht eine so genannte »dritte Kultur« entstehen (*Die Dritte Kultur: Das Weltbild der modernen Naturwissenschaft*, Goldmann, München, 1996, S. 15): »Das sind Wissenschaftler und andere Denker in der Welt der Empirie, die mit ihrer Arbeit und ihren schriftlichen Darlegungen den Platz der traditionellen Intellektuellen einnehmen, indem sie die tiefere Bedeutung unseres Lebens sichtbar machen und neu definieren, wer und was wir sind.« Mit dem Hinweis auf Char-

5) Vgl. auch H. Hörz, *Wissenschaft als Aufklärung? – Von der Postmoderne zur Neomo-*

derne – Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät, Band 28, Jahrgang 1999, Heft 1.



Abb. 1 Amusement in der Royal Institution: In der Karikatur von James Gillray betätigt der junge Humphry Davy glücklich die Blasebälge bei Experimenten mit Lachgas in der Royal Institution. Der Vortragende ist Thomas Garret,

Davys Vorgänger als Professor der Chemie. Benjamin Thompson, Count Rumford, der Begründer der Royal Institution, steht neben der Tür.

les Percy Snows *The Two Cultures and a Second Look: An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution* (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1964) schreibt Brockman: »Die Vertreter der dritten Kultur versuchen heute, den Vermittler zu vermeiden, und gehen daran, ihre tiefsten Gedanken so auszudrücken, dass sie jedem intelligenten Leser zugänglich sind.« Das ist indes kein neuer Gedanke. Vielmehr hat er eine ehrwürdige Tradition, die – wie ich meine – vielleicht zu Unrecht an den Rand unseres Bewusstseins gedrängt wurde.

Im 19. Jahrhundert spielte in Großbritannien die *Royal Institution*⁶⁾, deren Patronat König Georg III. (1738–1820) übernahm, als Teil der *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) eine wichtige Rolle. Die Royal Institution war nicht nur privat finanziert, sie war auch ein Vorbild populärwissenschaftlicher Bemühungen, um die Ergebnisse der Naturwissenschaften einem interessierten Publikum zugänglich zu machen. Es gab Hörsaal, Bibliothek, Instrumentensammlung und Laboratorium. Zu den dort angestellten Professoren gehörten hochkarätige Wissenschaftler wie der Physiker Michael Faraday (1791–1867), der Chemiker und Entdecker mehrerer Elemente Humphry Davy (1778–1829) und der Physiker John Tyndall (1820–1893). Im Institut wurden sowohl Einzelvorlesungen als auch Kurse für

6) Über die Royal Institution gibt es interessante Aufsätze von P. Day (früherer Direktor): *Bringing Science to a Wider Public. The Royal Institution's Christmas Lectures: A successful British Export to Japan, Science in Parliament*, Vol 51, 1994, S. 34; Michael Faraday as a materials scientist, *Materials World*, August 1995, S. 374–376; *The philoso-*

pher's tree: Faraday today at the Royal Institution, Proceedings of the Royal Institution of Great Britain, Vol. 70 (Hrsg. P. Day), Oxford University Press, 1999, S. 1–20; *Many happy returns at the RI, Chemistry in Britain*, April 1999, S. 30–35.

ein breites Publikum abgehalten. Für den großen deutschen Naturforscher Hermann von Helmholtz (1821–1894) war es eine Ehre dort zu sprechen.⁷⁾

Warum gibt es heute nicht mehrere solcher Einrichtungen? Da ist einmal die Befürchtung, sich dem Vorwurf fachlicher Trivialisierung durch Kollegen auszusetzen – in Großbritannien vielleicht weniger, bei uns mehr. So kritisierte beispielsweise der Astronom Johann Karl Friedrich Zöllner (1834–1882) die populären Vorträge von Helmholtz darin, dass sie »den Vortragenden zur Erwerbung materieller Mittel« gereichten und »den Zuhörern zur Erwerbung eines oberflächlichen Materials zur Unterhaltung im Salon und der gelegentlichen Befriedigung persönlicher Eitelkeit, um Dinge zu besprechen und zu kritisieren, von denen sie nichts verstehen.«⁸⁾ Und der Nationalökonom und Philosoph Eugen Dühring (1833–1921) meinte zu den populären Vorträgen von Helmholtz: »Sie waren ein Mitsprechen über Dinge, die in die Mode kamen, und insofern auch populär, als der Vortragende selbst nicht über dem Niveau oberflächlich cavaliermässiger Kenntnissnahme stand.«⁹⁾ Zum anderen, meine ich, muss man sehen, dass sich die Royal Institution an einen kleinen, von vornherein interessierten Kreis wandte – nicht dagegen an die Gesellschaft insgesamt, was heute im Sinne des eingangs erwähnten Aufrufs jedoch nötig wäre.

Unter dem Gesichtspunkt von PUS wird man die populären Vorträge der Royal Institution natürlich nicht einfach flächendeckend restaurieren können. Es gibt

7) Vgl. z. B. H. Hörz, *Naturphilosophie als Heuristik? Korrespondenz zwischen Hermann von Helmholtz und Lord Kelvin (William Thomson)*, Basiliken-Presse, Marburg/Lahn, 2000, S. 128; aber auch Hermann von Helmholtz, *Ueber das Streben nach Popularisierung der Wissenschaft, Vorrede zu der Uebersetzung von Tyndalls Fragments of Science*, 1874, in: Hermann von Helmholtz, *Vorträge und Reden*, Zweiter Band, Braunschweig, 1896, S. 430.

8) J. K. F. Zöllner, *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Erster Band, Leipzig, 1878; zitiert nach H. Hörz, Fußnote 7, S. 224.

9) E. Dühring, Robert Mayer, der Galilei des 19. Jahrhunderts, Chemnitz, 1880, S. 100. Dühring wertete sogar die wissenschaftlichen Leistungen von Helmholtz ab. Zu seiner Lehre über die Tonempfindungen, die unter den Musiktheoretikern Anerkennung fand, schrieb er: »In der That hatte er nur ein paar armselige Nachexperimente dazugethan und mit einer psychologischen Sauce servirt. Das philosophelnde Physiologisiren machte den ganzen Aufguss des Buchs über die Tonempfindungen aus.« Helmholtz legte übrigens großen Wert auf die Vorbereitung seiner populären Vorträge und nutzte diese, um nicht nur neue Erkenntnisse anderer zu vermitteln, sondern sogar um neue Ideen zu entwickeln. Das zeigt sein Vortrag, in dem er die Ursachen der Sonnenwärme behandelte. Am

7. Februar 1854 sprach er vor der physikalisch-ökonomischen (!) Gesellschaft zu Königsberg zum Thema »Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte und die darauf bezüglichen neuesten Ermittlungen der Physik«. Der Vortrag wurde noch im selben Jahr im Verlag der Hartungschens Buchhandlung Königsberg veröffentlicht und später in Heft II der Populärwissenschaftlichen Vorträge von 1872 leicht korrigiert aufgenommen (zitiert nach H. Hörz, entsprechend Fußnote 7, Kapitel 5.5, 'Sonnenwärme und Wärmetod', S. 222ff.; vgl. auch H. Hörz, *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen*, Basiliken-Presse, Marburg/Lahn, 1997, S. 36f. und 194f.). Die Wissenschaftsgeschichte zeigt, dass bei populärwissenschaftlichen Vorträgen neue Theorien entwickelt werden können. Die von Helmholtz entwickelte Theorie der Sonnenwärme, die fast fünfzig Jahre die Grundlage für wissenschaftliche Betrachtungen zum Alter der Sonne und zu den Mechanismen der Sonnenwärme lieferte, ist ein Beispiel. Kann Populärwissenschaft denn wirklich neue Erkenntnisse vermitteln? Jeder, der Erfahrung mit der populären Darlegung von wissenschaftlichen Einsichten hat, und somit gezwungen ist, Forschungsergebnisse in einen größeren Zusammenhang zu stellen, müsste eigentlich auf diese Frage stoßen und sie positiv beantworten.

aber Beispiele: In der Schweiz wurde 1998 die Institution *Festival Science et Cité*¹⁰⁾ gegründet, mit dem Zweck, die konstruktive Auseinandersetzung, die Verständigung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu fördern. Wissenschaftsfeste sollen Interesse und Neugier wecken – mit Wissenschaftsständen, die über Forschungsprojekte informieren, mit Theater und Musik, um die Wissenschaft, die »sich immer mehr von der Kultur getrennt (hat)«, wieder »in die Kultur zurückzuführen«. ¹⁰⁾ Auch solche Wissenschaftsfestivals sind keine neue Erfindung. In Edinburgh wurde kürzlich das 13. Festival veranstaltet und ein Science-Center eröffnet, das dem Bürger das ganze Jahr zur Verfügung steht. ¹¹⁾

Gewiss gibt es Wissenschaftler, die in der »dritten Kultur« zu Hause sind. Ich denke beispielsweise an Wolfgang Bürger, Physikprofessor in Karlsruhe, und seine beeindruckenden Vorträge zur Physik des Spielzeugs. ¹²⁾ Ich denke an frühere Fernsehsendungen von Heinz Haber über Probleme der Astronomie. Und ich denke auch an beispielhafte Publikationen, an Bücher, die für ein breiteres Publikum Bezüge zur Kulturgeschichte sowie zur Philosophie und Literatur, aber auch zu Gegenständen des täglichen Lebens herstellen: *Die Zahlen der Natur: Mathematik als Fenster zur Welt; Spiel, Satz und Sieg für die Mathematik* (Ian Stewart); *5000 Jahre Geometrie: Geschichte, Kulturen, Menschen* (Christoph J. Scriba, Peter Schreiber); »Nehmen wir an, die Kuh ist eine Kugel ...«: *Nur keine Angst vor Physik* (Lawrence M. Krauss); *Die Elemente: Feuer, Erde, Luft und Wasser in Mythos und Wissenschaft* (Rudolf Treumann); *Das Top Quark, Picasso und Mercedes-Benz oder Was ist Physik?* (Hans Graßmann); *Das Quark und der Jaguar – Vom Einfachen zum Komplexen: Die Suche nach einer neuen Erklärung der Welt* (Murray Gell-Mann); *Was Einstein seinem Friseur erzählte: Naturwissenschaften im Alltag* (Robert L. Wolke). ¹³⁾

10) Vgl. Neue Zürcher Zeitung (2.5.2001), Beilage: Festival Science et Cité, u. a. mit dem Aufsatz »Langfristige Forschung sichert die Zukunft: Gefährdete Grundlagen von Innovation und Wohlstand« von G. Schatz. Die gleichnamige Stiftung hat das Ziel, die »konstruktive Auseinandersetzung, das Verständnis und die Verständigung zwischen Wissenschaft und Gesellschaft« zu fördern. Ihr Präsident ist C. Kleiber, Staatssekretär für Wissenschaftspolitik in Bern.

11) Im Mai 1999 haben auf Initiative des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft führende Wissenschaftsorganisationen die Wissenschaft im Dialog GmbH gegründet, die jährlich zu Veranstaltungen des Wissenschaftssommers einlädt, der im Jahr 2002 in Bremen stattfand.

12) W. Bürger trat z. B. bei der Veranstaltung Kein Strom in Rom des Akademischen Faschingsclubs Chemnitz am 27. und 28. Januar 1995 mit seiner Spielzeugkiste auf (vgl. Ankündigung im TU Spektrum 4/1994, Magazin der TU Chemnitz-Zwickau).

13) Hervorzuheben sind die Aktivitäten des Verlags Wiley-VCH im Zusammenhang mit PUS. Der Verlag ist mit einer Serie von Büchern zum Thema »Erlebnis Wissenschaft« auf den Markt gegangen: GenComics (H. Bolz); Phosphor – ein Element auf Leben und Tod (J. Emsley); Donnerwetter – Physik! (P. Häußler); Morde, Macht, Moneten: Metalle zwischen Mythos und High-Tech (D. Raabe); Gene, Gicht und Gallensteine: Wenn Moleküle krank machen (M. Reitz); Experimente mit Supermarktprodukten: Eine chemische Warenkunde (G. Schwedt); Teflon, Post-it und Viagra: Große Zufallsentdeckungen (M. Schneider); Verschränkte Welt: Faszination der Quanten (J. Audretsch, Hrsg.); Was Biotronik alles kann: Blind sehen, Gehörlos hören (C. Borchard-Tuch, M. Groß); Energierevolution Brennstoffzelle? Perspektiven – Fakten – Anwendungen (M. Pehnt); Die Babywindel und 34 andere Chemiegeschichten (H.-J. Quadbeck-Seeger, A. Fischer, Hrsg.).

Vermittelbarkeit wissenschaftlicher Thematik

Nun lässt sich nicht leugnen: Es gibt Wissenschaften, die dem Menschen näher stehen als andere – etwa die Astronomie, wie schon der Blick Kants auf den »gestirnte(n) Himmel über mir« signalisiert. Geologie, Ozeanographie, Petrographie, Geophysik (hier vor allem die Meteorologie), Mineralogie und Kristallographie vermögen den Menschen wohl eher zu ihn unmittelbar tangierenden Überlegungen anzurühren, beispielsweise über die Entstehung der Erdkruste, die begrenzte Verfügbarkeit von Bodenschätzen, über Erdbeben und Vulkanismus bis hin zu Edelsteinen (vgl. z. B. Karl Lanus, *Die Erde im Wandel: Grenzen des Vorhersagbaren*). Das gilt sicher auch für die Biowissenschaften – vor allem für jene Bereiche, in denen ihre »Objekte« z. B. eine Basis der Ernährung des Menschen sind, vielleicht aber auch noch für die relevante genetische Ebene, soweit sie den »evolutionären Weg« des Menschen offenlegt.

Die Chemie scheint schwieriger vermittelbar zu sein, trotz ihrer grundlegenden Bedeutung für unsere Gesellschaft: «Some of the most exciting scientific developments in recent years have come not from theoretical physicists, astronomers, or molecular biologists but instead from the chemistry lab. Chemists have created superconducting ceramics for brain scanners, designed liquid crystal flat screens for televisions and watch displays, and made fabrics that change color while you wear them. They have fashioned metals from plastics, drugs from crude oil, and have pinpointed the chemical pollutants affecting our atmosphere and are now searching for remedies for the imperiled planet.» So Philip Ball, ein früherer Redakteur des Wissenschaftsmagazins *Nature* in seinem Buch *Designing the Molecular World: Chemistry at the Frontier* (Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994). Unberechtigte Vorbehalte der Bevölkerung, die von bestimmter politischer Seite verstärkt werden, spielen hier ganz offensichtlich ebenfalls eine Rolle, woraus folgt, dass man sich der Sache mit viel Einfühlungsvermögen widmen muss.

Anhaltspunkte für PUS

Gibt es neben der Empfehlung, Befürchtungen in der Bevölkerung über Folgen von Wissenschaft ernst zu nehmen, allgemeine Anhaltspunkte für Mitteilungen im Sinne von PUS? Sicher: beispielsweise »neugierig machen!« – ein vorrangiges Gebot. Das ist einfach gesagt, aber bekanntlich ist gerade das Einfache oftmals schwierig. Neugierde lässt sich auf verschiedene Weise wecken. Führen wir uns einige Beispiele vor Augen, zunächst das Buch von John Maddox, dem früheren Chefredakteur des bereits genannten Wissenschaftsmagazins *Nature*, *Über die Geheimnisse des Universums, den Ursprung des Lebens und die Zukunft der Menschheit*. Geheimnisse? Ja – Geheimnisse wecken Neugierde! Maddox spricht zwei evolutionäre Prozesse an, die zu unserer realen Welt geführt haben, wobei er vor allem auch die Frage nach der Zukunft des *Homo sapiens* stellt: Woher kommen wir? Wohin gehen wir? Ein weiteres Beispiel ist *Das Sandkorn, das die Erde zum Beben bringt: Dem Gesetz der Katastrophen auf der Spur oder warum die Welt einfacher ist, als wir*

denken von Mark Buchanan. Schon der Titel macht durch Entgegensetzungen neugierig: Kleinste Ursachen für größte katastrophale Wirkungen – eigentlich unvorstellbar, oder doch einfach?

Für einige Zeitungsberichte über unsere eigenen Arbeiten wurden ungewöhnliche, aber Neugier weckende Wortkombinationen gewählt: »Deutsche Chemiker entdeckten das Rad im Reagenzglas neu« (*Die Welt*, 27.12.1995), »Une molécule en forme de pneu« (*Science & Vie*, No. 941, 12, 1996), »Molibdeno con sorpresa« (*El Pais*, 6.1.1999), »Spielereien mit Molekülen und Mini-Einkaufstaschen« (*Süddeutsche Zeitung*, 2.2.1999), »Des ballons nanométriques« (*Info Science*, 10.2.1999), »Monster-Molekül aus Molybdän« (*Bild der Wissenschaft*, Heft 3, 10, 1999), »Supramolecular Darwin« (David Bradley: *The Alchemist*, 1.4.2001), »Nano the Hedgehog« (David Bradley: *The Alchemist*, 18.4.2002), »The blue lemon« (Philip Ball: *Nature Homepage, Materials Update*, 25.4.2002), »Synthese eines gastfreundlichen Molekülclusters: Erster Schritt zu einer ‚super-supramolekularen‘ Chemie« (Reinhold Kurschat: *Neue Zürcher Zeitung*, 14.11.2002). Im Fall »Supramolecular Darwin« wurde – um neugierig zu machen und Spannung zu erzeugen – bewusst eine Abweichung von der Realität gewagt: Es kann vielleicht einen *Supramolecular Darwinism* geben, aber die Person Darwin kann natürlich nicht *supramolecular* sein. Auch der Titel »The blue lemon« verführt möglicherweise dazu, den entsprechenden Beitrag zu lesen; denn jeder glaubt zu wissen, dass eine Zitrone nicht blau sein kann. Noch ein weiterer Titel: »Big wheel rolls back the molecular frontier« (David Bradley: *New Scientist*, Vol. 148, No 2003, 1995, S. 18). Er drückt einen Vorgang von kleineren zu größeren Molekülen hin aus. Neugierde wird durch den angedeuteten Aufbruch zu unbekanntem Ufern geweckt.

Ein weiteres Gebot lautet: Umgangssprache! – auch bei der Detailbeschreibung von Forschungsergebnissen bei weitestgehendem Verzicht auf Formeln, was uns Wissenschaftlern natürlich schwer fällt. Einen PUS-Artikel am selben Wochenende zu schreiben wie eine wissenschaftliche Publikation, ist nicht leicht. Weitere Gebote sind: Beispiele! Bezüge zur Kultur-, Geistes- und Wissenschaftsgeschichte! Anekdoten! Und außerdem die Personifizierung durch allgemein bekannte Persönlichkeiten wie Sokrates (vgl. den Buchtitel: *Mit Sokrates im Liegestuhl* von Brigitte Hellmann), Archimedes (vgl. *Die Badewanne des Archimedes: Berühmte Legenden aus der Wissenschaft* von Sven Ortoli und Nicolas Witkowski), Augustinus (wenn es um das Problem Zeit geht), Newton, Descartes, Kepler (im Zusammenhang mit seinen Bemühungen, die Muster der Schneeflocken oder die Planetenbewegung zu verstehen), Leonardo da Vinci, Goethe, Hegel (vgl. *Hegel beim Billard* von Peter Kauder), Darwin (vgl. *Darwins gefährliche Erben: Biologie jenseits der egoistischen Gene* von Steven Rose), Edward Norton Lorenz (vgl. die Auswirkungen des Schmetterlingsflügel-schlages auf unser Wetter), Schrödinger (seine weder tote noch lebendige Katze beschäftigt uns immer noch) sowie Einstein (*Raffiniert ist der Herrgott ...: Albert Einstein, eine wissenschaftliche Biographie* von Abraham Pais). Es geht hier um Persönlichkeiten, die uns auch heute noch Wesentliches zu sagen haben.

Vielleicht gelingt es uns wie kürzlich dem Journalisten Patrick Bahners (*Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 24.9.2002) mit seinem Artikel »Schröders Katze« (nicht Schrödingers!), Vergleiche zwischen wichtigen Geschehen in den Naturwissenschaften und in gesellschaftlichen Bereichen herzustellen und damit auf uns auf-

merksam zu machen. Zur Wissensproblematik um die Entscheidung des Wahlvolkes konnte man nachlesen: »... Mit der Schließung der Wahllokale konnte ein Wahlkampf nicht einfach aufhören, der wie nie zuvor Stimmungsmache gewesen war, Beschwörung von Stimmungen durch Beschreibung von Stimmungen. Daß 8864 mehr Deutsche SPD gewählt hatten, stand seit achtzehn Uhr fest. Doch bis drei Uhr siebenundvierzig handelten Journalisten und Politiker ... so, als könnten die Beobachter diese Tatsache noch beeinflussen, als gälten für die Gesellschaft die Regeln aus dem Katzenexperiment des Physikers Erwin Schrödinger. Schrödingers Katze ist tot oder lebendig erst, wenn die Tür zur Stahlkammer geöffnet und der Atomzerfall, der die Tötungsmechanik auslöst, gemessen wird. So wollte, solange der Bundeswahlleiter schwieg, Stimmen sammeln, wer in gehobener Stimmung zu sein schien.« Vielleicht hat der eine oder andere Leser, der nicht Naturwissenschaftler ist, nach dem Lesen des Artikels begonnen, sich für ein faszinierendes Phänomen der modernen Physik zu interessieren – auch wenn er davon ausgehen konnte, dass Herr Schröder in der besagten Nacht nichts von der Möglichkeit des interessanten Vergleichs gewusst hat.

Der Versuch, hier allgemeine Anhaltspunkte für PUS zu formulieren, kann eben nur dies sein: eine erste Annäherung, die ihre begriffliche Durchdringung nicht ersetzen kann und auch nicht ersetzen soll. Dieser Versuch steht an einem Anfang – markiert durch den Aufruf der Wissenschaftsorganisationen –, der das Verhältnis von »Bringschuld der Wissenschaft« und »Holschuld der modernen Gesellschaft« noch unentschieden lassen muss.

Danksagung

Prof. Dr. Dr. h.c. Herbert Hörz und Dr. Bruno Redeker danke ich für anregende Diskussionen, Dr. Paul Kögerler für die kritische Durchsicht des Manuskripts, dem Fonds der Chemischen Industrie sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft für großzügige finanzielle Unterstützung.

Achim Müller (Jahrgang 1938) hat in Göttingen Chemie und Physik studiert und dort 1965 mit einer Arbeit zur Thermochemie flüchtiger Metalloxide bei Oskar Glemser promoviert. 1971 übernahm er eine Professur für Anorganische Chemie an der Universität Dortmund, und seit 1977 hat er den Lehrstuhl für Anorganische Chemie I an der Universität Bielefeld. Seine Forschungsinteressen umfassen Probleme der Übergangsmetall-, Bioanorganischen und Supramolekularen Chemie sowie der Materialwissenschaft, der hetero-

genen Katalyse, der Molekülphysik und der Naturphilosophie. Er ist Mitglied führender Akademien und hat für seine Forschungsarbeiten zahlreiche Ehrungen (Ehrendoktorate, -Professuren und -Mitgliedschaften) und Preise (Alfred-Stock-Gedächtnispreis 2000, Prix Gay-Lussac/Humboldt 2001 [Le Ministère de la Recherche, Paris], Sir Geoffrey Wilkinson Prize 2001) erhalten. Auf internationalen Tagungen ist er ca. siebzigmal als Fest- und Plenarvortragender bzw. »Invited Lecturer« aufgetreten.



Naturwissenschaftliche Themen im Werk von Thomas Mann¹⁾

Hans Wolfgang Bellwinkel

Thomas Manns naturwissenschaftliche Kenntnisse waren vielseitig und profund. Er hat sie sich durch intensive Quellenstudien und Befragung von Experten angeeignet. Ihren Niederschlag finden sie vor allem im *Zauberberg*, *Doktor Faustus*, *Lotte in Weimar* und *Felix Krull*.²⁾ Schwerpunkte sind besonders biologische Themen wie die Entstehung und Entwicklung des Lebens, Gestaltprobleme, Kosmologie und physikalische Fragen.



Abb. 1 Thomas Mann

Kosmologie: Makrokosmos – Mikrokosmos

Im Gespräch mit seinem Freund Zeitblom entwickelt Adrian Leverkühn im *Doktor Faustus* kühl und ein wenig ironisch ein Bild des Kosmos, das von der Urknallhypothese ausgeht. Die Materie – in Galaxien geordnet, die sich voneinander und vom Ausgangspunkt in rasender Geschwindigkeit entfernen – befindet sich in steter Ausdehnung. Als Beleg wird die Rotverschiebung im Spektrum angeführt. Somit ergibt sich ein dynamisches Weltkugelmodell. Das Spiel mit den größtenteils korrekt angegebenen, unvorstellbaren Zahlen verwirrt Zeitblom, der das explodierende

1) Die Arbeit erschien ohne Anmerkungen in der *Naturwiss. Rundschau* 1992, 45, 174

2) Alle Angaben zu den Thomas-Mann-Zitaten sind entnommen aus Mann (1960).

Weltall als »unermesslichen Unfug«³⁾ hinstellt. Für ihn sind »die Daten der kosmischen Schöpfung ein nichts als betäubendes Bombardement unserer Intelligenz mit Zahlen, ausgestattet mit einem Kometenschweif von zwei Dutzend Nullen, die so tun, als ob sie mit Maß und Verstand noch irgendetwas zu tun hätten.«⁴⁾ Er führt dagegen seine anthropozentrische Betrachtungsweise ins Feld, in der statt lebloser Zahlen Begriffe wie Güte, Schönheit und menschliche Größe die entscheidenden Parameter sind. Dieser Standpunkt wird von Adrian Leverkühn als mittelalterlich bezeichnet. Zeitblom ähnelt bei diesem Disput in mancher Hinsicht dem Wagner in Goethes *Faust*, der ebenfalls seinem Meister das Wasser nicht reichen kann und dem Höhenflug seiner Gedanken hilflos gegenübersteht.

Ganz anders die kosmologischen Ausführungen des Paläontologie-Professors im Gespräch mit Felix Krull. Ein begeisterter Dozent trifft beim gemeinsamen Abendessen im Speisewagen auf einen ebenso begeisterten und interessierten Zuhörer. Er schildert die Unendlichkeit des Raumes, der angefüllt ist mit einer unermesslichen Zahl von Sternen, Planeten, Galaxien, Kometen, interstellaren Wolken und anderen Materieansammlungen, die alle durch Gravitationsfelder miteinander in Beziehung stehen. Auch hier wird wieder – wie im *Doktor Faustus* – die Winzigkeit und exzentrische Lage unseres Planeten Erde hervorgehoben. Dann geht er detailliert auf unser Sonnensystem ein, berichtet von weißen Zwergen und erwähnt am Beispiel des Merkur die Relativität des irdischen Zeitmaßes. Das Ganze mündet in die Feststellung, dass alles Sein etwas Episodenhaftes sei, das es nicht immer gegeben habe, »zwischen Nichts und Nichts«⁵⁾. Auch Raum und Zeit, die uns angesichts der kosmischen Dimensionen unendlich erscheinen, haben einen Anfang und ein Ende, sind an das Sein gebunden. »Raum« ist durch »die Ordnung und Beziehung materieller Dinge untereinander« definiert, und »Zeit« ist »das Produkt der Bewegung, von Ursache und Wirkung, deren Abfolge der Zeit Richtung verleihe.«⁶⁾ Die Verknüpfung der Begriffe Zeit und Richtung, die der Zeit eine vektorielle Komponente zuordnet, basiert auf Einsteins allgemeiner Relativitätstheorie, die besagt, dass die Krümmung von Raum und Zeit beeinflusst wird, wenn sich ein Körper bewegt oder eine Kraft wirkt. Es ist erstaunlich und faszinierend, wie tief Thomas Mann in diese schwierigen Zusammenhänge eingedrungen ist und wie ihm insbesondere ihre Verbalisierung gelingt. In seinen Tagebüchern findet man immer wieder Hinweise darauf, wie sehr ihn das Raum-Zeit-Problem in der Einsteinschen Relativitätstheorie beschäftigt hat: »Zeitproblem als Grundmotiv des Zauberbergs.«⁷⁾ Oder: »Las die Zeitung über die Einsteinsche Relativitätstheorie.«⁸⁾ Oder: »Las im Merkur eine erkenntnistheoretische Kritik der Einsteinschen Theorie (die übrigens auch von Flammarion kritisiert und weitgehend abgelehnt wird), worin das Problem der Zeit wieder die Rolle spielt, deren heutige Urgenz ich bei der Conception des Zbg. ... antizipierte.«⁹⁾

An anderer Stelle, im *Lob der Vergänglichkeit – Frau Hedwig Fischer zum Gedenken*, greift er diesen Gedanken wieder auf: »Vergänglichkeit schafft Zeit«; Zeit »ist iden-

3) *Doktor Faustus* (Bd. VI), XXVII, S. 363

4) *Doktor Faustus* (Bd. VI), XXVII, S. 361

5) *Felix Krull*, (Bd. VII), S. Kapitel, S. 542

6) *Felix Krull*, (Bd. VII), S. Kapitel, S. 542f.

7) *Tagebücher 1918–1921*, 2. 7. 1919

8) *Tagebücher 1918–1921*, 25. 2. 1920

9) *Tagebücher 1918–1921*, 3. 3. 1920

tisch mit allem Schöpferischen«. »Zeitlosigkeit ist das stehende Nichts.«¹⁰⁾ Doch zurück zum *Felix Krull*: Das Nichts ist der Urgrund, »stehende Ewigkeit«¹¹⁾, vor dem das Sein mit seinem Raum-Zeit-Kontinuum nur vorübergehend agiert. Die Frage, wann Raum und Zeit begonnen haben, und wann sie enden werden, bleibt unbeantwortet. Wie sehr die Begriffe Zeit und Raum Thomas Mann beschäftigt haben, zeigt die Durchsicht seiner Werke. Schon im *Zauberberg* lässt er Hans Castorp über diese Problematik sinnieren. Das 6. Kapitel beginnt mit der Frage: »Was ist Zeit? Ein Geheimnis – wesenlos und allmächtig.« Auch hier werden schon Bewegung und das Vorhandensein von Körpern im Raum als Voraussetzung von Zeit postuliert. »Wäre aber keine Zeit, wenn keine Bewegung wäre? Keine Bewegung, wenn keine Zeit? Ist die Zeit eine Funktion des Raumes? Oder umgekehrt? Oder sind beide identisch?«¹²⁾ Damals, 1919 bis 1924, hält er Raum und Zeit noch für unendlich, während er in seinem Spätwerk *Felix Krull* Raum und Zeit als etwas Endliches, Episodenhaftes vor dem statischen, ewigen Hintergrund des Nichts begreift. Die Schwierigkeiten, die sich aus der Annahme eines unendlichen Raumes ergeben, sieht Thomas Mann sehr deutlich, wenn er im *Zauberberg* fragt: »Wie vertragen sich mit den Notannahmen des Ewigen und Unendlichen Begriffe wie Entfernung, Bewegung, Veränderung, auch nur das Vorhandensein begrenzter Körper im All?«¹³⁾ Man kann diese Fragen noch ergänzen durch die Frage: Wo liegt in einem unendlichen Universum das Zentrum? Erst im 20. Jahrhundert erkannte man, dass in einem unendlichen Universum jeder Punkt Mittelpunkt sein kann, da sich von jedem Punkt aus eine unendliche Zahl von Sternen nach jeder Seite hin erstreckt. Vor dem 20. Jahrhundert ist wahrscheinlich niemand auf den Gedanken gekommen, dass sich das Universum ausdehnen oder zusammenziehen kann. Erst die Entdeckung von Hubble 1929, dass sich die Galaxien von einander und von uns entfernen – wie im *Doktor Faustus* und *Felix Krull* beschrieben – brach mit der alten Vorstellung eines statischen, ewigen Universums. Auch die Tatsache, dass ein Zeitbegriff vor dem Beginn des Universums sinnlos ist, hat Thomas Mann erfasst; ebenso die Erkenntnis, dass Zeit und Raum zu einer Einheit, der Raumzeit, verbunden sind. Bis 1915 glaubte man, dass Zeit und Raum absolut seien und ewigen Bestand hätten. Erst durch Einsteins allgemeine Relativitätstheorie wurde dieses Dogma umgestoßen. Die von Hans Castorp im *Zauberberg* gestellten Fragen werden durch diese Theorie beantwortet: Bewegung beeinflusst die Krümmung von Raum und Zeit; die Raumzeit-Struktur beeinflusst die Bewegung. Das Universum ist nicht unendlich; es hat einen Anfang und möglicherweise auch ein Ende – so das Fazit von Stephen W. Hawking.¹⁴⁾

Auch der Mikrokosmos wird im *Zauberberg* kurz gestreift. Das Bohrsche Atommodell wird erläutert und die Ähnlichkeit mit dem Makrokosmos beleuchtet. Der Dualismus von Masse und Energie findet seinen Niederschlag in Begriffen wie das »Stoffliche, das aus unstofflichen Verbindungen entsprang«.¹⁵⁾ Später im *Felix Krull*

10) Lob des Vergänglichen, in: *Reden und Aufsätze* 2 (Bd. X), S. 383

11) *Felix Krull*, (Bd. VII), 5. Kapitel, S. 543

12) *Der Zauberberg* (Bd. III), 6. Kapitel ‚Veränderungen‘, S. 479

13) *Der Zauberberg* (Bd. III), 6. Kapitel ‚Veränderungen‘, S. 479

14) Hawking (1988)

15) *Der Zauberberg* (Bd. III), 5. Kapitel ‚Forschungen‘, S. 395

werden diese Gedanken weitergeführt und präzisiert: »Im ... Atom verflüchtigt sich die Materie ins Immaterielle, nicht mehr Körperliche.«¹⁶⁾ Damit wird die berühmte Einsteinsche Formel $e = m \times c^2$ angesprochen, die die wechselseitige Überführbarkeit von Masse (m) in Energie (e) über die Lichtgeschwindigkeit (c) beschreibt. Auch die Unschärferelation von Werner Heisenberg klingt an, wenn von Atomteilchen die Rede ist, die keinen bestimmaren Platz im Raum haben, keinen nennbaren Betrag von Raum einnehmen und damit an die Grenze des Kaum-noch-Seins stoßen.¹⁷⁾



Abb. 2 Thomas Mann mit Albert Einstein (1924)

Die Entstehung des Lebens

Besonders ergiebig ist das Kapitel ‚Forschungen‘ im *Zauberberg* (1919–1924). Hier zieht Thomas Mann ein Resümee des gesamten biologischen Wissens seiner Zeit. Er lässt seinen Protagonisten Hans Castorp während seiner Liegekuren nachlesen und nachdenken über die organisierte Materie, die »Eigenschaften des Protoplasmas, die zwischen Aufbau und Zersetzung in sonderbarer Seinsschweben sich erhaltende empfindliche Substanz und ihre Gestaltbildung aus anfänglichen, doch immer gegenwärtigen Grundformen«.¹⁸⁾ Schon in diesen ersten einleitenden Sätzen wird gedanklich vorweggenommen, was eigentlich erst in den letzten 20 Jahren durch genetische und molekularbiologische Forschung Gewissheit geworden ist: Es ist die Information, die »über die Chemie hinausweist, eine Qualität, die typisch für die Biologie ist. Der materielle Träger der Information, das Nucleinsäure-Molekül, ist selber ... letzten Endes instabil. ... Die im Nucleinsäure-Molekül enthaltene genetische Nachricht ist hingegen stabil. Sie ist kraft der Fähigkeit zur Selbstreproduktion unsterblich geworden. Die in unseren Genen gespeicherte Information ist im

16) Felix Krull, (Bd. VII), 5. Kapitel, S. 546

17) Vgl. Heisenberg (1947)

18) *Der Zauberberg* (Bd. III), 5. Kapitel ‚Forschungen‘, S. 382