

GREGOR LAX

Von der Atmosphärenchemie zur Erforschung des Erdsystems.

Beiträge zur jüngeren Geschichte des Max-Planck-Instituts
für Chemie (Otto-Hahn-Institut), 1959-2000.

Preprint 5



gmpg

FORSCHUNGSPROGRAMM
GESCHICHTE DER
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

GREGOR LAX

Von der Atmosphärenchemie zur Erforschung des Erdsystems.

Beiträge zur jüngeren Geschichte des Max-Planck-Instituts
für Chemie (Otto-Hahn-Institut), 1959-2000.

Preprint 5

Impressum

Ergebnisse des Forschungsprogramms Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft
Preprint 5

Herausgegeben von Florian Schmaltz, Jürgen Renn, Carsten Reinhardt und Jürgen Kocka

Bezugsadresse

Forschungsprogramm Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft
Boltzmannstr. 22, 14195 Berlin
E-Mail: gmpgoffice@mpiwg-berlin.mpg.de

Graphik/Satz: doppel punkt Kommunikationsdesign
Druck: Daab Druck & Werbe GmbH

Erscheinungsjahr: 2018
Ort: Berlin
ISSN: 2511-1833

Alle Rechte bei den Autorinnen und Autoren.
Veröffentlicht unter Creative-Commons-Lizenz by-nc-sa 3.0 Deutsch
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de>
DOI: 10.17617/2.2590812

Abstract

Das Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz (MPIC) gehört zu den tragenden Säulen für die Atmosphären- und Erdsystemforschung in der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der bundesrepublikanischen Wissenschaftslandschaft insgesamt. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Geschichte der Ansiedlung, Etablierung und Entwicklung dieser Forschungsbereiche am MPIC und ist in drei Teilstudien gegliedert:

Der erste Teil befasst sich mit einem fast zehn Jahre andauernden Prozess der Neuorientierung des MPI und der Suche nach einem neuen Direktor, die 1968 schließlich überraschend zur Berufung des Meteorologen Christian Junge und der Eröffnung der bis heute bestehenden Abteilung für Atmosphärenchemie führte. Der Abschnitt arbeitet insbesondere den Konflikt zwischen Tradition und Innovation heraus, der sich daraus ergab einerseits vorhandene Forschungszweige am Institut fortzusetzen und an bestehende Strukturen anzuknüpfen und dem Pioniersanspruch der MPG andererseits, neuartige und innovative Forschungsfelder zu erschließen und an ihren Einrichtungen zu etablieren.

Das zweite Kapitel zeichnet die Entwicklung von Junges Abteilung im nationalen Forschungskontext der 1970er Jahre nach und zeigt, wie durch die dortigen Arbeiten in enger Verzahnung mit dem DFG-Sonderforschungsbereich ‚atmosphärische Spurengase‘, in der BRD damals neuartige, integrative Forschungsansätze sowie hieran orientierte Ausbildungsstrukturen für den wissenschaftlichen Nachwuchs etabliert wurden. Die neuen Ansätze zielten auf die Untersuchung wechselseitiger Einflüsse und Prozesse in und zwischen der Atmosphäre und anderen Erdsphären (Ozeane, Biosphäre, Kryosphäre etc.). Damit wurde das bis dahin vorherrschende Dogma der deutschen Atmosphärenwissenschaft, das vornehmlich von der Wetterforschung und -vorhersage geprägt war und den internationalen Entwicklungen um etwa ein Jahrzehnt hinterherhinkte, Ende der 1960er Jahre nachhaltig aufgebrochen.

Das dritte Kapitel befasst sich schließlich mit dem Ausbau der Erdsystemforschung am MPIC nach Christian Junge und gliedert sich in zwei Teile. Zunächst wird beleuchtet, wie Mitte der 1980er Jahre biogeochemische Forschung in Form einer eigenständigen Abteilung am MPIC integriert wurde. Dabei werden insbesondere dort bearbeitete erdsystemische Forschungsthemen ausführlicher nachgezeichnet. Anschließend wird gesondert auf die Untersuchung anthropogener Einflüsse auf die Atmosphäre eingegangen, die als Forschungsprogrammatik nach 1980 unter Junges Nachfolger als Abteilungsdirektor und späterem Nobelpreisträger Paul Josef Crutzen noch einmal sehr viel stärker als zuvor ausgebaut wurde. Die bearbeitete Themenbandbreite reichte dabei vom ‚Nuklearen Winter‘ über die Bedeutung anthropogen emittierter NO_x, künstlicher FCKW und der Erklärung des Ozonlochs bis hin zur Anthropozän-These, die seit 2000 umfassend sowohl in den Natur- wie auch Sozial- und Geisteswissenschaften diskutiert wird.

Von der Atmosphärenchemie zur Erforschung des Erdsystems. Beiträge zur jüngeren Geschichte des Max-Planck-Instituts für Chemie (Otto-Hahn-Institut), 1959-2000.

Vorwort	7
Einleitung	11
1 Institutioneller Wandel am MPIC zwischen Tradition und Innovation, 1959–1968	17
1.1 Ausgangslage Ende der 1950er Jahre	19
1.2 ‚Kommission Berufungen an das MPIC‘	27
1.3 Krise und ‚Zukunft des MPIC‘	30
1.4 Neustrukturierung des MPIC und Grundsteinlegung eines Erdsysteminstituts	35
1.5 Resümee zur Ansiedlung der Atmosphärenchemie am MPIC	39
2 Der Aufbau der Atmosphärenchemie: Das MPIC unter der Leitung Christian Junges, 1968–1978	42
2.1 Die Anfänge der Abteilungen für Kosmo- und Atmosphärenchemie	45
2.2 Der SFB 73 und das MPIC im Kontext der Konsolidierung der Atmosphärenwissenschaften in der BRD	58
3 Atmosphärenchemie und Erdsystemforschung unter Paul J. Crutzen und Meinrat O. Andreae, 1980–2000	67
3.1 „Geochemie im weitesten Sinne“. Neugliederung des MPIC Ende der 1970er Jahre	68
3.2 Von der Atmosphärenchemie zur Chemie des Erdsystems	74
3.3 Die CLAW-Hypothese und GAIA. Forschung auf der Basis einer ‚Erdsystemtheorie‘	79
3.4 Von der Untersuchung anthropogener Einflüsse zum ‚Anthropozän‘	82
3.4.1 Einflüsse des Luftverkehrs auf die Atmosphäre	85
3.4.2 NO _x , FCKW und die Entdeckung des Ozonlochs	87
3.4.3 Arbeiten zum ‚Nuklearen Winter‘	91
3.4.4 Anthropozän und Verantwortung. Geo-Engineering als Ausweg?	94
Resümee und Ausblick	96
Danksagung	101
Abbildungsverzeichnis	102
Quellen- und Literaturverzeichnis	102
Archivalien	102
Bibliographie	
Literatur	105
Internet-Quellen	118
Personenverzeichnis	122
Abkürzungsverzeichnis	124

Vorwort

Der Begriff ‚*Earth System*‘ erlangte erstmals 1983 durch die Einsetzung des *NASA-Earth System Sciences Committee* Bedeutung in Forschungs- und forschungspolitischen Kontexten. Hiermit war ein wesentlicher Schritt zur Initiierung der sogenannten ‚global change‘ Forschung getan, die einen nachhaltigen Einfluss auf nationale und internationale Forschungsprogramme und -organisationen nahm. Wiewohl es bis in die Gegenwart keine einheitliche Definition des Erdsystembegriffs gibt, gewann er im Kontext der großen *global change* Programme, beispielsweise dem *World Climate Research Program* (WCRP) und dem *International Geosphere Biosphere Program* (IGBP) umfassend an Popularität.¹ Die sogenannten Erdsystemwissenschaften (*Earth-System-Sciences, ESS*) sind ein vergleichsweise junges Gebiet, das die Interaktionen und wechselseitigen Einflüsse in und zwischen den Teilsystemen der Erde (Bio-, Geo-, Kryo-, Hydro-, Atmosphäre etc.) untersucht. Die Formation und Konsolidierung der ESS als eigenständiger Fachbereich kann in der Bundesrepublik seit Mitte der 2000er Jahre als weitgehend abgeschlossen betrachtet werden. Dies gilt unter der Annahme, dass folgende Parameter für die Herausbildung und Konsolidierung eines eigenständigen Wissenschaftsfeldes herangezogen werden können: 1. Massive Förderung im Rahmen von Forschungsprogrammen und institutionellen Neugründungen. 2. Einrichtung von Lehrstühlen und Studiengängen, damit einhergehend die entsprechende Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses. 3. Die Entstehung spezifischer Fachzeitschriften sowie ein Kanonisierungsprozess der Fachliteratur.²

In der BRD sind heute sämtliche tragenden Einrichtungen und Organisationen des deutschen Wissenschaftssystems involviert, z. B. die Leopoldina,³ die Max-Planck-Gesellschaft (MPG),⁴ die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF),⁵ Leibnizinstitute, wie das Institut für Troposphärenforschung in Leipzig (TROPOS),⁶ die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)⁷ und etliche Universitäten, etwa Mainz, Hamburg, Bremen und Hohenheim.

1 Vgl. Ola Uhrqvist und Eva Lövbrand: „Rendering global change problematic. The constitutive effects of Earth System Research in the IGBP and the IHDP.“ *Environmental Politics* 24/5 (2013), 339–356.

2 Schützenmeister führte dies am Beispiel der Atmosphärenforschung aus. Vgl. Falk Schützenmeister: *Zwischen Problemorientierung und Disziplin. Ein koevolutionäres Modell der Wissenschaftsentwicklung*. Bielefeld: Transcript 2008, 109f.

3 Siehe den Internetauftritt der Arbeitsgruppe Erdsystemforschung der Leopoldina: <https://www.leopoldina.org/politikberatung/arbeitsgruppen/erdsystemforschung/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

4 Meinrat O. Andreae, Jochem Marotzke und Martin Heimann: *Partnerschaft Erdsystemforschung*. Jena, Hamburg und Mainz 2006.

5 Vgl. Helmholtz-Gemeinschaft (Hg.): *Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen II 2015* (Korrigierte Version vom 21.09.2015), 17: https://www.helmholtz.de/fileadmin/user_upload/publikationen/Helmholtz_Roadmap_2015_web_korr_150921.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

6 Siehe Beschreibung des TROPOS zur Beforschung von Staubquellen im Rahmen des Internetauftritts: <http://www.tropos.de/institut/abteilungen/modellierung-atmosphaerischer-prozesse/transportprozesse/staubquellen/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

7 Siehe hierzu die Beschreibung der Senatskommission im Rahmen des DFG-Internetauftritts: http://www.dfg.de/dfg_profil/gremien/senat/erdsystemforschung/index.html. Zuletzt aufgerufen am 09.03.2018.

Die Ursprünge der ESS liegen allerdings nicht in der Begrifflichkeit des Erdsystems seit Anfang der 1980er Jahre, sondern in den seit Mitte der 1950er Jahre insbesondere in den USA und in Schweden rasant aufstrebenden Atmosphärenwissenschaften, deren Ansätze sich zusehends von der vornehmlichen Betrachtung rein atmosphärischer Phänomene hin zur Untersuchung der wechselseitigen Beziehungen und Austauschprozesse zwischen der Atmosphäre und anderen Erdsphären (Bio-, Geo-, Kryosphäre etc.) entwickelten. Diese integrative Sichtweise formte insbesondere die Klimaforschung sowohl auf der organisatorischen wie auch der epistemischen Ebene nachhaltig und war seit der zweiten Hälfte der 1950er Jahre vor allem von mechanistischen, dezidiert atmosphärechemischen Auffassungen beeinflusst. Diese begannen sich in Deutschland, z. B. gegenüber den USA, mit einer erheblichen Latenz erst Ende der 1960er Jahre allmählich durchzusetzen und erweiterten die bis dahin dominierende klassische, primär auf Wetterphänomene und -vorhersage ausgerichtete deutsche Meteorologie maßgeblich, die den internationalen Entwicklungen um ein gutes Jahrzehnt hinterherhinkte.

Sowohl die Etablierung der neuen integrativen Ansätze in der deutschen Atmosphärenforschung als auch die Geschichte der Atmosphären- und Erdsystemwissenschaften insgesamt ist auf das Engste mit der Max-Planck-Gesellschaft verknüpft. Seit 1968 bildete sich über etwa vier Jahrzehnte ein Erdsystemcluster in der MPG heraus, der auf einem wachsenden personellen und institutionellen Netzwerk basierte. Auf der epistemischen Ebene wurden in dessen Rahmen spezifische Ansätze und Methoden forciert. Auf der wissenschaftspolitischen Ebene gewann er erheblichen Einfluss sowohl innerhalb der MPG als auch in der Bundesrepublik sowie der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft insgesamt.

Zentrale Eckpfeiler dieses Prozesses waren die Einrichtung einer Abteilung für Atmosphärenchemie am MPI für Chemie in Mainz (MPIC) 1968, unter der Leitung des Meteorologen Christian Junge, die Gründung des MPI für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg 1975 und schließlich des MPI für Biogeochemie (MPI-BGC) in Jena 1996/1997. Neben diesen drei tragenden Instituten bestanden ferner weitere Einrichtungen, die z. B. auf Abteilungsebene erdsystemische Ansätze verfolgten bzw. verfolgen. Ein Beispiel hierfür ist die Abteilung für Kosmophysik am MPI für Kernphysik in Heidelberg. Zwischen 1994 und 2003 gab es dort zwei Direktoren. Einer davon war Konrad Mauersberger, der die Gruppe für Atmosphärenphysik leitete, die klar erdsystemische Ansätze verfolgte. Während seiner Amtszeit war Mauersberger Mitglied in nahezu jeder Kommission, die mit Berufungen und Themenkomplexen an und um die MPIs für Chemie, Meteorologie und Biogeochemie befasst waren. Seinen sichtbaren Ausdruck fand das Erdsystemcluster in der MPG nicht zuletzt in der 2006 ins Leben gerufenen Partnerschaft ‚Erdsystemforschung‘.⁸ Diese Initiative vertritt gegenwärtig das Forschungscluster Erdsystemforschung der MPG sowohl nach innen als auch nach außen und fungiert als koordinierendes Forum, Informationsportal und gemeinschaftlicher Auftritt.

8 Andreae, Marotzke und Heimann, *Partnerschaft Erdsystemforschung*, 2006.

Gegenstand der vorliegenden Betrachtungen sind die Ansiedlung, Etablierung und der Ausbau atmosphären- und erdsystemwissenschaftlicher Forschung am Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz. Innerhalb der MPG bildet das Institut gleichermaßen Ursprung und tragende Säule für diese Bereiche. Die Gesamtgeschichte der sich seit etwa vier Jahrzehnten vollziehenden Formierung des Erdsystemclusters in der MPG ist Teil des 2014 initiierten, am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte angesiedelten, Programms zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft. In diesem Programm werden weitere Arbeiten im Rahmen eines im Januar dieses Jahres angelaufenen Teilprojekts ‚Erdsystemwissenschaften‘ vorgenommen. Die vorliegenden Betrachtungen verstehen sich in diesem Sinne auch als Bausteine im Kontext dieses Teilprojekts, die zum historischen Gesamtverständnis der Entwicklung der ESS in der MPG, in der bundesrepublikanischen Wissenschaftslandschaft sowie in der nationalen und internationalen Wissenschaftscommunity beitragen.

Einleitung

Das Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz (MPIC) blickt auf eine bewegte und inzwischen mehr als hundertjährige Geschichte zurück. 1912 wurde es als Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie (KWIC) in Berlin-Dahlem eröffnet und gehört neben dem MPI für physikalische Chemie und Elektrochemie (Fritz-Haber-Institut) zu den beiden ältesten Einrichtungen der Kaiser-Wilhelm-/ bzw. seit 1948 der MPG. Nach schweren Bombentreffern im Jahr 1944 wurde die Einrichtung zunächst auf die Schwäbische Alb nach Tailfingen (Albstadt, Baden-Württemberg) ausgelagert⁹ und 1949 schließlich, hauptsächlich unter der Regie des zweiten Direktors und Mitentdeckers der Kernspaltung, Fritz Straßmann (1902–1980), nach Mainz in Rheinland-Pfalz umgesiedelt. Dort, in unmittelbarer Nachbarschaft zur 1946 wiedereröffneten Mainzer Johannes-Gutenberg-Universität auf einem ehemaligen französischen Kasernengelände, verblieb das MPI bis 2012. Schließlich folgte der vorerst letzte Umzug in den Neubau in den Hahn-Meitner-Weg 1, ein paar Straßen weiter.

Die im Laufe der Zeit im Institut bearbeiteten Gebiete erstrecken sich von der organischen Chemie in den 1910ern, über Radiochemie (bis Mitte der 1950er) und die bis Ende der 1970er Jahre betriebene physikalische Chemie, bis hin zur Kosmo-, Geo-, Atmosphären- und Biogeochemie. Mit dem MPIC verbinden sich über das Jahrhundert hinweg die Namen zahlreicher prominenter Wissenschaftler, zu denen u. a. die Nobelpreisträger Emil Fischer (1852–1919), Richard Willstätter (1872–1942), Otto Hahn (1879–1968) und Paul Crutzen (geb. 1933) gehören. Das sich über das Jahrhundert hinweg erstreckende Themenspektrum reicht von der Farbchemie über die Entdeckung der Kernspaltung, Untersuchungen des von der Apollo 11 mitgebrachten Mondgesteins bis hin zur Beforschung der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre und schließlich von wechselseitigen chemischen Prozessen im Erdsystem insgesamt.

Als Untersuchungsobjekt bietet das MPIC, als eine der ältesten und renommiertesten außeruniversitären Forschungseinrichtungen Deutschlands, einen reichhaltigen Fundus für wissenschaftshistorische Arbeiten. Die Geschichtsschreibung hat sich dabei bislang allerdings vornehmlich mit seiner früheren Geschichte befasst,¹⁰ während neuere Episoden des Instituts und Fragen nach seiner Rolle im Kontext der bundesrepublikanischen Wissenschaftslandschaft insgesamt über weite Strecken unerforscht geblieben sind – sieht man von einer 2012

9 Zur Episode in Tailfingen siehe die Monographie: Volker Lässig: *Den Teufel holt keiner! Otto Hahn und das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Tailfingen*. Herausgegeben von Otto Hahn. Albstadt: CM-Verlag 2010.

10 Um nur einige Beispiele zu nennen: Jeffrey A. Johnson: *The Kaiser's Chemists. Science and Modernization in Imperial Germany*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press 1990. – Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012. – Fritz Krafft: *Im Schatten der Sensation. Leben und Wirken von Fritz Straßmann*. Weinheim: Verlag Chemie 1981. – Burghard Weiss: „Das Beschleunigerlaboratorium am KWI/MPI für Chemie. Kontinuität in deutscher Großforschung.“ In: Christoph Meinel und Peter Voswinckel (Hg.): *Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten*. Stuttgart: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 1994, 111–119. – Ders.: „The 'Minerva' Project. The Accelerator Laboratory at the Kaiser Wilhelm Institute/Max-Planck-Institute for Chemistry. Continuity in fundamental research.“ In: Monika Renneberg und Mark Walker (Hg.): *Scientists, Engineers and National Socialism*. Cambridge: Cambridge University Press 1994, 271–290.

erschienenen Festschrift zum hundertjährigen Bestehen ab, deren Beiträge sich teils auch mit Abschnitten jüngerer Datums beschäftigen.¹¹

Wenngleich sicherlich wünschenswert, soll und kann an dieser Stelle keine Gesamtdarstellung der Einrichtung seit Gründung der BRD erzählt werden. Der vorliegende Beitrag befasst sich vielmehr mit spezifischen Gesichtspunkten der Institutsgeschichte, die mit den Ursprüngen und der Entwicklung der Atmosphären- und Erdsystemforschung in der MPG verknüpft sind. Zentrale Forschungsfelder wurden bzw. werden dort in diesen Bereichen bearbeitet und teils neu erschlossen. Das Themenspektrum reicht von der Erforschung atmosphärischer Spurengase, anthropogener Einflüsse, von Treibhausgasen, Biomasseverbrennung bis zur These vom ‚Nuklearen Winter‘, der Erforschung und Erklärung des Ozonlochs und dem Vorschlag des Namens ‚Anthropozän‘ für ein neues Erdzeitalter. Das MPI spielt heute auf nationaler wie auch internationaler Ebene eine große Rolle bei der Beforschung umweltchemischer Fragen, insbesondere nach der chemischen Beschaffenheit, den wechselseitigen Einflüssen und Eigenschaften von Bio-, Geo-, Atmo- und Anthroposphäre. Bereits ein erster Blick auf die Tätigkeitsbeschreibungen der heute dort ansässigen selbstständigen Abteilungen macht deutlich, dass die derzeitige Institutsstruktur auf einer Logik der gegenseitigen Ergänzung beruht. Der kleinste gemeinsame Nenner um den die Forschungen kreisen besteht darin, dass sich die jetzigen Abteilungen im weitesten Sinne mit intersphärischen Kreislaufprozessen, unter besonderer Berücksichtigung von atmosphärenchemischen Themenkomplexen, befassen: Die von Johannes Lelieveld (geb. 1955) geleitete Abteilung der Chemie der Atmosphäre widmet sich u. a. der Entwicklung und Konstruktion von Messinstrumenten zur Erfassung von Spurengasen in der Atmosphäre und der Identifikation photochemischer Reaktionsketten, sowie der Entwicklung modellbasierter Computersimulationen zur Darstellung chemischer und meteorologischer Prozesse.¹² Die von Stephan Borrmann (geb. 1959) geführte Abteilung für Partikelchemie (zuvor Wolkenphysik und -chemie) befasst sich sowohl mit der chemischen Konstitution als auch den physikalischen Eigenschaften atmosphärischer Aerosol- und Wolkenpartikel.¹³ Die 2012 eingerichtete und von Ulrich Pöschl (geb. 1969) geleitete, vierte Abteilung für Multiphasenchemie schließlich, zielt auf die Betrachtung chemischer Reaktionen und von Transport- und Wandlungsprozessen zwischen Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen ab.¹⁴ 2015 schließlich wurde eine Abteilung für Klimageochemie am Institut eröffnet, die von Gerald H. Haug (geb. 1968) geleitet wird und Interaktionsprozesse zwischen den Erdteilsystemen Klima, Ozean und Atmosphäre über kurze Jahreszeiträume bis hin zu geologischen Zeitaltern untersucht.¹⁵

11 Kant und Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie*, 2012.

12 Vgl. Internetauftritt des MPIC: <http://www.mpic.de/forschung/atmosphaerenchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

13 Vgl. ebd. <http://www.mpic.de/forschung/partikelchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

14 Vgl. ebd. <http://www.mpic.de/forschung/multiphasenchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

15 Vgl. ebd. <http://www.mpic.de/forschung/klimageochemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Der Grundstein für diese gegenwärtige Struktur wurde 1968 mit der Berufung des Meteorologen Christian Junge (1912–1996) und der hiermit zusammenhängenden Ansiedlung der Atmosphärenchemie am Institut gelegt. Noch Mitte der 1960er Jahre war man am MPIC weit von atmosphären- oder gar erdsystemwissenschaftlichen Fragestellungen entfernt. Die Anbindung der Atmosphärenchemie im Jahr 1968 ist als Schlüsselereignis für den weiteren Verlauf der Institutsgeschichte, aber auch der Geschichte der Erdsystemwissenschaften in der MPG insgesamt, anzusehen. Für das MPIC bedeutete sie eine umfassende und Jahrzehnte anhaltende Neuausrichtung, für die MPG den Grundstein für die Entwicklung eines Wissenschaftsbereichs, der ihr Gesamtprofil bis in die Gegenwart hinein nachhaltig prägt. Wie es zu dieser Neustrukturierung kam, wird im ersten Teil der vorliegenden Abhandlung ausführlich behandelt. Die Entwicklung des MPIC ist zudem auf das Engste mit der Geschichte der seit Ende der 1960er Jahre allmählich expandierenden Atmosphärenwissenschaften in der BRD verbunden, die sich bis in die erste Hälfte der 1980er Jahre als eigenständiger Forschungszweig herausdifferenzierten¹⁶ und eine – wenn nicht die – zentrale Säule darstellen, auf der die heutige Erdsystemforschung fußt.

Die interdisziplinäre Wissenschaftsforschung hat die Atmosphärenwissenschaften insgesamt seit einiger Zeit in vielerlei Hinsicht als hochrelevantes Untersuchungsobjekt für sich entdeckt. Zahlreiche Studien haben nachgezeichnet, wie atmosphärenwissenschaftliche Themengebiete der letzten vierzig Jahre gleichermaßen wissenschaftliche, politische und öffentliche Diskurse entscheidend mitgeprägt haben.¹⁷ Ferner hat ein großer Teil der vorhandenen Forschungsliteratur die Entwicklung der Atmosphärenwissenschaften als eigenständigen Wissenschaftsbereich seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts als internationales Phänomen betrachtet und ihre Schwerpunkte auf die Struktur und Rolle entsprechender Organisationen gelegt, wie beispielsweise das ‚Intergovernmental Panel on Climate Change‘ (IPCC) oder das ‚Global Change Research Program‘.¹⁸ Es ist weiterhin eine Reihe wissenschaftshistorischer und -philosophischer Studien zum Instrumentarium und methodologischen Repertoire sowie der Glaubwürdigkeit der Atmosphärenforschung, vor allem unter Fokussierung auf die Klimaforschung, entstanden.¹⁹ Hingegen wurden viel weniger Betrachtungen auf der organisations- und institu-

16 Vgl. Schützenmeister, *Problemorientierung und Disziplin*, 2008, 109f.

17 Vgl. Stefan Bösch: *Risikogenese. Prozesse gesellschaftlicher Gefahrenwahrnehmung FCKW, Dioxin, DDT und Ökologische Chemie*. Opladen: Leske und Budrich 2000. – Reiner Grundmann: *Transnational Environmental Policy. Reconstructing Ozone*. London: Routledge 2001. – Erik Conway und Naomi Oreskes: *Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York, NY: Bloomsbury Press 2010.

18 z. B. Chunglin Kwa: „Local Ecologies and Global Science: Discourses and Strategies of the International Geosphere-Biosphere Programme.“ *Social Studies of Science* 35 (2005), 923–950. – Silke Beck: „Moving beyond the linear model of expertise? IPCC and the test of adaption.“ *Regional Environmental Change* 11 (2011), 297–306. – Anna Leuschner: *Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft. Eine wissenschafts- und erkenntnistheoretische Analyse am Beispiel der Klimaforschung*. Bielefeld: Transcript 2012. – Ola Uhrqvist und Björn-Ola Linnér: „Narratives of the Past for Future Earth: The Historiography of Global Environmental Change Research.“ *The Anthropocene Review*, 20.01. 2015, 1–15.

19 Amy Dahan: „Historic Overview of Climate Framing.“ *HAL Workingpapers* (2013): <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00855311/document>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Paul N. Edwards: „History of Climate Modeling.“ *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 2 (2011), 128–139. – Matthias Heymann: „Understanding and misunderstanding computer simulation: The case of atmospheric and climate science – An introduction.“ *Studies in History and*

tionengeschichtlichen Ebene angestellt; und wenn, so oft unter besonderer Betonung der Rolle der USA.²⁰ Im Falle der BRD ist die historische Aufarbeitung der Atmosphärenwissenschaften über weite Strecken unerforscht geblieben, sieht man von Einzelfällen, wie etwa Studien zur Geschichte der meteorologischen Dienste²¹ und des Instituts für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen,²² ab. Das Mainzer MPI ist in diesem Zusammenhang ein bislang weitgehend unbeachtetes, nichtsdestoweniger jedoch in höchstem Maße geeignetes Untersuchungsobjekt, um grundlegende Erkenntnisse über die Entwicklung der Atmosphären-, aber auch der Erdsystemforschung in der BRD und insgesamt zutage zu fördern.

Die drei Hauptkapitel dieser Studie behandeln chronologisch aufeinander aufbauende Episoden der Institutsgeschichte und arbeiten dabei jeweils spezifische Aspekte heraus. Der erste Teil zeichnet, aus einer MPG-internen Perspektive, den Ende der 1950er Jahre beginnenden Prozess einer von zahlreichen Misserfolgen geprägten Nachfolgersuche für den damaligen Direktor des MPIC Josef Mattauich (1895–1976) nach. Diese Suche stürzte die für die Berufungen zuständige Chemisch-Physikalisch-Technische Sektion der MPG (CPT-Sektion) und das Institut selbst Mitte der 1960er Jahre in eine schwere Krise, die eine Schließung nicht mehr unmöglich scheinen ließ. Über zahlreiche Umwege kam es schlussendlich jedoch 1968 zur Berufung des Meteorologen Christian Junge und der damit einhergehenden Etablierung der Atmosphären- sowie der Kosmochemie. Die Leitung für Letztere übernahm im selben Jahr der Geochemiker und Meteoritenforscher Heinrich Wänke (1928–2015).

Der zweite Teil der Studie basiert teils auf einer bereits veröffentlichten Fachpublikation,²³ wurde hier jedoch um einige instituts- wie auch personenbezogene Hintergründe und Details erweitert. Hier steht die Geschichte des Instituts unter der Leitung Junges bis Ende der 1970er Jahre im Mittelpunkt und zwar unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Abteilung für Atmosphärenchemie und dem von ihr maßgeblich geprägten DFG-Sonderforschungsbereich 73,

Philosophy of Modern Physics 41 (2010), 193–200. – Matthias Heymann: „Lumping, testing, tuning: The invention of an artificial chemistry in atmospheric transport modeling.“ *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41 (2010), 218–132. – Gabriele Gramelsberger: „Conceiving process in atmospheric models – General equations, subscale parameterizations, and ‘superparameterizations’.“ *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41 (2010), 233–241. – see also: Gabriele Gramelsberger und Johann Feichter (Hg.): *Climate Change and Policy. The Calculability of Climate Change and the Challenge of Uncertainty*. Berlin: Springer 2011.

20 U.a. David M. Hart und David G. Victor: „Scientific Elites and the Making of US Politics for Climate Change Research, 1957–1974.“ *Social Studies of Science* 23 (1993), 643–680. – Spencer Weart: „The Discovery of Global Warming.“ <https://www.aip.org/history/climate/index.htm>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

21 Klaus Wege: *Die Entwicklung der meteorologischen Dienste in Deutschland*. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes 2002.

22 Vgl. Dania Achermann: *Institutionelle Identität im Wandel. Zur Geschichte des Instituts für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen*. Bielefeld: Transcript 2016. – Siehe auch: Hans Volkert und Dania Achermann: „Roots, Foundation, and Achievements of the ‚Institut für Physik der Atmosphäre‘.“ In: Ulrich Schumann (Hg.): *Atmospheric Physics. Background – Methods – Trends*. Berlin: Springer 2012, 843–860. – Dania Achermann: „Die Eroberung der Atmosphäre. Wetterbeeinflussung in Süddeutschland zur Zeit des Kalten Krieges.“ *Technikgeschichte* 80/3 (2013), 225–239.

23 Gregor Lax: „Zum Aufbau der Atmosphärenwissenschaften in der BRD seit 1968.“ *NTM* 1 (2016), 81–107: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00048-016-0137-4>. Zuletzt aufgerufen am 22.02.2017.

atmosphärische Spurengase' (SFB 73) im Kontext des Aufbaus der bundesrepublikanischen Atmosphärenwissenschaften. Der SFB war das erste umfassende DFG-Programm überhaupt, das sich mit der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Erdatmosphäre befasst hat und in dessen Kontext eine neue Generation von Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern gezielt auf die Untersuchung insbesondere der chemischen Zusammensetzung der globalen Atmosphäre hin ausgebildet wurde. Über die 1970er Jahre hinweg wurden die Umweltwissenschaften allgemein und damit einhergehend die Atmosphärenforschung auch für politische Instanzen zunehmend relevant. Weiterhin begann in der Forschung die Ahnung von der großen Bedeutung anthropogener Einflüsse auf Stoffkreisläufe bis Mitte des Jahrzehnts kontinuierlich zu einer wissenschaftlichen Erkenntnis zu heranzureifen.

Der dritte Teil konzentriert sich schließlich auf die Fortführung der Atmosphärenchemie am MPIC und der zunehmenden Fokussierung auf erdsystemische Fragestellungen unter Paul J. Crutzen und Meinrat O. Andreae (geb. 1949). Dieser Teil ist in zwei Abschnitte untergliedert. Beginnend mit den späten 1970er Jahren befasst sich der erste davon mit dem weiteren Ausbau des Instituts zu einem chemisch orientierten Erdsystemwissenschaftsinstitut. Im Fokus stehen dabei zum einen zentrale Forschungsthemen (insbesondere die sogenannte ‚CLAW‘-Hypothese sowie Biomasseverbrennung) und zum anderen der strukturelle Umbau des Instituts Ende der 1970er Jahre sowie die 1987 vollzogene Ansiedlung der Abteilung für Biogeochemie unter der Leitung Meinrat O. Andreaes. Der zweite Abschnitt widmet sich gesondert Paul Crutzens Arbeiten zu anthropogenen Einflüssen auf das Erdklima und das Erdsystem, vom Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere Anfang der 1970er Jahre (Rolle des Luftverkehrs, FCKW) über seine Zeit am MPIC (Nuklearer Winter, Ozonloch) bis hin zu den Konzepten des Anthropozän und des Geo-Engineering, die Crutzen nach seiner Emeritierung im Jahr 2000 maßgeblich mitprägte.

1 Institutioneller Wandel am MPIC zwischen Tradition und Innovation, 1959–1968

Die Max-Planck-Gesellschaft gehört zu den größten und ältesten außeruniversitären Forschungsorganisationen der deutschen Wissenschaftslandschaft. Ihr Selbstverständnis ist wesentlich geprägt von dem Anspruch, neue Forschungsfelder in der Grundlagenforschung zu erschließen und dort Pionierforschung zu betreiben. Zugleich legt sie höchsten Wert auf die Betonung der eigenen Traditionen und der weit zurückreichenden institutionellen Strukturen. Die Ansiedelung neuer Forschungsabteilungen an Max-Planck-Instituten ist i. d. R. unmittelbar mit Neuberufungen verbunden, in deren Zuge die Struktur der jeweiligen Einrichtung dann um- bzw. neugeordnet wird. Dies geschieht in einem teils widersprüchlichen Spannungsfeld, da es, mit Ausnahme von Neugründungen, bereits bestehende Institutsstrukturen gibt, die bei etwaigen Berufungen berücksichtigt werden müssen. Zugleich allerdings sollen in Anlehnung an das – aus wissenschaftshistorischer Perspektive gleichermaßen bekannte wie umstrittene – ‚Harnack-Prinzip‘,²⁴ Spitzenkräfte aus neuen Forschungsbereichen in die Institute geholt werden, denen ein möglichst großer, individueller Freiraum für die Gestaltung ihres Forschungsumfelds zur Verfügung stehen soll. Bei der Offenlegung von Entscheidungsprozessen, die schließlich zu erfolgreichen Berufungen und institutionellen Umstrukturierungen führen, hält sich die MPG freilich bedeckt. Aus Sicht der (historischen) Wissenschaftsforschung allerdings besteht ein erhebliches Interesse am besseren Verständnis von Erschließungs- und Etablierungsprozessen neuer Forschungsrichtungen in Wissenschaftsorganisationen, insbesondere, wenn Letztere eine hohe Prominenz genießen, wie die MPG. Wichtige Fragen sind in diesem Zusammenhang: Ist die jeweilige institutionelle Fortentwicklung pfadgebunden? Wo löst sie sich von den bestehenden Verhältnissen und befördert Veränderungen? Wie vollziehen sich diese Prozesse?

Als Untersuchungszeitraum bieten sich dabei sowohl aus instituts- als auch zeithistorischer Perspektive die 1960er Jahre an. Während dieser Zeit befand sich die MPG insgesamt in einem Wandlungsprozess, der auch im Kontext der gesellschaftlichen Umbrüche des Jahrzehnts zu sehen ist. Im speziellen Falle des MPIC bietet sich über diesen Zeitraum zudem die möglicherweise einzigartige Gelegenheit, über fast ein Jahrzehnt den Verlauf einer personellen, thema-

24 Das Harnack-Prinzip referiert auf eine Formulierung des ersten Präsidenten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft (KWG) Adolf von Harnack (1851–1930), der sich dafür aussprach, dass die Forschungsinstitute um ihren Direktor, als außergewöhnlichen Wissenschaftler, herum gebaut werden müssten. Kritikpunkte bestehen u. a. auf Grund der Erhebung einer einzelnen Formulierung von Harnacks zu dem Harnack-Prinzip, obgleich sich eine Reihe weiterer Aussagen mit Maximien-Charakter anführen lassen würden. Darüber hinaus ist fraglich, ob die als Harnack-Prinzip bekannte Formel je als konsequente wissenschaftspolitische Leitlinie der MPG bzw. ihrer Vorgängerorganisation, der KWG, gegolten hat (vgl. Hubert Laitko: „Das Harnack-Prinzip als institutionelles Markenzeichen. Faktisches und Symbolisches.“ In: Dieter Hoffmann, Birgit Kolboske und Jürgen Renn (Hg.): *„Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen.“ Auf dem Weg zu einer Geschichte der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft.* Berlin: epubli 2014, 133–191.). Unzweifelhaft ist allerdings, dass es in zahlreichen Kontexten einen Zweck zur Selbstidentifikation und als Repräsentationsformel erfüllt hat bzw. immer noch erfüllt, wie neuere Stellungnahmen hoher MPG-Repräsentanten zeigen (siehe etwa: Reimar Lüst: „Der Antriebsmotor der Max-Planck-Gesellschaft. Das Harnack-Prinzip und die Wissenschaftlichen Mitarbeiter.“ In: Dieter Hoffmann, Birgit Kolboske und Jürgen Renn (Hg.): *„Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen.“ Auf dem Weg zu einer Geschichte der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft.* Berlin: epubli 2014, 119–132). Zweifellos allerdings galt dies insbesondere für die im Rahmen dieses Aufsatzes im Mittelpunkt stehenden 1960er Jahre, unter der Präsidentschaft Adolf Butenandts (Vgl. Laitko, „Das Harnack-Prinzip“, 164ff.).

tischen wie auch strukturellen, Neuausrichtung eines der ältesten und erfolgreichsten MPI's nachzuzeichnen. Ende der 1950er Jahre begann dort die Suche nach einem Nachfolger für den damals noch amtierenden Institutsdirektor Josef Mattauch und dies war der Auftakt zu einer regelrechten Odyssee gescheiterter Berufungsversuche und thematischer Neuorientierung. Nachdem zwischenzeitlich schon die Schließung der Einrichtung diskutiert worden war, gelangte man 1968 am Ende doch noch zu einem erfolgreichen Abschluss, der sich gleichermaßen als überraschend und für die folgenden Jahrzehnte als prägend für das Institut erweisen sollte. Das MPIC, das unter Josef Mattauch noch Anfang der 1960er Jahre hauptsächlich auf radio- und physikalische Chemie hin ausgerichtet gewesen war, bekam mit Christian Junge erstmals einen Meteorologen zum Direktor. Diese Berufung brachte sowohl in institutioneller wie auch fachlicher Hinsicht umfassende Veränderungen mit sich. So wurde mit der bis dahin in der MPG gepflegten Tradition einer patriarchalisch gefärbten Institutsleitung durch einen einzelnen Direktor gebrochen. An seine Stelle trat ein Direktorenkollegium, das sich aus den jeweiligen Abteilungsleitern am Institut zusammensetzte. Ferner wurde erstmals eine Abteilung für ‚Chemie der Atmosphäre und physikalische Chemie der Isotope‘ eingerichtet, die den Grundstein für die heutige Institutsstruktur legte. Bis in die Gegenwart hinein entwickelte sich das MPIC hin zu einem international hoch angesehenen ‚Earth-System-Science‘-Institut mit zentralen Schwerpunkten auf der Erforschung der Erdatmosphäre und ihres wechselseitigen Verhältnisses mit der Geo-, Bio- und Hydrosphäre.²⁵ Diese Entwicklungen waren zu Anfang der 1960er Jahre unabsehbar; hier hatte man Mühe, überhaupt einen Kandidaten zu finden, der sich als Direktor für das MPIC zur Verfügung stellen wollte. Werner Heisenberg (1901–1976), Nobelpreisträger und Direktor am MPI für Physik in München, prophezeite 1963 nach den ersten fehlgeschlagenen MPIC-Berufungen das MPIC vorahnungsvoll, es werde wohl

„wieder genauso sein, wie es in den letzten 15 Jahren war, daß man sieht: Der Gesichtspunkt der Fortsetzung des Instituts ist konträr zu dem anderen Gesichtspunkt der M.P.G. ein neues Gesicht zu geben.“²⁶

Das MPIC bietet als Fallbeispiel die Gelegenheit, tiefe Einblicke in die Berufungspraktiken und die Prozesse strukturellen Wandels in der MPG während der 1960er Jahre zu erhalten und sichtbar zu machen, wie der von Heisenberg aufgezeigte Widerspruch zwischen Innovation und Tradition in solchen Kontexten wirkte bzw. ob er gelöst werden konnte. Dabei wird deutlich, dass sich die Strategien bei den Berufungen über fast ein Jahrzehnt voller Rückschläge allmählich veränderten, sukzessive flexibler wurden und schließlich Raum für die Möglichkeit der Ansiedlung eines in der Bundesrepublik neuartigen Forschungsfelds schuf.

Für diesen Prozess lassen sich drei Phasen grob voneinander unterscheiden. Die erste begann 1960, endete im Jahr 1963 und lässt sich als Konnexions- oder tradierend ausgerichtete Phase

25 Siehe hierzu auch die Forschungsübersicht des MPIC-Internetauftritts: <http://www.mpic.de/forschung/uebersicht.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

26 Sitzungsprotokoll der Kommission Berufungen am MPIC, vom 01.03.1963, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

bezeichnen. In diesem Zeitraum zielten die Berufungen im Wesentlichen auf Kandidaten ab, die unmittelbar an die bestehenden Institutsstrukturen und vor allem an die thematischen Schwerpunkte Josef Mattauchs anschließen konnten. Wenn man so möchte, war das Innovationspotenzial für eine Neuentwicklung am Institut in dieser Phase auf dem Tiefpunkt. Phase zwei wird durch eine erneute Berufungswelle markiert, die sich allmählich notgedrungen von einer rein thematischen Kompatibilität zu lösen begann. Die Anbindungsfähigkeit der Kandidaten an die vorhandenen Strukturen wurde zunehmend nicht mehr auf thematischer, sondern methodischer Ebene definiert. Dies bereitete Phase drei vor, in deren Zuge ein bis dahin nie zuvor am MPIC bearbeitetes Forschungsfeld etabliert wurde: Die Erforschung der Chemie der globalen Erdatmosphäre. Diese dritte Phase ist von einer Krisenzeit gekennzeichnet, in der u. a. die Schließung des Instituts diskutiert wurde und an deren Ende die Berufung Christian Junges stand. Die drei Episoden spiegeln sich deutlich in den Bezeichnungen der jeweils für die Berufungen zuständigen Kommissionen wider. Anfangs wurde die Kommission ‚Nachfolge Paneth‘ eingerichtet, die in den folgenden Jahren zunächst durch die Kommission ‚Berufungen an das MPIC‘ und schließlich ‚Zukunft des MPIC‘ abgelöst wurde.

Betrachten wir im Folgenden zunächst die Ausgangslage des Instituts Ende der 1950er Jahre.

1.1 Ausgangslage Ende der 1950er Jahre

Die Arbeitsbereiche am MPIC waren Ende der 1950er Jahre unter der Leitung Josef Mattauchs in vier Abteilungen gegliedert, wobei der Bereich der physikalischen Chemie, als Interessenschwerpunkt des Direktors, das Institut sichtbar dominierte. Neben der von Mattauch selbst geleiteten Abteilung für Massenspektroskopie, die sich mit Bindungsenergien von Atomkernen beschäftigte, gab es die Abteilung für Massenspektroskopie II unter Mattauchs ehemaligem Schüler Heinrich Hintenberger (1910–1990), mit dem Schwerpunkt Isotopenkosmologie.²⁷ Hinzu kam die von dem Physiker Hermann Wäffler (1910–2003) geführte Abteilung für Kernchemie und schließlich die radiochemische Abteilung des zweiten Institutsdirektors Friedrich Paneth (1887–1958), dessen Einfluss jedoch bei weitem nicht an den Mattauchs heranreichte. Der wesentliche Schwerpunkt Paneths lag auf der Messung von Edelgasen in Stein- und Eisenmeteoriten. Er war 1954 als Nachfolger des Mitentdeckers der Kernspaltung Fritz Straßmann an das MPIC gekommen, verstarb jedoch bereits 1958 und somit war sein Posten frühzeitig wieder vakant.²⁸ Dennoch sollte seine Arbeit die Grundlage für den zweiten großen Forschungsstrang am Institut legen, nämlich die Kosmochemie, die bis 2005 dort betrieben wurde.

27 Hahn teilte Hintenberger in einem Brief vom 15.06. 1959 die Bestätigung mit, dass Hintenberger nunmehr Direktor am MPIC und Leiter einer selbstständigen Abteilung werde. Siehe: Hahn an Hintenberger, vom 15. 06. 1959, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 2.

28 Vgl. Horst Kant und Gregor Lax: „Chronik des Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituts für Chemie.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 261–277, 271.

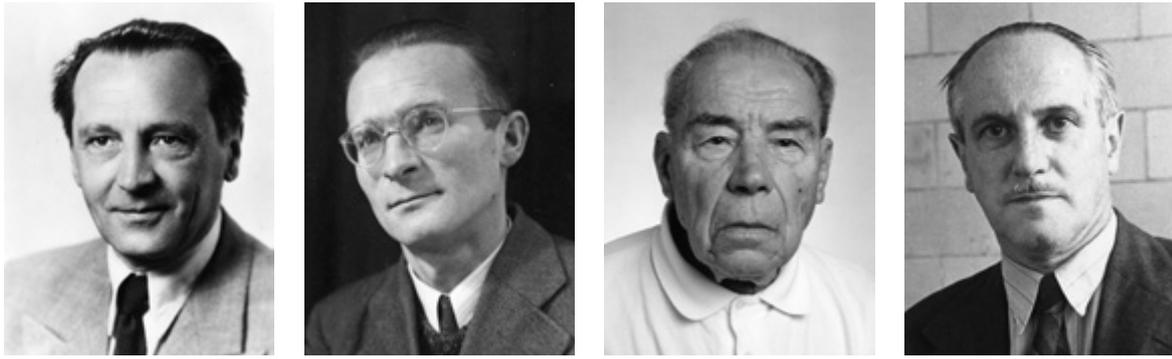


Abb. 1: Josef Mattauch, Heinrich Hintenberger, Hermann Wäffler, Friedrich Paneth (v. l. n. r.)

Als schließlich die für 1963 geplante Pensionierung Mattauchs näher rückte, begann die Nachfolgeregelung für den Direktorenposten allmählich drängender zu werden. Betrachtet man diese Ausgangslage und bezieht den Namen des Max-Planck-Instituts *für Chemie* mit ein, erscheint der letztliche Aufbau atmosphärenwissenschaftlicher Forschung, der sich damals in der BRD noch in den Anfängen befand, an diese Einrichtung nicht gerade als Selbstverständlichkeit. Für diesen Schritt war eine sich über fast ein Jahrzehnt hinwegziehende Episode notwendig, die von Fehlschlägen und Zufällen geprägt war. Zunächst sollte ein Nachfolger für Friedrich Paneth gefunden werden, der später, nach Mattauchs Pensionierung, das Institut weiterleiten konnte und so wurde die erste Kommission („Nachfolge Paneth“) eingerichtet, die sich mit der Auswahl möglicher Kandidaten befassen sollte. Die Kommission setzte sich aus Mitgliedern der CPT-Sektion der MPG zusammen und beinhaltete bereits eine Kerngruppe von Akteuren, die auch in den kommenden Jahren die Diskussionen um geeignete Kandidaten dominieren sollte. Neben dem bereits erwähnten Altdirektor des MPIC Josef Mattauch und der omnipräsente Werner Heisenberg engagierten sich insbesondere der Physikerchemiker und ehemalige Mitarbeiter Wernher von Brauns (1912–1977) Carl W. Wagner (1901–1977), bis Mitte der 1960er Jahre Direktor am MPI für physikalische Chemie. Er hatte anfangs auch den Vorsitz der CPT-Sektion inne. Seine Nachfolge in der Sektion sowie auch die Leitung der späteren Kommission ‚Zukunft des MPIC‘, übernahm dann Werner Köster (1896–1989), Direktor am MPI für Metallforschung). Ferner spielte Wolfgang Gentner (1906–1980) vom MPI für Physik in Heidelberg eine wichtige Rolle, der mit der, in unmittelbarer Nähe zum MPIC liegenden, Gutenberg-Universität Mainz eng vernetzt war. Otto Hahn (1879–1968), ehemaliger Direktor des MPIC und bis 1960 Präsident der MPG, war ebenfalls durchgehend an den Diskussionen beteiligt, allerdings weniger offensiv, als es vielleicht angesichts seiner Verbindung zum MPIC, das seit 1959 den Namenszusatz ‚Otto-Hahn-Institut‘ trug, zu erwarten gewesen wäre. Außerhalb der Berufungskommissionen waren zudem Akteure aus dem MPIC-Kuratorium beteiligt, insbesondere Hoechst-Vorsitzender Karl Winnacker (1903–1989) und Otto Hahns Nachfolger als MPG-Präsident, Adolf Butenandt (1903–1995). Zu beachten ist freilich, dass der Einfluss der jeweiligen Akteure über die Jahre hinweg nicht durchgehend konstant war und sich in den Diskussionen teilweise hierhin und dorthin verlagerte.

Bereits 1960 leitete die Kommission ‚Nachfolge Paneth‘ einen ersten ernsthaften Berufungsversuch ein, mit dem Hans Eduard Suess (1909–1993) für das Institut gewonnen werden sollte. Suess‘ thematischer Schwerpunkt lag, unter Fokussierung auf die Geochemie, genau wie der des noch amtierenden MPIC-Direktors Josef Mattauch, in der physikalischen Chemie.²⁹ Er hatte sich in Hamburg habilitiert und war während des Zweiten Weltkriegs am deutschen Uranprojekt in Hamburg tätig gewesen, in dessen Zuge er sich vor allem mit der Herstellung von Deuteriumoxid (schwerem Wasser) beschäftigt hatte. Anfang der 1950er Jahre war er an die University of Chicago in die Gruppe von Harold Urey (1893–1981) gegangen, dem Entdecker des Deuteriums selbst.³⁰ Es ist gut möglich, dass bei Suess‘ Berufung das Motiv einer Rückholung von Forschern nach Deutschland, die in und nach dem Zweiten Weltkrieg außerhalb Fuß gefasst hatten, eine Bedeutung zukam. Es gibt jedoch diesbezüglich keine eindeutigen Hinweise in den Instituts- und Kuratoriumsakten. Wie wir später sehen werden, spielte dieser Punkt bei anderen Kandidaten eine teils zentrale Rolle.

Zu Suess‘ Forschungsinteressen gehörte die Analyse kosmischer Häufigkeitsverteilungen von Elementen und so hatte er auch zur Radioaktivität von Kalium und dessen Verwendung für die Altersbestimmung von Elementen in Meteoriten gearbeitet.³¹ Damit hätte es unmittelbare Anknüpfungspunkte an jene Forschungsarbeiten gegeben, die zuvor in Paneths Abteilung zur Altersbestimmung von Eisenmeteoriten durchgeführt worden waren. Die Kombination seiner Arbeitsgebiete machte Suess‘ zu einem optimalen Kandidaten, da er sowohl Mattauchs bisheriges Kerngebiet, als auch die geochemischen Arbeiten der am Institut verbliebenen ‚Gruppe Meteoritenforschung‘ abdeckte. So überrascht es auch nicht, dass man sich alle Mühe gab, Suess möglichst gute Voraussetzungen für seine Forschungen am MPIC zu schaffen. 1960 kam er dann, inzwischen eine Professur an der University of California in San Diego bekleidend,³² auch tatsächlich für ein knappes Jahr ans Mainzer Institut. Dort arbeitete er zunächst vertretungsweise auf der ehemaligen Stelle Paneths und anlässlich dieses Aufenthaltes wurde eigens für ihn ein 73.000 DM teures Röntgendiffraktometer angeschafft.³³ Nach diesem Aufenthalt entschied sich Suess jedoch gegen den ihm angebotenen Posten und unterrichtete den amtierenden Präsidenten der MPG Adolf Butenandt am 31. Januar 1961 postalisch über seinen Beschluss, wieder zurück nach San Diego zu gehen.³⁴ Ein wesentlicher Grund hierfür lag vermutlich darin, dass mit der Nachfolge Paneths zunächst nicht der Posten des leitenden Institutsdirektors verbunden war – diesen hatte bis auf weiteres noch Mattauch inne. Dies lässt sich

29 Vgl. Horst Kant: „Die Wissenschaftlichen Mitglieder des Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituts für Chemie (Kurzbiographien).“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 307–367, 357.

30 Für die Entdeckung des schweren Wasserstoffs (Deuterium) von 1931 erhielt Urey 1934 den Nobelpreis in Chemie. Vgl. Harold Urey: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1934/. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

31 Vgl. Heinrich Wänke und James R. Arnold: „Hans E. Suess 1909–1993.“ *Biographical Memoirs* 87 (2005), 4.

32 Vgl. ebd. 4.

33 Seeliger an Mattauch, 24.05.1960, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 2.

34 Vgl. Suess an Butenandt, 31.01.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842.

daraus ableiten, dass Suess einige Jahre später im Rahmen eines informellen Gesprächs sehr positiv reagierte, als man ihn fragte, ob er sich eine Nachfolge Mattauchs als leitender Institutsdirektor vorstellen könnte.³⁵

Die Frage, inwiefern Suess' Absage im Jahr 1961 eine Rolle dabei spielte, dass sich die MPG in den nächsten Jahren grundsätzlich schwertat, die Meteoritengruppe am MPIC weiter zu fördern, ist nicht mit aller Eindeutigkeit zu beantworten. Immerhin hatte sich MPIC-Grande und Mitentdecker der Kernspaltung Otto Hahn noch nach Suess' Absage im Kuratorium des Instituts ausdrücklich dafür ausgesprochen, „daß selbst wenn eine Veränderung in der chemischen Abteilung eintreten würde, die spezielle Arbeitsgruppe der Meteoritenforschung dem Institut erhalten bleiben möge.“³⁶ Sicher ist allerdings, dass die ehemaligen Mitarbeiter Paneths ab diesem Jahr zunächst nicht mehr primär von der MPG finanziert wurden, sondern aus Drittmitteln, die von der Fritz-Thyssen-Stiftung bereitgestellt wurden.³⁷ Diese Gelder beliefen sich zwischen 1961 und 1964 auf eine Summe von aufgerundet 1.083.100 DM.³⁸ 1965 versiegte diese Geldquelle. Zu Beginn des Förderzeitraums sah man 1962 zum Teil erhebliche Beträge aus den nun freigewordenen MPIC-Mitteln für andere Institutsabteilungen vor; namentlich profitierte hier mit einem Betrag von 268.000 DM vor allem die von Heinrich Hintenberger geleitete Abteilung für Massenspektroskopie und, mit 35.000 DM in sehr viel geringerem Umfang, auch die kernphysikalische Abteilung Hermann Wäfflers.³⁹ Als sich allerdings noch im selben Jahr abzuzeichnen begann, dass die Nachfolgerfrage weiterhin ungewiss bleiben würde, empfahl das Instituts-Kuratorium, die MPIC-Mittel, die bis 1964 weiterhin durch die Gelder der Fritz-Thyssen-Stiftung freigestellt wurden, zunächst zu schonen.⁴⁰ Die Gruppe für Meteoritenforschung selbst war inzwischen in die Abteilung Hintenbergers integriert und wurde dort, nach Ablauf der Thyssen-Förderung, bis zur Wiedererlangung ihrer Eigenständigkeit in Form der später eingerichteten Abteilung für Kosmochemie, weitergetragen.⁴¹

Nach Suess' Absage nahm man Kontakt zu mehreren Kandidaten auf, darunter befand sich auch Paul Harteck (1902–1995), der schon 1953 im Gespräch für die Nachfolge von Paneths Vor-

35 Vgl. Gentner an Köster, vom 27.04.1966, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

36 Protokoll der Kuratoriumssitzung des MPIC, vom 17.02.1961, Bl. 4, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 849.

37 Vgl. Reinhardt, Carsten und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06.01.2012 in Mainz.

38 Diese Summe ergibt sich aus Mitteilungen über die Jahresbewilligungen. Siehe hierzu: Ballreich an Coenen, 20.10.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842. – Siehe auch Coenen an Ballreich, 05.02.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843. – Seeliger an Mattauch, 21.11.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842. – Siehe auch: Seeliger an Mattauch, 28.11.1961 sowie Ballreich an Mattauch, 02.11.1961, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 2. – Domstreich an Roeske, 13.04.1964, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 840. – Scholz an Coenen, 11.01.1965, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842. – Ders. Coenen an die Generalverwaltung der MPG, 07.03.1964.

39 Vgl. Vermerk Roeske, Betr. MPI Chemie – Meteoriten-Gruppe, Göttingen, den 02.10.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842.

40 Vgl. Vermerk Roeske, Betr. Chemie Mainz – Fortdauernder Etat 1963, vom 29.10.1963, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842

41 Hierzu entschied man sich bereits im März 1964. Siehe: Vermerk Roeske, vom 10.03.1964, Bl. 1, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

gänger Fritz Straßmann gewesen war⁴² und bis 1933 als Assistent bei Fritz Haber (1868–1934) am KWI für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem gearbeitet hatte.⁴³ Harteck hatte eine Schlüsselrolle für das deutsche Uranprojekt gespielt und war deshalb 1945 von den Alliierten in Farm Hall interniert gewesen. Er lehnte bereits im Vorfeld der Verhandlungen unter Hinweis darauf ab, dass er dem Institut eine Stelle in München vorziehen würde.⁴⁴ Zu ernsthaften Verhandlungen kam es gegen Ende 1961 erst wieder mit dem Physiker Sven Gösta Rudstam (geb. 1925–?), der seit 1959 die neu eingerichtete Forschungsgruppe für Kernchemie am Centre Européen de Recherche Nucléaire (CERN) leitete.⁴⁵ Seine dortigen Arbeitsschwerpunkte hätte er „nach Aufstellung des für Mainz vorgesehenen Linearbeschleunigers bestens“ fortführen können.⁴⁶ Der Linearbeschleuniger in Mainz war ein Gemeinschaftsprojekt, das von der Universität Mainz und dem MPIC zu gleichen Teilen getragen wurde. Wenn gleich er erst 1967 in Betrieb genommen wurde, war bereits 1958 ein entsprechender Vertrag zwischen den beiden Einrichtungen über die Nutzung und die Finanzierung aufgesetzt worden, der in den Folgejahren geringfügig modifiziert wurde.⁴⁷

Die Verhandlungen mit Rudstam gestalteten sich von Anfang an als schwierig. Seine hervorragende Situierung am CERN erzwang nicht unerhebliche Zugeständnisse seitens der MPG bei der Gehaltseinstufung. Die zu diesem Zeitpunkt übliche höchste Gehaltsstufe eines MPG-Direktors, mit einem Jahresgehalt von 25.931,64 DM,⁴⁸ reichte bei weitem nicht aus. „Wir werden Prof. Rudstam eine Zulage von 8.000 DM und eine Dienstaufwandsentschädigung von 1.200 DM anbieten müssen, um seinen bisherigen Bezügen bei CERN einigermaßen [sic!] nahezukommen.“⁴⁹ Mattauch machte gemeinsam mit dem Physiker Wolfgang Gentner, der ebenfalls in der Kommission ‚Nachfolge Paneth‘ saß und selbst am CERN gewesen war,⁵⁰ seinen Einfluss geltend. Beide setzten sich stark für die Berufung Rudstams ein und ließen keinen

42 Vgl. Hahn an Butenandt, 09.01.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 840.

43 Vgl. Ernst Klee: *Das Personenlexikon zum Dritten Reich. Wer war was vor und nach 1945*. Frankfurt am Main: Fischer 2005, 228.

44 Vgl. Hahn an Butenandt, 09.01.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 840.

45 Vgl. Sven Gösta Rudstam: „Who’s who in CERN.“ http://lib-docs.web.cern.ch/lib-docs/Archives/biographies/Rudstam_G-196303.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

46 Sitzung der Gruppe Nachfolge Paneth, vom 05.10.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

47 Vertrag zwischen MPIC und Universität Mainz zur Nutzung des Linearbeschleunigers, vom 25.11.1958, sowie den Änderungsvertrag vom 16.02.1961, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 844.

48 Siehe hierzu die aufgeschlüsselte Liste der Gehaltsbezüge der Abteilungsleiter am MPIC, vom 25.01.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

49 Vermerk Seeliger, vom 26.01.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

50 Siehe ausführlich zu Gentners wissenschaftlichen Leistungen: Ulrich Schmidt-Rohr: „Wolfgang Gentner. 1906–1980.“ https://www.leo-bw.de/web/guest/detail/-/Detail/details/PERSON/kgl_biographien/118538470/Gentner+Wolfgang. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Siehe ferner auch die zuvor erschienene Festschrift: Dieter Hoffmann und Ulrich Schmidt-Rohr (Hg.): *Wolfgang Gentner – Festschrift zum 100. Geburtstag*. Berlin: Springer 2006.

Zweifel an dessen Eignung, das Institut maßgeblich zu bereichern.⁵¹ Die Verhandlungen begannen sich schon bald in die Länge zu ziehen, da Rudstam parallel in sich verzögernden Gesprächen mit einem Angebot aus Schweden steckte.⁵² Es dauerte noch bis Ende des Jahres 1962, als schließlich die Absage beim Präsidenten der MPG einging.⁵³ Inzwischen war man zeitlich ernsthaft unter Druck, da Mattauchs Pensionierung bereits im Folgejahr bevorstand. Als Konsequenz wurde die Kommission ‚Nachfolge Paneth‘ im ersten Quartal 1963 ersetzt und an ihre Stelle trat die Kommission für ‚Berufungen an das Max-Planck-Institut für Chemie‘. Diese Kommission setzte sich abermals zusammen aus dem oben genannten harten Kern und einer Reihe weiterer Akteure aus der CPT-Sektion, die zum Teil jedoch nur sporadisch an den Sitzungen teilnahmen, durch ‚Gäste‘ ergänzt und 1964 wieder reduziert wurden. Zu den Teilnehmern gehörten ausschließlich weitere MPG-Direktoren, darunter Ludwig Biermann (1907–1986, MPI für Physik und Astrophysik), Rudolf Brill (1899–1989, MPI für physikalische Chemie und Elektrochemie), Ulrich Schmidt-Rohr (1926–2006, MPI für Kernphysik), und Karl Ziegler (1898–1973, MPI für Kohlenforschung).⁵⁴ Als Gäste waren in den folgenden Jahren häufiger Heinrich Hintenberger vom MPIC und Otto Hahn anwesend.

Angesichts der bislang hingenommenen Absagen von Suess und Rudstam sah man sich zunächst gezwungen, den inzwischen 68-jährigen Josef Mattauch erst zwei Jahre später in Pension zu schicken als vorgesehen und seinen Vertrag bis 1965 zu verlängern. Mit dieser Entscheidung war man am Institut nicht eben glücklich und auch Mattauch selbst trat seine Verlängerung nicht an, ohne hierzu ausdrücklich seine Bedenken zu äußern.⁵⁵

Im Kuratorium des MPIC regten sich inzwischen Befürchtungen über das Schicksal des Instituts und zwar nicht nur in den Reihen der Wissenschaftler. Das Kuratorium setzte sich erstens aus den Wissenschaftlichen Mitgliedern des Instituts, zweitens aus Vertretern der MPG-Generverwaltung als übergeordneter Institution und drittens aus einer Reihe von Mitgliedern zusammen, die zum Teil eher politischen und/oder wirtschaftlichen Sektoren zuzuordnen sind. Zwar besaß das Kuratorium selbst offiziell keinerlei Mandat, um direkt in Institutsangelegenheiten einzugreifen, allerdings versuchte man natürlich von dort aus eine gewisse Einwirkung auf die Geschicke der Einrichtung zu nehmen und zwar gerade von wirtschaftlicher Seite her. Zu nennen ist insbesondere der einflussreiche Karl Winnacker, der bereits Anfang der 1950er Jahre, ungeachtet seiner fragwürdigen Karriere bei den IG-Farben unter dem NS-Regime, die Nachfolge seines Vaters als Vorstandsvorsitzender bei den Farbwerken Hoechst AG übernom-

51 Vgl. Mattauch an Butenandt, vom 28.05.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

52 Rudstam an Mattauch, vom 23.05.1962 sowie Mattauch an Butenandt, vom 28.05.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

53 Rudstam an Butenandt, vom 16.11.1962, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

54 Vgl. Sitzungsprotokoll der Kommission ‚Berufungen an das MPIC‘, vom 01.03.1963, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 840.

55 Vgl. Mattauch an Butenandt, vom 26.03.1963, AMPG, II. Abt., Rep. 25, (A50).

men hatte.⁵⁶ Als Vorsitzender des MPIC-Kuratoriums⁵⁷ engagierte sich Winnacker bereits frühzeitig bei der Frage um die zukünftige Fortführung des Instituts und teilte Anfang des Jahres 1963 MPG-Präsident Butenandt seine Besorgnis mit, dass, nach der „Lähmung“ der chemischen Fraktion durch den Tod Paneths, mit Mattauchs Pensionierung nun auch noch das Ende der physikalischen Chemie am Institut bevorstehen würde.⁵⁸ Wenngleich es 1963 zumindest auf der Ebene der Wissenschaftlichen Mitglieder zur Berufung des Physikers Hermann Kümmels (1922–2012) kam,⁵⁹ lässt sich zu dieser Zeit doch die Tendenz zu einer allgemeinen Unsicherheit auch bei Berufungen für andere Posten im MPIC feststellen. Ein besonders interessantes Beispiel ist der Fall Heinrich Wänkes, der 1968 letztlich mit der Berufung Christian Junges ebenfalls die Leitung einer eigenständigen Abteilung als Direktor am MPIC übernehmen sollte. Josef Mattauch hatte schon 1963 vorgeschlagen, Wänke zum Wissenschaftlichen Mitglied am Institut zu ernennen, stieß aber hier noch auf entschiedenem Widerstand. Winnackers Zustandsbeschreibung der ‚Lähmung‘ traf es daher in mancherlei Hinsicht recht gut.

In der Kommission bzw. der CPT-Sektion insgesamt wurde allmählich direkte Kritik an Institutsleiter Josef Mattauch laut, die im März 1963 in einem per Eilboten gesendeten Brief des Sektionsvorsitzenden Carl Wagner gipfelte. Der Brief war unter Rücksprache mit Otto Hahn entstanden und Wagner warf Mattauch darin vor, bereits durch frühere personelle Fehlentscheidungen wesentlich an der unbefriedigenden Situation am MPIC beteiligt zu sein und sprach ihm de facto die Kompetenz für weitere Vorschläge ab.⁶⁰ Bestätigt sah sich Wagner dadurch, dass Mattauch zwei Jahre zuvor Hermann Wieland für den Posten Paneths vorgeschlagen hatte, obwohl die Arbeitsrichtungen Wielands in den Augen Wagners nicht ausreichend kompatibel mit den vorhandenen Abteilungen am Institut waren.⁶¹ Die thematische Anbindungsfähigkeit hatte hier den wesentlichen Vorrang als Auswahlkriterium. Wieland war 1961 in der Kommission ‚Nachfolge Paneth‘ als möglicher Kandidat ernsthaft diskutiert worden. Seine Schwerpunkte lagen in der organischen Chemie und man hatte zunächst an eine Anknüpfung an weit zurückreichende, aber längst nicht mehr aktuelle Wurzeln des Instituts gedacht, mit besonderem Augenmerk auf die Arbeiten des Nobelpreisträgers Richard Willstätter, Mitte der 1910er Jahre.⁶² Neben Wieland wurden auch andere organische Chemiker diskutiert, allerdings

56 Zu Winnackers Rolle bei den I.G. Farben und seiner SA sowie NSDAP-Vergangenheit siehe: Stephan Lindner: *Hochst. Ein I.G. Farben-Werk im Dritten Reich*. München: Beck 2005, insbes. 211ff.

57 Winnacker war 1955 zunächst stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums und übernahm einige Zeit später den Vorsitz, den er bis in die 1970er Jahre hinein beibehielt. Siehe hierzu die Listen der Kuratoriumsmitglieder, insbes. vom 23.08.1955 sowie vom 01.05.1959, beide in: AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 848. – Siehe weiterhin Liste des Kuratoriums vom Protokoll über die Sitzung des Kuratoriums des MPIC, vom 05.12.1973, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 851.

58 Winnacker an Butenandt, vom 28.01.1963, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 850.

59 Vgl. Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 335f.

60 Vgl. Wagner an Mattauch, 06.03.1963, Bl. 1, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 2.

61 Vgl. ebd.

62 Vgl. Sitzungsprotokoll der Kommission Nachfolge Paneth, vom 25.02.1961, Bl. 2f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494 – Willstätter leitete zwischen 1912 und 1931 die Abteilung für organische Chemie am KWIC (Vgl. Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 366f.).

stieß die Idee, die organische Chemie in Mainz auszubauen auf grundsätzliche Kritik. Als schlagkräftig gegen eine solche ‚Rehabilitierung‘ erwies sich schließlich der Verweis auf diverse andere MPI, die zu unterschiedlichen Fragestellungen und Themenkomplexen der organischen Chemie arbeiteten.⁶³ Kurz zog man auch die anorganische Chemie in Betracht, gab diese Idee allerdings schnell wieder auf, auch dieses Themenfeld war nicht nah genug an den Bereichen der vorhandenen Abteilungen. Noch 1964 wurde vor einer zu starken Heterogenität der Institutsstruktur, durch eine etwaige Neuberufung, gewarnt.⁶⁴ Stattdessen wurde sogar diskutiert, ob das MPIC zu schließen sei und als anorganisches Institut neugegründet werden sollte. In der Kommission allerdings wurde diese Idee, insbesondere von Heisenberg, strikt abgelehnt, denn wenn eine Neugründung „bei jeder Neuberufung geschähe, wäre die MPG am Ende.“⁶⁵

Es zeigte sich hinsichtlich einer eventuellen Ansiedelung der organischen und anorganischen Chemie, dass den zuständigen Kommissionsmitgliedern allmählich die Phantasie für eine etwaige ‚Neuorientierung‘ ausging. Mehr noch, im Falle der anorganischen Chemie bediente man sich Institutstraditionen aus der Kaiserzeit als Legitimationsstrategie bei der Benennung neuer Kandidaten für den Direktorenposten. Darüber hinaus wird deutlich, dass man in den frühen 1960er Jahren die zukünftige Institutsausrichtung vom Themenspektrum her grundsätzlich nicht zu weit von den am Institut vorhandenen Bereichen entfernt sehen wollte. Dies hatte sich zuvor deutlich an den Profilen der beiden ersten Berufungskandidaten Suess und Rudstam gespiegelt. Beide waren unmittelbar anschlussfähig, insbesondere an die bis dahin fest am Institut verankerte physikalische Chemie im Sinne Mattauchs. Bei Suess kam noch eine deutliche Brücke zur Meteoritenforschung hinzu.

In der nun folgenden Phase schließlich, rückte man von der Forderung einer hauptsächlich thematischen Anbindungsfähigkeit der Kandidaten an das Institut ab und verlagerte sich nunmehr auf einen Anschluss an die am Institut verankerten Methoden. Dies erst eröffnete die Möglichkeit, über die Integration von Fachbereichen zu sprechen, die außerhalb der am MPIC bisher bearbeiteten Themenkomplexe lagen. Der erste Kandidat, den die im Folgenden neu gebildete Kommission ‚Berufungen an das MPIC‘ Ende 1963 berief, war der Physiker und Nobelpreisträger Rudolf L. Mößbauer (1929–2011).

63 Vgl. Sitzungsprotokoll der Kommission Nachfolge Paneth, vom 25.02.1961, Bl. 2f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

64 In den Unterlagen der Kommission Berufungen an das MPIC vom 08.06.1964 wird in diesem Zusammenhang auf ein Rundschreiben vom 13.01.1964 an die Kommissionsmitglieder verwiesen, Bl. 3, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

65 Sitzungsprotokoll der Kommission Berufungen an das MPIC, vom 13.05.1963, Bl. 11, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

1.2 ‚Kommission Berufungen an das MPIC‘

Der Beschluss der CPT-Sektion Rudolf Mößbauer zum Direktor an das MPIC zu berufen, fiel im Dezember 1963.⁶⁶ Ähnlich wie Rudstam war Mößbauer schwerpunktmäßig sehr viel weniger Chemiker als Physiker. Er hatte 1957 bei Heinz Maier-Leibniz (1911–2000) am Institut für Physik des MPI für medizinische Forschung in Heidelberg promoviert. Als die Anfrage des MPIC kam, hatte er eine Professur für Physik am California Institute of Technology (CalTech) in Pasadena inne.⁶⁷ Eine Verbindung zwischen seinen Forschungen und den bisherigen Arbeiten am MPIC bestand weniger in einem spezifischen Themenfeld als vielmehr in einer instrumentenmethodologischen Innovation. Seine Arbeiten zur Resonanzabsorption der Gammastrahlung, die letztlich zur Entdeckung des entsprechend benannten ‚Mößbauereffekts‘⁶⁸ führten, ermöglichten es, die Messgenauigkeit massenspektroskopischer Untersuchungsmethoden erheblich zu verbessern und Mößbauer hatte für diese Arbeiten 1961 zusammen mit Robert Hofstadter (1915–1990) den Nobelpreis für Physik erhalten.⁶⁹

Die Idee, Mößbauer an das MPIC zu berufen, war zuvor in der Kommission sehr positiv, mit einem Stimmverhältnis von zehn zu eins, aufgenommen worden.⁷⁰ Eine große Rolle spielte hier eindeutig auch der Wunsch den in die USA abgewanderten, hoch renommierten Physiker wieder zurück nach Deutschland zu holen.⁷¹ Unter diesem Tenor der ‚Rückführung‘ wurde Mößbauers Berufung zu einem Thema von öffentlichem Interesse, über das auch der ‚Spiegel‘ im Rahmen eines Kurzbeitrags berichtete.⁷² Wenn sich der Wunsch dieser ‚Rückführung‘ grundsätzlich auch erfüllen sollte, zerschlug sich doch die Hoffnung, den Nobelpreisträger für das MPIC zu gewinnen. Anfang Dezember 1963 traf Mößbauers schriftliche Absage bei Butenandt ein. Als Gründe waren angegeben, dass der MPG einerseits die Entscheidungsfreiheit, das

66 Sitzungsprotokoll der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion in Frankfurt am Main (Auszug), vom 04. 12. 1963, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

67 Vgl. Rudolf Mößbauer, „Rudolf Mössbauer – Biographical“: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1961/mossbauer-bio.html. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

68 Der Mößbauereffekt bezeichnet das Phänomen, dass die Emission bzw. Absorption eines Gamma-Quants durch einen Atomkern dann rückstoßfrei verläuft, wenn der Kern von einem Kristallgitter umgeben wird, von dem der Rückstoß übernommen werden kann, ohne dabei dem Gamma-Quanten signifikant Energie zu entziehen. Eine Einleitung zum Mößbauer-Effekt und seinen Anwendungen findet sich hier: Harry Lustig: „The Mössbauer Effect.“ *American Journal of Physics* 1/29 (1961), 1–18.

69 Vgl. Marion Kazemi: *Nobelpreisträger in der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*. 2. Aufl. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2006, 219.

70 Vgl. Sitzungsprotokoll der Kommission für Berufungen an das MPIC, vom 13. 05. 1963, Bl. 16, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

71 Der ‚Brain-Drain‘ durch die gezielte Abwerbung von Eliten aus Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg durch die alliierten Besatzungsmächte wurde in Deutschland breitflächig mit großen Befürchtungen wahrgenommen. Vor allem während der 1950er Jahre verankerte sich in Bezug auf Forschung und Entwicklung ein regelrechter Rückstandstos in der jungen BRD. Siehe hierzu auch: Gregor Lax: *Das ‚Lineare Modell der Innovation‘ in Westdeutschland. Eine Geschichte der Hierarchiebildung zwischen Grundlagen- und Anwendungsforschung nach 1945*. Baden-Baden: Nomos 2015, 71.

72 Vgl. Der Spiegel (Hg.): „Rückführung.“ *Der Spiegel* 07. 08. 1963, Nr. 32, 12.

Institut nicht zu Teilen,⁷³ zurückgegeben werden sollte und dass Mößbauer andererseits in jedem Fall ein konkretes Berufsangebot seines klaren Favoriten, der TH München, abwarten wollte.⁷⁴ Genau dort trat er dann im folgenden Jahr eine Professur für Experimentalphysik und zugleich ein Direktorat des dortigen, neu aufgebauten Physikdepartments an und löste damit seinen inzwischen an der TH tätigen ehemaligen Lehrer Maier-Leibniz ab.⁷⁵

In der Berufungskommission wurden in der folgenden Zeit zahlreiche mögliche Vorschläge diskutiert und verworfen. Einige der Kandidaten kamen ebenfalls eher aus der Physik als der Chemie, unter ihnen Arnold Schoch (1911–1967) vom CERN und Aaldert Hendrik Wapstra (1922–2006) vom Amsterdamer ‚Instituut voor Kernfysisch Onderzoek‘ (IKO), mit dem auch Josef Mattauch bereits längere Zeit erfolgreich zusammengearbeitet hatte.⁷⁶ Langsam aber sicher gingen jedoch die vorstellbaren Anwärter aus, die von ihren Forschungsschwerpunkten her in Frage kamen und man begann allmählich flexibler über mögliche Optionen nachzudenken. Eine ernsthaft verfolgte Idee war es, die theoretische Chemie in der MPG und damit grundsätzlich in Deutschland zu stärken, die man im Rückstand gegenüber anderen Staaten wähte.⁷⁷ So kam man schließlich auf den Gedanken, Hermann Hartmann (1914–1984) für das MPIC zu gewinnen. Hartmann kam von Haus aus ebenfalls aus der physikalischen Chemie, hatte aber, anders als die bisherigen Kandidaten, seinen wesentlichen Schwerpunkt im Bereich der theoretischen Chemie. 1951/1952 war er am MPI für physikalische Chemie und Elektrochemie tätig gewesen und hatte dann eine Professur und zugleich den Direktorenposten am Institut für physikalische Chemie an der Universität Frankfurt angenommen, für dessen Aufbau er in den folgenden Jahren einen maßgeblichen Beitrag geleistet hatte.⁷⁸ Freilich gab es auch in Hartmanns Fall kritische Stimmen in der MPG, insbesondere seitens des CPT-Sektionsvorsitzenden Wagner. Er wandte sich schriftlich an den Präsidenten der MPG und teilte ihm mit, dass er Hartmann nicht gerade für einen optimalen Kandidaten halte. Als Begründung gab er an, dass Hartmanns Berufung nicht zu einer ausreichenden Neuerung der fachlichen Ausrichtungen am Institut führen würde, da er ein

„großes Gewicht darauf [legt], die Verbindung mit dem Experiment nicht zu verlieren. Gerade die Verbindung von Theorie und Experiment ist die besondere Stärke von Hartmann [...] Zusammenfassend läßt sich sagen, daß eine Berufung von Herrn Hartmann nach Mainz weder eine optimale Förderung des Fachgebietes Theoretische Chemie ergeben würde, noch eine besonders günstige Lösung des Berufungsproblems in Mainz sein würde.“⁷⁹

73 Man hatte im Vorfeld darüber nachgedacht, Teile des Instituts auszulagern.

74 Mößbauer an Butenandt, vom 02. 12. 1963, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

75 Vgl. Kazemi, *Nobelpreisträger*, 2006, 219ff.

76 Vgl. Sitzung der Kommission Berufungen an das MPIC, 08. 06. 1964, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

77 Vgl. ebd.

78 Vgl. Sitzungsprotokoll der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion der MPG, vom 21. 06. 1965, Bl. 3f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

79 Wagner an Butenandt, vom 19. 06. 1964, Bl. 4, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

Wagner bemängelte also, dass die eindeutige Ausrichtung auf die rein theoretische Chemie und damit die Einführung eines am Institut nicht vorhandenen Zweiges, mit Hartmann nicht radikal genug umgesetzt werden konnte. Als Lösung schlug er vor, eine Außenstelle für theoretische Chemie des MPIC in Frankfurt mit Hartmann zu besetzen – allerdings sah er auch dies nicht als beste Lösung an.⁸⁰ Wagner war nicht der einzige Kritiker. Als das Berufungsverfahren konkreter wurde, äußerte auch Nobelpreisträger Karl Ziegler (1898–1973) vom MPI für Kohlenforschung Kritik und meinte, dass

„das Urteil tüchtiger jüngerer Herren, die im Bereich der theoretischen Chemie durchaus bewandert seien und nach deren Auffassung die Darstellung von Herrn Hartmann kaum verständlich sei, ... ihn [Ziegler] in seiner Ablehnung gegenüber Hartmann bestärke.“⁸¹

Diese Haltung fand jedoch keine Mehrheit und es war vielleicht gerade dieser Mittelweg Hartmanns zwischen Experiment und Theorie, der ihn für das MPIC, mit der dort bisher starken experimentellen Orientierung, überhaupt erst interessant gemacht hatte.

Hartmann war auch der erste Kandidat, den man nicht aus dem Ausland anwarb; das Motiv der ‚Rückholung‘, das überdeutlich bei Mößbauer im Vordergrund gestanden und wohl auch bei Hans Suess eine Rolle gespielt hatte, trat hier zurück. Insbesondere MPG-Präsident Butenandt engagierte sich bei den Verhandlungen mit Hartmann. Wenngleich letzterer von Anfang an deutlich gemacht hatte, dass er das Ziel verfolgte, ein Zentrum für theoretische Chemie aufzubauen und sich hierfür in Frankfurt, durch eine mehrere Jahre in Aussicht stehende Förderung durch die Volkswagenstiftung, Möglichkeiten eröffneten,⁸² verliefen die Verhandlungen mit der MPG zunächst offenbar sehr positiv. Dies geht einerseits aus Butenandts eigenen Beurteilungen hervor,⁸³ andererseits aber auch daraus, dass ausgerechnet der kritisch eingestellte Wagner – hier in Funktion seines Vorsitzes der CPT-Sektion – bereits eine Laudatio für Hartmanns Amtsantritt verfasst hatte.⁸⁴ Es nützte nichts. Hartmann hatte bereits 1964 einen Ruf an die TH München abgelehnt, um in Frankfurt bleiben zu können und im März 1966 musste auch der Senat der MPG feststellen, dass sich die CPT-Sektion abermals mit einer Neuberufung zu befassen hatte.⁸⁵

80 ebd. Bl. 5f.

81 Sitzungsprotokoll der Kommission „Zukunft des MPIC“, vom 21.06.1965, Bl. 4f, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

82 Vgl. Wagner an Butenandt, 19.06.1964, Bl. 2f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

83 Vgl. Vermerk Butenandt über telefonisches Gespräch mit Hartmann, vom 05.07.1965 sowie Butenandt an Köster, vom 28.05.1965, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843. – Butenandt berichtete auch dem Senat positiv über die Fortschritte bei den Verhandlungen mit Hartmann. Vgl. Protokoll der 51. Senatssitzung der MPG in Ludwigshafen, Bl. 19, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 51.SP.

84 Wagner an Köster, 27.04.1965[Das Original ist vermutlich falsch datiert, es müsste sich um das Jahr 1966 handeln.], Bl. 3, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

85 Protokoll der 53. Sitzung des Senats der MPG in Hannover, Bl. 14, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 53.SP.

Durch die Eingliederung der Gruppe Meteoritenforschung in Hintenbergers Abteilung ergab sich darüber hinaus inzwischen, dass einige Mitarbeiter innerhalb des Instituts der Schaffung neuer Abteilungen gegenüber nicht mehr besonders aufgeschlossen waren. Der Grund dafür war, dass die Gelder der ehemaligen radiochemischen Abteilung Paneths, die nun in die massenspektrometrische Abteilung Hintenbergers flossen, von dort wieder hätten abgezogen werden müssen, um eine neue Abteilung zu finanzieren.⁸⁶ Die später schlussendlich eingerichtete Institutsstruktur mit der Abteilung für Atmosphärenchemie einerseits und der kosmochemischen Abteilung andererseits, war Mitte der 1960er Jahre unwahrscheinlicher denn je.

1.3 Krise und ‚Zukunft des MPIC‘

Bereits während der Verhandlungen mit Hartmann war ernstlich darüber diskutiert worden, inwiefern das MPIC überhaupt noch als zukunftsfähige Einrichtung gelten konnte. Schon 1964 hatte der Vorschlag im Raum gestanden, die bestehenden Abteilungen in andere MPIs zu überführen und das Institut auslaufen zu lassen. Man hatte jedoch gezögert, diese Idee allzu offenkundig als Position zu vertreten, auch weil man sich die Blöße gegenüber dem Kultusministerium nicht hatte geben wollen.⁸⁷ Eine ebenfalls nicht umgesetzte Idee, die dennoch in diesem Zusammenhang verfolgt wurde, war die oben angesprochene Neueröffnung der Einrichtung als Institut für anorganische Chemie. Dies hätte jedoch höchstwahrscheinlich einen vollständigen Ortswechsel mit sich gebracht, da Mainz für ein solches Institut als vergleichsweise ungeeignet bewertet wurde.⁸⁸ Die allgemeine Situation am MPIC war zwischenzeitlich noch einmal verschärft worden, als Mattauch 1965 sein Amt aus gesundheitlichen Gründen einige Monate früher als ursprünglich geplant nicht mehr ausüben konnte und inzwischen von Heinrich Hintenberger vertreten wurde.⁸⁹ Das Kuratorium stellte 1964 ferner seine Tätigkeit ein und sollte erst wieder nach der Berufung Christian Junges im Jahr 1968 zusammentreten.⁹⁰ Damit lag hinsichtlich künftiger Entscheidungen jegliche Autorität bei der Kommission bzw. der CPT-Sektion. Inzwischen war selbst im MPG-Senat Unmut darüber geäußert worden, „daß die [Chemisch-Physikalisch-Technische, GL] Sektion für die Besetzung dieses Instituts, das einen so guten Ruf hatte und den Namen des Ehrenpräsidenten trägt, so viel Zeit benötigt“, um den Direktorenposten neu zu besetzen.⁹¹ Unter diesen Vorzeichen musste die Absage Hartmanns zwangsläufig in eine ernsthafte Krise führen. Die zuständige Kommission 1965 arbeitete nun

86 Vgl. Vermerk Roeaske, vom 10.03.1964, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

87 Vgl. Wagner an Ziegler, vom 18.03.1964, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

88 Vgl. Wagner an die Mitglieder der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion, vom 13.01.1964, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

89 Vgl. Protokoll der 50. Senatssitzung, vom 12.03.1965 in Berlin, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 50.SP.

90 Vgl. Vermerk Roeske, vom 16.05.1968, Betr. Kuratoriumssitzung des MPI für Chemie in Mainz, am 24.05.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 850.

91 Protokoll der 50. Senatssitzung der MPG in Berlin, vom 12.03.1965, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 50.SP.

unter dem Namen ‚Zukunft des MPIC‘ und dort wurde gewissermaßen von vorne über Berufungsmöglichkeiten und andere Optionen diskutiert. Die Teilnehmerzahl wurde verringert, die Akteure setzten sich aber weiterhin aus Mitgliedern der Kommission ‚Berufungen an das MPIC‘ zusammen. Dabei blieben Gentner, Heisenberg, Wagner, Köster, Brill und Ziegler. Das MPIC wurde inzwischen von Hintenberger und Hermann Wäßler vertreten, der nunmehr pensionierte Mattauch nahm, ebenso wie Biermann und Hahn, als Gast bei den Sitzungen teil.⁹²

Gentner brachte abermals Hans Suess ins Spiel, allerdings stieß dieser Vorschlag inzwischen besonders bei den beiden MPG-Granden Hahn und Heisenberg, aber auch bei Wagner auf entschiedenen Widerspruch, die „bei aller Anerkennung seiner [Suess] fachlichen Qualifikation ihm, als einem ausgesprochenen Individualisten, die Eignung zum Institutsdirektor glauben absprechen zu müssen.“⁹³ Werner Heisenberg schlug seinerseits den bereits einige Jahre zuvor von Mattauch eingebrachten Heinrich Wänke vor, der von den Kommissionsmitgliedern jedoch als zu jung für eine solche Aufgabe befunden wurde.⁹⁴ Die nun entbrennenden Verhandlungen nahmen einen für das Institut bedenklichen Charakter an und gipfelten darin, dass kein geringerer als Heisenberg nun zum wiederholten Male vorschlug, die Einrichtung aus der MPG auszugliedern und unter der Leitung Heinrich Wänkes mit der Universität Mainz zu verbinden.⁹⁵ Es scheint, dass Heisenberg das Institut aus Angst um den guten Ruf der MPG zwischenzeitlich um jeden Preis auslaufen lassen wollte, denn auch wenn die Vertragslaufzeiten der am MPIC angesiedelten Wissenschaftlichen Mitglieder eingehalten werden mussten, sollten „schon jetzt alle Vorkehrungen getroffen werden, daß das Institut nach der Emeritierung der Herren Hintenberger und Wäßler aufgelöst werde.“⁹⁶ Im Juni 1967 sprach er schließlich laut aus, dass er am MPIC grundsätzlich Arbeiten vermissen würde, „die über ein mittleres Niveau hinausgehen“.⁹⁷ Befeuert wurden Heisenbergs Befürchtungen um den Ruf der MPG dadurch, dass die Schwierigkeiten mit den Berufungen offenkundig bereits nach außen durchgesickert waren. Im Wissenschaftsrat war das MPIC zwischenzeitlich als negatives Beispiel misslungener Institutsfortführung genannt worden und diese Kritik blieb nicht folgenlos, was sich deutlich in einem Antrag des späteren MPG-Präsidenten Reimar Lüst (geb. 1923) an die CPT-Sektion zeigte. Er meinte, er

„habe selten eine negative Kritik von solcher Schärfe über eins unserer Institute gehört, ja bei einer Diskussion über die Frage, ob man einen einmal anerkannten Schwerpunkt später wieder schliessen sollte wurde dieses Institut als Musterbeispiel genannt.“

92 Sitzungsprotokoll der Kommission ‚Zukunft des Max-Planck-Instituts für Chemie‘, vom 21.06.1965, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

93 Sitzungsprotokoll der Kommission ‚Zukunft des Max-Planck-Instituts für Chemie‘, vom 17.05.1966, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

94 ebd.

95 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 24.02.1966, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

96 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 06.04.1967, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

97 Auszug aus dem Protokoll der Sitzung des MPG-Verwaltungsrats vom 07.06.1967 in Kiel, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

Das Ziel müsste es nun sein zu prüfen, „ob das Institut unter den gegenwärtigen Voraussetzungen fortgeführt werden kann.“⁹⁸

Ogleich die fundamentale Frage nach einer etwaigen Auflösung des Instituts letztlich wieder in den Hintergrund gedrängt wurde, zeigt sich doch, dass die Situation mehr als angespannt war. Dass der Namenszusatz ‚Otto-Hahn-Institut‘ am Ende den entscheidenden Impuls zum Fortbestand des MPI gab, wie in der neueren Literatur bereits spekuliert wurde,⁹⁹ ist jedoch eher unwahrscheinlich. Eine gewisse Verpflichtung gegenüber Hahn bestand zwar ohne Zweifel und tatsächlich nahmen einige Akteure in der MPG den Tatbestand, dass das MPIC „den Namen des Ehrenpräsidenten“¹⁰⁰ trug, als besonders schwerwiegend in Hinsicht auf eine eventuelle Schließung wahr.¹⁰¹ Das Resultat bestand jedoch nicht darin, dass Institut aus diesem Grund unbedingt zu erhalten, sondern vielmehr in dem Vorschlag, den Namen rechtzeitig, d.h. möglichst lange vor einem etwaigen Schlussstrich, vom Institut abzuziehen und auf eine andere Einrichtung zu übertragen. Auf Grund der Ausrichtung auf die radiophysikalische und -chemische Forschung regte Carl Wagner in diesem Zusammenhang Karlsruhe an, den Standort des schnellen Brütters.¹⁰²

Es gab darüber hinaus gute und rationale Gründe dafür, das Institut letztlich nicht abzuwickeln. Die Verträge der amtierenden Abteilungsdirektoren, namentlich Hintenbergers und Wäfflers, hätten zunächst auslaufen müssen. Zwar hatte Heisenberg, wie wir gesehen haben, durchaus in Betracht gezogen, genau dies abzuwarten, allerdings hätte hierzu eine ‚Auslaufzeit‘ von über zehn Jahren eine allgemeine Akzeptanz finden müssen, denn die Verträge endeten planmäßig erst Ende der 1970er Jahre. Eine Angliederung der betreffenden Abteilungsleiter an andere MPI stellte sich insbesondere im Falle Hermann Wäfflers als schwierig heraus, da für diesen die Arbeitsumgebung am MPIC in Mainz optimal war; der Linearbeschleuniger, der für Wäfflers Arbeiten maßgeblich war, stand dort gleich nebenan. Die einzige Alternative hätte darin bestanden, Wäffler an der Universität Mainz anzusiedeln, allerdings war er hierzu offenbar nicht ausreichend im dortigen Umfeld integriert, als dass die Universität zu einem entsprechenden Schritt bereit gewesen wäre.¹⁰³ Es wurde schließlich noch die Option diskutiert, ob man zwar weitere Berufungen an das MPIC vornehmen, die Verträge jedoch befristen sollte, um die

98 Lüst an Köster, vom 03.04.1967, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

99 Vgl. Meinrat O. Andreae: „Biogeochemische Forschung am Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 133–185, 145.

100 Protokoll der 50. Senatssitzung vom 12.03.1965 in Berlin, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 50.SP.

101 Vgl. Köster an Butenandt, 14.04.1967, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843. – Auch bei: Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, in Fußnote 102.

102 Wagner an Ziegler, vom 18.03.1964, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.

103 Vgl. Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 05.03.1966, Bl. 4f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841. – Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 24.02.1966, Bl. 3f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841. – Siehe auch: Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 06.04.1967, Bl. 4f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

„Motivation“ der neuen Mitglieder zu gewährleisten. Neben all diesen Überlegungen kristallisierte sich jedoch zunehmend die Tendenz heraus, dass man seitens der MPG künftige Schritte nur mit einer gewissen Orientierung an den Forschungsgruppen und -richtungen der benachbarten Universität unternehmen wollte. Dies zeigte sich nicht allein darin, dass Adolf Butenandt u. a. auch direkt den Dekan der Universität über Hartmanns Absage unterrichtete,¹⁰⁴ sondern insbesondere auch in der aktiven Rolle Hans Ehrenbergs (1922–2004), der inzwischen als Repräsentant der Universität Mainz an den Sitzungen der Kommission ‚Zukunft des MPIC‘ teilnahm. Ehrenberg war wesentlich am Aufbau des Linearbeschleunigers in Mainz beteiligt und setzte sich gemeinsam mit Wolfgang Gentner intensiv für eine stärkere Kooperation zwischen Universität und MPI ein – wie wir sehen werden, letztlich erfolgreich. Gentner war es schließlich, der erstmals eine Orientierung an der Arbeitsrichtung des Ordinariats des Meteorologen Christian Junge an der Universität anregte, um insbesondere die Zusammenarbeit zwischen den kosmochemisch orientierten Projekten am MPIC und der Universität allgemein zu stärken. Er meinte, die Meteoritenforschung selbst überschreite allmählich ihren Zenit und man müsse deshalb in umfangreicheren Dimensionen denken, indem eine Verbindung zur Raumfahrt und den hieran geknüpften internationalen Forschungsprogrammen gestärkt werden sollte.¹⁰⁵ Als mögliche Option für einen Nachfolger, der eine solche Zusammenarbeit hätte tragen können, schlug Gentner zunächst Johannes Geiss (geb. 1926) vor;¹⁰⁶ einen Schüler von Friedrich Houtermans (1903–1966), der nach mehreren Aufenthalten in den USA inzwischen wieder an der Universität seines ehemaligen Lehrers in Bern arbeitete.¹⁰⁷ Geiss hatte während seiner Zeit in Chicago zusammen mit Friedrich Begemann (geb. 1927) gearbeitet, der inzwischen ein enger Mitarbeiter Wänkes am MPIC war. Sowohl Gentner als auch Ehrenberg versprachen sich durch die Berufung von Geiss insbesondere eine vorteilhafte Verbindung zu dem

„hervorragenden Meteorologen der Universität Mainz, Herrn Junge ... Er [Junge] ist hinsichtlich seiner dortigen Arbeitsmöglichkeiten nicht voll befriedigt. Er könnte als „freier Mitarbeiter“ am MPI tätig sein und die Institutseinrichtung benutzen. Herr Junge beschäftigt sich mit den Zirkulationsvorgängen in der höheren Atmosphäre, ein Problem, bei dem auch chemische Fragen ... eine wesentliche Rolle spielen. Mainz könnte sich insgesamt zu einem Zentrum entwickeln.“¹⁰⁸

Diese Argumentation überzeugte die Kommission zunächst und Ehrenberg und Gentner wurden gebeten, Unterlagen über die Person Geiss zur Verfügung zu stellen. Dies taten sie auch, aber wieder sollte es anders kommen und der Vorschlag, der allgemein zunächst sehr positiv

104 Vgl. Butenandt an Riesler und den Dekan der Universität Mainz, vom 20.01.1966, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

105 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 24.02.1966, Bl. 3f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

106 ebd. Bl. 5f.

107 Siehe biografische Angaben zu Geiss: Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 05.03.1966, Bl. 6f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

108 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 24.02.1966, Bl. 6f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

aufgenommen und auch bereits dem Senat vorgestellt worden war,¹⁰⁹ musste am Ende wieder aufgegeben werden. Wie der amtierende Vorsitzende der Kommission ‚Zukunft des MPIC‘ Werner Köster mitteilte, begründete sich dies interessanterweise vor allem aus einem Einspruch von Christian Junge. Eine Anfrage Otto Hahns, der ebenfalls in der Kommission saß und wissen wollte, „ob es sich um eine Animosität gegen die Max-Planck-Gesellschaft handle“, wurde von Gentner jedoch verneint.¹¹⁰ Vollkommen aus der Luft gegriffen war Hahns Nachfrage hinsichtlich möglicher Spannungen zwischen MPIC und Universität allerdings nicht. In den Jahren zuvor hatte man bereits feststellen müssen, dass z. B. die Zusammenarbeit mit dem ehemaligen zweiten Direktor des MPIC Fritz Strassman, der inzwischen an der Universität Mainz war, „aus hier nicht näher zu erörternden Gründen sehr zu wünschen übrig“ lassen würde.¹¹¹ Auch unter den Universitätsmitarbeitern am Linearbeschleuniger verfolgte man die problematischen Entwicklungen bei den Berufungen am MPIC nicht ohne eine gewisse Schadenfreude.¹¹² Im Falle von Junges Einwänden spielten jedoch gute Gründe die entscheidende Rolle. Genau eine Woche nachdem Gentner Johannes Geiss vorgeschlagen hatte, war Fritz Houtermans in Bern verstorben und Junge hatte Gentner gegenüber den Verdacht geäußert, dass Geiss mit hoher Wahrscheinlichkeit Houtermans Nachfolge antreten würde – was letztlich auch geschah. Eine weitere Niederlage wollte man auf keinen Fall riskieren. Abgesehen von diesem Argument hatte Junge, als Vorsitzender der Berufungskommission der ebenfalls ausschreibenden Universität Mainz, offenbar klargelegt, dass er „nicht bereit sei, seine Zustimmung zu einer Kopplung des neu zu besetzenden Lehrstuhles mit dem Max-Planck-Institut (MPI) durch eine Personalunion zu geben.“ Grundsätzlich sei er aber willens, mit dem MPI zusammenzuarbeiten.¹¹³

Vorgreifend ist hier zu erwähnen, dass Junge später zwar keine solche Personalunion als Verbindung zwischen Universität und dem MPIC zu einer Bedingung machte, zumindest aber darauf bestand, neben seiner Funktion als Direktor am MPIC weiterhin Fakultätsmitglied an der Universität zu bleiben. Ein weiterer Grund, der gegen Geiss sprach, war, dass dieser in Wänkes Alter war und an sehr ähnlichen Gebieten wie die Abteilung Meteoritenforschung arbeitete und Otto Hahn sprach seine Befürchtung aus, dass eine Berufung von Geiss Wänke „hart treffen“ könnte.¹¹⁴ Es setzte sich schließlich die Position durch, dass man Geiss „den leitenden Herren am Institut nicht als Direktor“ vorsetzen konnte.¹¹⁵

109 Vgl. Protokoll der 55. Sitzung des Senats der MPG, vom 11. 03. 1966 in Hannover, Bl. 22 AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 55.SP.

110 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 17. 05. 1966, Bl. 2, in AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

111 Wagner an Ziegler, vom 08. 03. 1963, Bl. 3, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495 – Strassmann hatte 1938 zusammen mit Otto Hahn am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Dahlem (später MPIC) die Kernspaltung entdeckt war später in Tailfingen und Mainz maßgeblich am Wiederaufbau des MPIC beteiligt gewesen.

112 Vgl. Horst Kant, Gregor Lax und Anja Heller: Interview mit Günter Hermann und Norbert Trautmann vom 28. 04. 2012 in Mainz.

113 Sitzungsprotokoll der Kommission ‚Zukunft des Max-Planck-Instituts für Chemie (Otto-Hahn-Institut)/ Mainz‘, vom 17. 05. 1966 in München, Bl. 1, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

114 Besprechung der Kommission Zukunft des MPIC, vom 20. 06. 1966, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

115 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 06. 04. 1967, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.

In der neueren Literatur wurde angenommen, dass sich erst durch die Diskussionen um die Berufung von Geiss ein Interesse an Junge Person entwickelt habe.¹¹⁶ Dies ist jedoch nicht der Fall, denn aus dem oben angeführten Zitat aus der Kommission ‚Zukunft des MPIC‘ lässt sich ablesen, dass man auf Geiss nicht zuletzt erst deswegen gekommen war, weil der Kontakt zu Junge selbst ausgebaut werden sollte. Allerdings hatte Junge im Kontext der Diskussion um Geiss ausdrücklich seine Kooperationsbereitschaft mit der MPG betont und so kam schließlich der Gedanke auf, Junge selbst für den Direktorenposten am MPIC in Betracht zu ziehen. Diesmal allerdings ging man ausgesprochen behutsam vor, um einen weiteren Fehlversuch zu vermeiden. Gentner sprach zunächst mit Christian Junge und unterrichtete die übrigen Kommissionsangehörigen Ende Februar 1968 darüber, dass dieser zugesagt habe, das MPIC „im Rahmen des Möglichen zu übernehmen, und zwar unter der Bedingung, dass er seine Professur zwar aufgeben kann, dass diese aber wieder durch einen anderen Meteorologen besetzt wird.“ Die Universität Mainz reagierte hierauf positiv, zumal Junge dort Mitglied der naturwissenschaftlichen Fakultät bleiben sollte.¹¹⁷ Angesichts der im Möglichen liegenden Berufungszeiträume in der MPG, brachte man den Prozess diesmal in geradezu aberwitzigem Tempo zu einem erfolgreichen Abschluss. Nicht einmal zwei Wochen später, am 05. März 1968, beschloss der MPG-Senat einstimmig, dem Antrag des Präsidenten stattzugeben und Christian Junge zum Direktor und Wissenschaftlichen Mitglied des MPIC zu berufen, den ersten Meteorologen dort.¹¹⁸

1.4 Neustrukturierung des MPIC und Grundsteinlegung eines Erdsysteminstituts

Unmittelbar nach Amtsantritt leitete Junge die ersten Schritte zu einer wesentlichen Umstrukturierung des Instituts ein und legte damit den Grundstein für eine jahrzehntelange Entwicklung, in der die Einrichtung sukzessive zu einem Erdsystemforschungsinstitut ausgebaut werden würde. Zu den zentralen Veränderungen, die noch Ende der 1960er Jahre durchgesetzt wurden, gehörte erstens die Einrichtung von zwei neuen, eigenständigen Abteilungen am Institut (Chemie der Atmosphäre und Kosmochemie) und zweitens auf der Leitungsebene die Einführung eines Direktorenkollegiums, das den traditionellen Institutsdirektor als alleinigen Entscheidungsträger ablöste.

Anders als es in der jüngeren Forschungsliteratur angegeben wurde, war die Abteilung für Kosmochemie keineswegs bereits im April 1967, und damit ein Jahr vor Christian Junges Amtsan-

116 Vgl. Ruprecht Jaenicke: „Die Erfindung der Luftchemie – Christian Junge.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 187–202, hier 197.

117 Protokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 23.02.1968, Bl. 2f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

118 Protokoll der 59. Sitzung des MPG-Senats in Stuttgart, vom 05.03.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 59.SP. – Siehe insbesondere auch die Materialien zur Berufung Junges, die für die Sitzung bereitgestellt wurden, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

tritt, eingerichtet worden.¹¹⁹ Zu dieser Zeit war die Gruppe für Meteoritenforschung, aus der später die kosmochemische Abteilung hervorging, nach wie vor in Hintenbergers Abteilung für Massenspektroskopie untergebracht.



Abb. 2: Christian Junge

Im Kuratorium des MPIC hatte man zunächst, unmittelbar nach der erfolgreichen Berufung Junges, Klärungsbedarf hinsichtlich der Strukturplanung der Einrichtung gesehen und es hatte offenbar keineswegs im Vorhinein eindeutig festgestanden, ob neben einer Abteilung des neuen Direktors auch die ‚Arbeitsgruppe für Meteoritenforschung‘ „künftig ebenfalls eine selbstständige Abteilung werden soll“.¹²⁰ Als eigenständige Sektion wurde die Kosmochemie erst auf Junges aktives Betreiben hin am Institut verankert. Noch im Dezember 1968 setzte er einen Antrag zur Einrichtung der beiden neuen Abteilungen auf.¹²¹ Hiermit ging ein weiterer Antrag zur Berufung Heinrich Wänkes zum Direktor der kosmochemischen Abteilung einher.¹²² Hatte man Wänke zu Beginn des Jahrzehnts noch als zu jung für den Posten des Institutsdirektors befunden, hatte er inzwischen offensichtlich das ‚richtige‘ Alter für einen Posten als Direktor am Institut. Die Chancen auf eine eigenständige Abteilung hatten für die Kosmochemie Ende der 1960er Jahre allgemein sehr viel besser gestanden, als noch ein Jahrzehnt zuvor, denn inzwischen strebte der Fachbereich einem Höhepunkt entgegen, der mit dem steigenden politischen und öffentlichen Interesse, insbesondere an der Raumfahrtforschung, auf das engste

119 Palme gibt für die Einrichtung der Abteilung und den Antritt ihres Leiters Heinrich Wänke den 01.04.1967 an. Vgl. Herbert Palme: „Heinrich Wänke und die Erforschung des Mondes und der terrestrischen Planeten.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 203–239, 208.

120 Sitzungsprotokoll des Kuratoriums des MPIC, vom 24.05.1968, Bl. 2f., AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 849.

121 Vgl. Antrag auf Einrichtung zweier selbstständiger Abteilungen am Institut in Mainz, vom 16.12.1968, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 5.

122 Vgl. Antrag auf Ernennung von Prof. Dr. Heinrich Wänke (Wissenschaftliches Mitglied des Instituts) zum Direktor einer selbstständigen Abteilung im Sinne von § 28 (Abs. 2 der Satzung), vom 16.12.1968, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 5.

verbunden war. Das Apollo-Projekt der NASA bildete hierfür einen wesentlichen Antriebspunkt. Die Forschungsanträge für die Projekte, die mit dem erhofften Mondgestein durchgeführt werden sollten, mussten bereits geraume Zeit vor dem letztlich erfolgreichen Flug der Apollo 11 eingereicht werden. Auch die ‚Gruppe Meteoritenforschung‘ sowie Heinrich Hintenberger, hatten im Vorfeld eine ganze Reihe von Anträgen gestellt. Bereits im März 1967 sagte die NASA die Zusendung von „Mondmaterie“ zu, sobald das zentrale Ziel des Apollo-Programms erreicht werden würde.¹²³ Von insgesamt elf Anträgen, die aus Mainz eingereicht wurden, waren sieben bewilligt worden. Dies machte gut 1/17 der 122 Anträge aus, die in diesem Zusammenhang von der NASA insgesamt akzeptiert worden waren.¹²⁴



Abb. 3: Heinrich Wänke mit Gesteinsprobe

Auf Junges Anträge hin wurde die Ansiedelung der beiden neuen Abteilungen mit einer Stimmenthaltung in der CPT-Sektion durchgewunken.¹²⁵ Bereits im März 1969 verhandelte man darüber im MPG-Senat und ebenso über Wänkes Berufung zum Direktor am Institut sowie einen weiteren Antrag Junges, der auf die Umstrukturierung der Institutsleitung abzielte.¹²⁶ Neben diesen beiden neuen Abteilungen blieben die eigenständigen Sektionen von Heinrich Hintenberger (Massenspektroskopie und Isotopenkosmologie) und Hermann Wäffler (Kernphysik) noch über die gesamte Amtszeit Junges (1968–1978) weiter bestehen.

123 Butenandt an Hintenberger, vom 21.04.1967 in Antwort auf eine Anfrage von Hintenberger vom 21.03.1967, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842.

124 Vgl. Hintenberger an Köster, vom 31.03.1967, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842.

125 Vgl. Protokollauszug der Sitzung der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion, vom 20.02.1969, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 844.

126 Vgl. Protokoll der 62. Sitzung des Senats der MPG, vom 07.03.1969 in Frankfurt am Main, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 62.SP. – Die entsprechenden Materialien für die Sitzung sind hier zu finden: AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 844.

Die Neustrukturierung auf der fachlichen Ebene, wurde kurze Zeit später ergänzt durch grundsätzliche Änderungen in der Institutsführung. Als Junge noch kurz vor den Verhandlungen um sein späteres Direktorat mit der MPG-Leitung in München stand, zweifelte man im Kuratorium interessanterweise nicht daran, dass er „auf jeden Fall Direktor des Gesamtinstituts“ werden würde.¹²⁷ Damit hätte der Meteorologe in der Tradition des bis dato klassischen Führungsstils in der MPG gestanden, der im Wesentlichen von einem einzelnen Direktor als Entscheidungsträger eines Instituts geprägt war. Am MPIC war dies zuletzt auch unter Junges Vorgänger Josef Mattauch der Fall gewesen. Unmittelbar nach seinem Amtsantritt veränderte Junge diese Strukturen jedoch, indem er ein Direktorenkollegium am Institut einführte, auf dessen Mitglieder sich die Entscheidungsmacht verteilen sollte. Es stellt sich also die Frage, aus welchen Gründen ein neu berufener Direktor an einem MPI, gleich zu Beginn seiner Amtszeit von sich aus, seinen eigenen Einfluss beschneidet. Dabei ist zunächst festzustellen, dass die Idee für das Kollegium nicht erst mit Junges Person in die MPG kam. Bereits bei dem gescheiterten Versuch Mitte der 1960er Jahre Hermann Hartmann zum Direktor zu berufen, war ernsthaft über die Möglichkeit einer Verteilung der Leitungsaufgaben nachgedacht worden. Der Grund dafür war wohl insbesondere, dass Hartmann in seinem Amt von administrativen Aufgaben entlastet werden sollte.¹²⁸ Im Falle Junges hatte sowohl das Kuratorium des MPIC als auch die CPT-Sektion der MPG zwar im Vorfeld der Berufung darauf hingewiesen, dass dieser „die Struktur des Instituts ... selbst bestimmen solle“,¹²⁹ allerdings galt die Einführung eines Kollegiums zugleich bereits als sicher.¹³⁰ Neben den administrativen Entlastungen spielten jedoch offenbar auch die am Institut bereits verankerten Wissenschaftlichen Mitglieder eine Rolle, die ihren bestehenden Einfluss durch die Neuberufung nicht übermäßig einschränken lassen wollten. So äußerten sie gegenüber der Kommission ‚Zukunft des MPIC‘ ihre Bedenken, die Institutsstruktur erst nach Antritt des neuen Direktors zu klären. Die „Wissenschaftlichen Mitglieder des Instituts [...] meinen vielmehr, dass man schon bei den Verhandlungen mit Herrn Junge auf ein Kollegium hinweisen sollte.“¹³¹

Neben diesen Entwicklungen am MPIC selbst, lässt sich während der zweiten Hälfte der 1960er Jahre generell die Tendenz feststellen, dass in der MPG über Reformen auf struktureller Ebene nachgedacht wurde. Dies resultierte aus einer zunehmenden öffentlichen Kritik an den veralteten, als patriarchalisch wahrgenommenen, Wissenschaftsstrukturen¹³² und ist sicherlich nicht zuletzt im Kontext der ‚68er-Bewegung‘ zu sehen, die eine scharfe gesellschaftsübergreifende Kritik an den akademischen Strukturen in Deutschland mit sich brachte. Die MPG be-

127 Sitzungsprotokoll des Kuratoriums des MPIC, vom 24.05.1968, Bl. 2, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 849.

128 Köster an Hartmann, vom 05.04.1965, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

129 Sitzungsprotokoll der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion, vom 23.02.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

130 Vgl. Sitzungsprotokoll der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion, vom 23.02.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

131 Sitzungsprotokoll der Kommission Zukunft des MPIC, vom 23.02.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.

132 Vgl. Bericht des Präsidenten vor dem Senat der MPG, vom 07.03.1969 in Frankfurt am Main, enthalten in Protokoll der 62. Sitzung des Senats, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 62.SP.

schäftigte sich daher Ende der 1960er Jahre mit der Frage, inwiefern sie von den Universitätsreformen betroffen sei bzw. sein sollte.¹³³ Die Umstellung der Max-Planck-Institute von dem alten, patriarchalisch gefärbten Führungsstil, hin zu einem Direktorenkollegium muss auch in diesem Kontext gesehen werden. Zwar wurden ernsthafte Schritte zu Reformen in der Gesellschaft erst 1969 und damit nach Junges Berufung offensiver in Angriff genommen, dennoch ist es wahrscheinlich, dass die Einführung eines Direktorenkollegiums am MPIC als willkommene Gelegenheit gesehen wurde, den Reformwillen der MPG allgemein zu demonstrieren. Am 06.05.1969 kam es zu einer gemeinsamen Presseerklärung von MPG-Präsident Adolf Butenandt und dem amtierenden DFG-Präsidenten Julius Speer (1905–1984), die beide klarstellten, dass die Veränderung einzelner Institutsstrukturen der erste Schritt sein sollte, um letztlich jedoch die Organisation der MPG generell zu überdenken.¹³⁴ Tatsächlich war das MPIC auch nicht das erste Max-Planck-Institut, das einen entsprechenden Antrag für den Umbau auf der Führungsebene stellte. Lüst und Heisenberg hatten bereits im Juni 1968 einen Antrag auf die Umwandlung der Leitungsebene des Instituts für extraterrestrische Physik in ein Kollegium gestellt.¹³⁵

Im Falle des Mainzer MPIC sollte auch die 1969 neu aufgelegte Institutssatzung unter dem Zeichen der Kollegialität entstehen und ausdrücklich von Junge und „den Wissenschaftlichen Mitgliedern des Instituts gemeinsam“ erstellt werden.¹³⁶ Die Satzung trat am 07.03.1969 in Kraft und bestimmte den Zweck des Instituts wie folgt: „§1: Das Institut ist der Grundlagenforschung auf den Gebieten der Geo- und Kosmochemie, der Isotopenchemie und Massenspektroskopie sowie der Kernphysik gewidmet.“¹³⁷

1.5 Resümee zur Ansiedlung der Atmosphärenchemie am MPIC

Die Berufung eines Meteorologen und die Ansiedelung der Atmosphärenchemie am MPIC wären noch zu Beginn der 1960er Jahre undenkbar gewesen. Dies lässt sich anhand sämtlicher Fachrichtungen der bis dahin tatsächlich berufenen Wissenschaftler sowie einer langen Liste weiterer Kandidaten belegen, die in den Vorverhandlungen zur Sprache gebracht worden waren und auf die hier nicht vollständig eingegangen werden konnte. Die plötzliche Eile beim Abschluss der Berufung Junges lässt sich angesichts der mehrjährigen Durststrecke leicht nachvollziehen. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die Atmosphärenwissenschaften Ende der 1960er Jahre international weitaus mehr Reputation genossen, als noch zu Beginn des Jahrzehnts und der Zeitpunkt für die Einrichtung einer atmosphärenchemischen Abteilung damit inzwischen deutlich günstiger war. Über die 1960er Jahre hinweg hatte sich sowohl im wissen-

¹³³ ebd. 9.

¹³⁴ Vgl. Sitzungsprotokoll des Wissenschaftlichen Rats der MPG, vom 13.06.1969, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 5.

¹³⁵ Vgl. Lüst und Heisenberg an Butenandt, vom 05.06.1968, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 5.

¹³⁶ Protokoll der 59. Sitzung des MPG-Senats in Stuttgart, vom 05.03.1968, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 59.SP.

¹³⁷ Satzung des MPIC vom 07.03.1969, hier aus: AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 850.

schaftlichen als auch im politischen Sektor allmählich ein erhebliches Interesse an umweltwissenschaftlichen Themenfeldern entwickelt. In den USA waren bereits Ende der 1950er Jahre große Projekte ins Leben gerufen worden, die mit einer gewissen Latenz auch nach Deutschland wirkten. Während diesbezüglich Anfang der 1960er auch kaum ein nennenswertes Engagement seitens der Bundesregierung vorhanden war, beschäftigte sich spätestens mit der Einleitung des ‚Sofortprogramms für den Umweltschutz‘ um 1970 fast jedes Bundesministerium mit umweltwissenschaftlichen Fragestellungen.¹³⁸

Im Falle der MPG bzw. des MPIC selbst kam entscheidend hinzu, dass man mit dem neuen Direktor einen guten Kompromiss gefunden hatte, ein noch junges Forschungsfeld zu integrieren, dass zugleich aber anschlussfähig an die am Institut verankerten Strukturen war; dies galt besonders für massenspektrometrische Methoden.¹³⁹ Allerdings hatte es mehr als acht Jahre gedauert, um zu einer entsprechenden Lösung zu kommen und das Dilemma zwischen Tradition und Innovation wäre wohl in der Tat nicht gleichermaßen behoben worden, wenn eine der ersten Berufungen erfolgreich gewesen wäre; hier hätte das Festhalten an den bestehenden Strukturen klar den Vortritt gehabt. Die anfänglichen Strategien zur Weiterführung des Instituts waren überwiegend von dem Wunsch einer Fortführung der damals primär betriebenen Forschungsarbeiten und nicht zuletzt durch den anfangs noch erheblichen Einfluss des ausscheidenden Direktors Josef Mattauch geprägt. Die Erschließung eines neuen Forschungsfelds spielte hier eine untergeordnete Rolle, allerdings wurde auch in diesem Rahmen insofern an der Idee des ‚Harnack-Prinzips‘ festgehalten, als man sich stets auf die Berufung eines einzelnen Wissenschaftlers konzentrierte, der jeweils als besonders geeignet wahrgenommen wurde. Besonders im Falle von Suess allerdings, musste das zentrale Kriterium, dass sich ein Institut um die Bedürfnisse eines Direktors herum gliedern sollte, scheitern. Zwar wurden Suess erhebliche Mittel zur Verfügung gestellt, allerdings hätte er 1961 de facto noch zwei Jahre Mattauch unterstanden. Damit hätte er nicht nur den Forschungsschwerpunkt des ehemaligen Direktors fortgeführt, sondern wäre bis zu dessen Pensionierung zwei Jahre gewissermaßen in dessen Institutsstrukturen hinein sozialisiert worden. Letzteres wäre bei Rudstam zwar nicht der Fall gewesen, allerdings hätte auch dieser unmittelbar an die Arbeiten der Mattauchschen Abteilung anknüpfen sollen und können.

Die ersten Fehlversuche machten den Entscheidungsträgern schmerzlich deutlich, dass eine unbedingte Fortführung der bestehenden Institutsstrukturen in Reinform nicht möglich war.

138 Vgl. Günter Küppers, Peter Lundgreen und Peter Weingart: *Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft? Eine empirische Studie zum Verhältnis von Wissenschaftsentwicklung und Wissenschaftspolitik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1978, 127–155.

139 Siehe zur Bedeutung und Entwicklung massenspektrometrischer Methoden am MPIC und ihrer Rolle auch auf forschungsorganisatorischer Ebene: Carsten Reinhardt: „Massenspektroskopie als methodische Klammer des Instituts, 1939–1978.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 99–131. – Siehe weiterführend für die Zeit ab den späten 1970er Jahren auch: Klaus Peter Jochum: „Drei Jahrzehnte Funkenmassenspektrometrie (SSMS) im Bereich Geo- und Kosmochemie am Max-Planck-Institut für Chemie Mainz.“ In: Klaus Peter Jochum, Brigitte Stoll und Michael Seufert (Hg.): *20 Jahre Arbeitstagung „Festkörpermassenspektrometrie“ (1977–1997)*. 2. Aufl. Mainz: Max-Planck-Institut für Chemie 1998, 1–58.

Mitte der 1960er Jahre wurde die anfänglich als interne Institutsangelegenheit gehandelte Nachfolgerfrage zunehmend von Akteuren mitgeprägt, die nicht mehr direkt mit dem MPIC verbunden waren. Hochrangige Repräsentanten aus anderen MPI, die im Kontext der CPT-Sektion mitverantwortlich für Berufungen an entsprechende Institute waren, übten zunehmend Einfluss aus und erst jetzt begann man allmählich über die Ansiedelung neuer Bereiche nachzudenken. So einigte sich die Kommission zunächst darauf, die theoretische Chemie als neuen, zuvor nicht am Institut verankerten Bereich anzusiedeln. Als dieser Versuch scheiterte und zunehmend Kritik auch von äußeren Instanzen laut wurde, begannen einige der beteiligten Akteure um den Ruf der Gesellschaft als Ganze und damit auch um ihre eigenen Institute zu fürchten, allen voran Werner Heisenberg. Auf dem Höhepunkt der Krise suchte man auch in Mainz vor Ort nach Auswegen und zu diesen gehörte die zentrale Idee, sich verstärkt an der benachbarten Universität in Mainz zu orientieren.

Ein Prestige-Moment für das Institut und die MPG insgesamt, das eine wichtige Rolle bei der Auswahl einiger Kandidaten – besonders bei Mößbauer – spielte, bestand darin, Spitzenwissenschaftler außerhalb Deutschlands anzuwerben, vor allem wenn sie vorher von dort abgewandert waren. Bei der Berufung Junges spielte das Motiv einer wie auch immer gearteten ‚Rückholung‘ indessen keine Rolle mehr; wohl nicht zuletzt auf Grund des hohen Handlungsdrucks. In der zweiten Hälfte der 1960er Jahre spielte vielmehr die unmittelbare institutionelle Nähe zur Mainzer Universität eine Schlüsselrolle und die Kommission ‚Zukunft des MPIC‘ ließ sich, angesichts der ernstlich diskutierten Schließung des Instituts, von dort verankerten Wissenschaftlern gern beraten. Sowohl Gentners Idee, ein Zentrum für die Kosmochemie in Mainz aufzubauen, als auch letztlich der Kontakt zu Christian Junge hingen direkt mit einer Orientierung an den örtlichen institutionellen Gegebenheiten zusammen, die sich aus dieser Nachbarschaft ergaben.

Junge erfüllte mit seiner Hauptausrichtung auf die Chemie der Atmosphäre einerseits das seitens der MPG stets herausgestellte – wenngleich nicht immer eingehaltene – Kriterium einer neuartigen Fachrichtung. Zugleich korrespondierte seine Arbeit mit den im MPIC praktizierten methodologischen Ansätzen und war auch mit der Idee, die aufstrebende Kosmochemie in Mainz stärker auszubauen, kompatibel. Mit Junge, so der Tenor, würde man das Neue mit dem Vorhandenen zusammenführen. Zwar räumte man im Vorfeld einer Anfang März 1968 stattfindenden Sitzung gegenüber dem Senat ein, dass es

„zunächst überraschend [erscheint], einen Meteorologen als Direktor des Max-Planck-Instituts für Chemie vorzuschlagen. Mit Herrn Junge würde das Institut jedoch einen Leiter finden, der ein ganz neues Forschungsgebiet in der Meteorologie erschlossen hat [...] Die Chemie der Atmosphäre wird mit Forschungsmethoden untersucht, die dem Max-Planck-Institut für Chemie außerordentlich nahestehen.“¹⁴⁰

140 Materialien für die Sitzung des Senats am 05.03.1968 in Stuttgart, Bl. 4, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.

Auch dem Kuratorium des MPIC gegenüber wurde hervorgehoben, dass mit Junge „im Institut eine neuartige Arbeitsrichtung eingeführt [wird], die jedoch mit am Institut bereits seit längerem gepflegten Arbeitsrichtungen zum Teil sogar recht enge Verbindungen aufweist.“¹⁴¹ Diese Verbindungen ergaben sich vorrangig aus den methodologischen Praktiken am MPIC.

Dass die thematische Wahl am Ende auf die Atmosphärenchemie fiel, war wohl in erster Linie dem Zufall geschuldet, da sich die Konstellationen in Mainz vor Ort entsprechend anboten. Man hatte die ganze Welt nach einem geeigneten Kandidaten abgesucht und schließlich fand man direkt vor der eigenen Haustür einen, der sich am Ende als optimales Bindeglied zwischen der Erhaltung bestehender Institutsstrukturen und der Ansiedelung eines bis dahin nie zuvor am MPIC verankerten Fachbereichs herausstellte.

2 Der Aufbau der Atmosphärenchemie: Das MPIC unter der Leitung Christian Junges, 1968–1978

Die Umstrukturierungen zu Beginn von Junges Amtszeit als Direktor führten zum einen zur Eröffnung einer neuen Abteilung für Kosmochemie und damit einhergehend zu einer Forcierung der in den Vorjahren eher stiefmütterlich behandelten Meteoritenforschung. Zum anderen wurde die erste größere Forschungsabteilung in der MPG gegründet, die sich dezidiert mit der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre befasste. Letztere nahm einen wesentlichen Einfluss im Kontext des in den 1970er Jahren an Fahrt aufnehmenden Aufbau- und Expansionsprozesses der Atmosphärenwissenschaften. Bevor auf die Fortentwicklung des MPI weiter eingegangen wird, soll zunächst Junges Biographie umrissen werden.

Der am 02.07.1912 in Elmshorn (Schleswig-Holstein) geborene Christian Friedrich Erich Junge hatte sich bereits frühzeitig für Chemie interessiert, sich dann aber aus Gründen beruflicher Sicherheit für ein Studium der Geophysik und Meteorologie entschieden.¹⁴² Nach Abschluss seines Studiums an den Universitäten in Graz und Hamburg, kam er schließlich nach Frankfurt am Main, wo er 1935 bei Franz Linke promovierte und sich 1952 am Meteorologisch-Geophysikalischen Institut habilitierte. Die politische Orientierung des jungen Meteorologen im Zuge der politischen Wirren Anfang der 1930er Jahre, ist nur bedingt einschätzbar. Ein vorläufiges Fazit lautet hier, dass Junge wohl recht eindeutig deutschnationale, jedoch nicht nationalsozialistische Positionen vertrat. Er kritisierte die Resultate des Versailler Vertrages, die sich vor allem aus den darin enthaltenen Reparationsklauseln ergaben¹⁴³ und trat als 20-jähriger 1933 der

141 Sitzungsprotokoll des Kuratoriums des MPIC, vom 24.05.1968, Bl. 3, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 849.

142 Vgl. Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, hier 188. – Junges Tochter bestätigte diese Gründe für Junges Entscheidung: Lax, Gregor: Interview mit Heike Tilzer vom 14.08.2015 in Konstanz.

143 Angesichts der damals durchaus mächtigen Chemie-Industrie in Deutschland erscheint diese Entscheidung zunächst verwunderlich, trifft aber scheinbar zu. Jaenicke bezieht sich auf eine direkte Aussage Junges (Vgl. Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 188). Junges Tochter bestätigte diesen Punkt ebenfalls (Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14.08.2015) und auch der Meteorologe und erster Schüler Junges, Hans-Walter Georgii, gab an, dass

Sturmabteilung (SA) in Frankfurt am Main bei, wo er im Sturmbann IV/63 und einigen weiteren Gruppierungen aktiv war. Parteimitglied der NSDAP wurde er offenbar nie. 1935 verließ er die SA, fing beim Reichswetterdienst an und arbeitete als Assistent bei Franz Linke (1878–1944) in Frankfurt am Main.¹⁴⁴ Zu dieser Zeit lernte er auch Helmut Landsberg (1906–1985) kennen, mit dem er sich anfreundete und einen guten Kontakt aufbaute. Landsberg hatte 1930 bei Beno Gutenberg (1889–1960) promoviert und arbeitete dann, wie später Junge, zunächst als Assistent bei Franz Linke in Frankfurt. 1934 verließ Landsberg Deutschland wohl als Flüchtender.¹⁴⁵ Mit der Unterstützung seines alten Lehrers Gutenberg, der bereits 1930 in die USA gegangen war, erhielt Landsberg 1934 eine Professur am Pennsylvania State College und immigrierte ebenfalls in die Vereinigten Staaten.¹⁴⁶

Junge indes blieb in Deutschland und wurde 1942 aus Luftwaffenkreisen für den Posten eines Regierungsrats auf Kriegsdauer vorgeschlagen, wobei man ihn, möglicherweise auf Grund seiner vormaligen SA-Mitgliedschaft, als ideologisch verlässlich einstufte.¹⁴⁷ Als Meteorologe war er u. a. an Kriegsschauplätzen in Nordafrika involviert, wo er die Wetterlage für Einsätze der deutschen Luftwaffe erkundete.¹⁴⁸ In Frankreich war er an Propagandaeinsätzen beteiligt, in deren Zuge Flugblätter mit Hilfe von Wetterballons abgeworfen werden sollten.¹⁴⁹ Auf Grund seiner Aktivitäten während der NS-Zeit wurde er 1945 von den Alliierten interniert, kam aber bereits 1946 wieder frei.¹⁵⁰ Nachdem er – teils durch Vermittlung bereits in Frankfurt geschmiedeter Kontakte¹⁵¹ – dann zwischen 1947 und 1953 in mehreren Einrichtungen gearbeitet und sich 1952 zwischenzeitlich an der Universität Frankfurt, seiner vorerst letzten Station in Deutschland, habilitiert hatte, ging Junge auf Anraten Helmut Landsbergs in die USA an das Air-Force-Cambridge Research Center (AFCRC) in Bedford, MA.¹⁵² Später nahm er die US-Staatsbürgerschaft an und blieb bis 1961 am AFCRC, wo er sich insbesondere mit den Eigenschaften

er sich wenig später aus ganz ähnlichen Gründen gegen ein Chemiestudium entschieden habe, wie Junge (Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015).

144 BArch R1501/ZA VI 0087 A.02/03.

145 Hinweise hierauf sind bei Jaenicke und Malone zu finden, ohne jedoch Explizites zu erfahren. (Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 191; siehe auch den Aufsatz: Thomas Malone: „Helmut E. Landsberg. Towards AD 2000.“ In: Ferdinand Baer, Norman Canfield und J. Murray Mitchell (Hg.): *Climate in Human Perspective. A tribute to Helmut E. Landsberg*. Dordrecht: Springer Science and Business Media 1991, 21–31.) Landsberg selbst behauptete später, er habe lediglich Englisch lernen wollen und sei deshalb in die USA emigriert. (Vgl. H. Taba: „Bulletin Interview with Helmut E. Landsberg.“ In: Ferdinand Baer, Norman Canfield und J. Murray Mitchell (Hg.): *Climate in Human Perspective. A tribute to Helmut E. Landsberg*. Dordrecht: Springer Science and Business Media 1991, 97–110, hier 99.)

146 Vgl. Ruth Prelowski Liebowitz: „Landsberg, Helmut Erich.“ <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830905841.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

147 BArch R1501/ZA VI 0087 A.02/03.

148 Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14.08.2015.

149 Vgl. Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 188.

150 Vgl. Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 332f.

151 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

152 Vgl. Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 191.

und Verteilungen von Aerosolen in der Erdatmosphäre beschäftigte, die schließlich zur Entdeckung des rund 10 km dicken Aerosolschleiers in der Stratosphäre führten. Dieser setzt sich im Wesentlichen aus Schwefelsäuretröpfchen zusammen¹⁵³ und wird im Duktus der Atmosphärenforschung bis heute unter der Bezeichnung ‚Junge-Schicht‘ geführt.¹⁵⁴

Laut den Aussagen seiner Tochter hätte Junge Anfang der 1960er Jahre in den USA wohl weitere Anknüpfungsmöglichkeiten für seine Arbeit gehabt hätte, entschied sich aus dem Wunsch heraus wieder in Deutschland zu leben, 1962 jedoch einem Ruf an das Institut für Meteorologie an die Johannes-Gutenberg-Universität in Mainz zu folgen.¹⁵⁵

Auf Grund seines prägenden Einflusses auf den Aufbau der Atmosphärenchemie als wissenschaftliches Untersuchungsfeld wurde Junge von seinem ehemaligen Schüler Ruprecht Jaenicke bereits als ‚Erfinder der Luftchemie‘ bezeichnet.¹⁵⁶ Wenngleich Junge sicherlich eine Schlüsselstellung in der Entwicklung der integrativen Atmosphärenforschung zukommt, ist diese Zuschreibung in mehrerer Hinsicht unangebracht. Erstens führt sie zu einer Rückstellung anderer zentraler Personen, die für den Aufbau und die Entwicklung der Atmosphärenforschung generell eine große Rolle spielten. Die nennenswerten Namen sind Legion. Zu ihnen gehören neben vielen anderen Sidney Chapman, der die klassische Theorie der Verteilung des bereits 1839 entdeckten Ozons¹⁵⁷ in der Atmosphäre prägte,¹⁵⁸ Bert Bolin (1925–2007) am Meteorologische Institut der Universität Stockholm (MISU), John Kealy, dessen 1957 erstellte Kurve zum linearen CO₂-Anstieg als Keeling-Kurve bekannt wurde, und John Hampson, der die klassische Theorie Chapmans um wesentliche Komponenten erweiterte, um nur einige wenige zu nennen. Dennoch kommt Junge besonders im Kontext der sich über die 1970er Jahre in der BRD formierenden und expandierenden Atmosphärenforschung große Bedeutung zu. In der MPG

153 Junge und seine Mitarbeiter veröffentlichten 1961 zwei Artikel zu dieser Entdeckung. Im ersten machten sie auf den global existenten Aerosolschleier in der Stratosphäre aufmerksam und lieferten anschließend in einem weiteren Aufsatz Nachweise über die Zusammensetzung dieser Schicht. Vgl. Christian E. Junge, Charles W. Chagnon und James E. Manson: „Stratospheric aerosols.“ *Journal of Meteorology* 18 (1961), 81–108. – Christian E. Junge und James E. Manson: „Stratospheric Aerosol Studies.“ *Journal of Geophysical Research* 66/7 (1961), 2163–2182.

154 Vgl. Thomas Feck: *Wasserstoff-Emissionen und ihre Auswirkungen auf den arktischen Ozonverlust. Risikoanalyse einer globalen Wasserstoffwirtschaft*. Jülich: Forschungszentrum Jülich 2009, 81.

155 Vgl. Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14.08.2015.

156 Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012.

157 Christian Friedrich Schönbein (1799–1868) entdeckte das Ozon 1839 als neuartiges Gas bei der Elektrolyse von verdünnten Säuren (Schwefel- und Salpetersäure), allerdings ohne seine chemische Zusammensetzung zu kennen. Diese wurde erst einige Jahre später von de Marignac (1817–1894) und de la Rive (1801–1873) aufgedeckt (Vgl. Claus Priesner: „Schönbein, Christian Friedrich.“ <http://www.deutsche-biographie.de/sfz78953.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Die Molekülformel des Ozons wurde schließlich 1865 von Soret (1827–1890) formuliert und 1867 anerkannt. Vgl. Mordecai B. Rubin: „The History of Ozone. The Schönbein Period, 1839–1868.“ *Bulletin for the History of Chemistry* 26/1 (2001), 40–56, 41.

158 Sidney Chapman: „On ozone and atomic oxygen in the upper atmosphere.“ *London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 10/64 (1930), 369–383. – Im Vorfeld hatte 1929 eine Konferenz in Paris zum Thema Ozon stattgefunden, auf der Chapman eine Theorie zum stratosphärischen Ozon vorgestellt hatte. Ein ausgearbeiteter Artikel erschien noch im selben Jahr (Sidney Chapman: „A Theory of upper-atmospheric ozone.“ *Memoirs of the Royal Meteorological Society* 3/26 (1929), 103–125).

selbst war er u. a. bei der Gründung des 1975 eröffneten MPI für Meteorologie in Hamburg beteiligt.¹⁵⁹ Für das MPIC legte Junges Berufung indessen die Grundsteine für eine jahrzehntelange Entwicklung, in der die Einrichtung sukzessive zu einem Erdsystemforschungsinstitut ausgebaut wurde.

Darüber hinaus gründete Junge bereits 1966 gemeinsam mit Kurt Bullrich (1920–2010) von der Universität Mainz und seinem ehemaligen Schüler Hans-Walter Georgii (geb. 1924), der 1966 Professor am Frankfurter Institut für Meteorologie und Geophysik (IMG) geworden war,¹⁶⁰ einen Arbeitsschwerpunkt zur Erforschung atmosphärischer Spurenstoffe, aus dem der spätere DFG-Sonderforschungsbereich 73 ‚atmosphärische Spurengase‘ (SFB 73) hervorging. Der SFB war das erste von der DFG umfassend geförderte Großprojekt zur Erforschung der Zusammensetzung der Erdatmosphäre und bestand bis einschließlich 1985. Forschungsinhaltlich wie auch -organisatorisch prägten die in Junges Abteilung bearbeiteten Bereiche den SFB 73 nachhaltig. In seinem Rahmen wurden Anfang der 1970er Jahre institutionelle und kooperative Strukturen geschaffen, die für eine umfassende Atmosphärenforschung zwingend notwendig waren. Ferner wurden Instrumente und Methoden zur Erforschung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Erdatmosphäre und neuartige Sichtweisen auf die Atmosphäre selbst entwickelt, die unser gegenwärtiges Bild der Atmosphäre maßgeblich mitgezeichnet haben. Zusammen mit dem SFB avancierte Junges Abteilung zu einer Basisstruktur für die spätere Heranbildung wissenschaftlichen Nachwuchses in der BRD.

Betrachten wir also im Folgenden zunächst die Anfänge der neuen Abteilungen am MPIC nach Junges Berufung etwas eingehender.

2.1 Die Anfänge der Abteilungen für Kosmo- und Atmosphärenchemie

Die beiden neuen Abteilungen (Kosmo- und Atmosphärenchemie) nahmen 1968 mit erheblichem Erfolg ihren Betrieb auf. Als wichtige Zweigentwicklung, die bis 2005 fest am Institut verankert blieb, täte man der Kosmochemie ausgesprochen Unrecht, sie an dieser Stelle gänzlich unerwähnt zu lassen. Auf Grund der Schwerpunkte dieser Abhandlung kann ihre Geschichte hier jedoch lediglich angerissen werden, denn sie böte fraglos ausreichend Stoff für eine eigene Studie.

¹⁵⁹ Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015 – Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14. 08. 2015. Junge verfasste u. a. ein entsprechendes Memorandum für die CPT-Sektion der MPG zur Situation der Meteorologie und befürwortete maßgeblich die Gründung eines Instituts für Meteorologie und sprach sich unter Berufung auf seine eigenen Kontakte zu Hans Hinzpeter ausdrücklich für dessen Berufung aus. Vgl. CPT-Sektionsprotokolle vom 15. 02. 1974, Bl. 6f., AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1771, und vom 17. 06. 1975, Bl. 11, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1775.

¹⁶⁰ Seit 2005 Institut für Atmosphäre und Umwelt (IAU).

Basierend auf den oben genannten Erfolgen der MPIC-Arbeitsgruppe ‚Meteoritenforschung‘ bei der Teilnahme am Apollo-Programm der NASA lässt sich bereits erahnen, dass nach Junges Berufung und den Umstrukturierungen am Institut weitere planerische Schritte teils stark von den Bedürfnissen der sich damals im Aufwind befindenden Mondforschung beeinflusst waren. Nachdem die Apollo 11 im Juli 1969 ihre Mondlandemission erfolgreich beendet hatte, vergingen noch zwei Monate Quarantänezeit, in der die Behälter mit dem Mondgestein einem langwierigen Verfahren unterzogen wurden,¹⁶¹ bevor die Proben schließlich an die jeweiligen Forschungsinstitute geliefert werden konnten. Interessanterweise wurde kein Mitarbeiter der Gruppe Wänke, sondern Hans Voshage aus der Abteilung Heinrich Hintenbergers abgestellt,¹⁶² um nach Houston zu fliegen, das Mondgestein entgegenzunehmen und binnen 48 Stunden, am 18. September 1969, wieder zum Mainzer Institut zurückzukehren.¹⁶³ Diese Eile war geboten, da die im Gestein enthaltenden Isotope, die man untersuchen wollte, zügig voranschreitenden Abbauprozessen unterworfen waren.¹⁶⁴

Der Leistungsdruck war hoch, denn die NASA verteilte weitere Proben des begehrten Mondmaterials nur dann, wenn die jeweiligen Forschergruppen Erfolge mit den zuvor erhaltenen vorzuweisen hatten.¹⁶⁵ Heinrich Wänke in Mainz hatte jedoch schon kurz vor der Vergabe der ersten Mondprobe keinerlei Zweifel daran, dass seine „Arbeitsgruppe [...] etliche Jahre mit der Mondmaterie beschäftigt sein [wird], vor allem mit Material von späteren Flügen“.¹⁶⁶ Palme beschreibt anschaulich, dass sich der Zwang zum Erfolg mit dem stets sehr begrenzten Material hochgradig produktiv auf die Verbesserung geo- und isotopenchemischer sowie mineralogischer Arbeitsmethoden auswirkte, sowohl hinsichtlich der Mess- und Analysemethoden als auch in Bezug auf die Reduzierung der benötigten Stoffprobengrößen.¹⁶⁷

Die kontinuierlichen Optimierungen, die u. a. an den verwendeten Messinstrumenten vorgenommen wurden, wirkten sich speziell am MPIC langfristig positiv aus und führten dort zu einer dauerhaften Erweiterung des verfügbaren Instrumentariums, das auch der Abteilung für Atmosphärenchemie zugute kam.¹⁶⁸ Zu nennen sind für 1970/1971 erhebliche Verbesserungen bei der Messung von Haupt- und Spurenelementen in Meteoriten und wesentliche Modifizie-

161 Vgl. Helmut Hornung: „Den Mond in der Nase.“ *Max Planck Forschung* 4 (2010), 96.

162 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06.01.2012.

163 Vgl. Hornung, „Den Mond in der Nase“, 2010, 96. – Palme spricht von einer 24-stündigen Reise. Siehe: Palme, „Heinrich Wänke und die Erforschung des Mondes“, 2012, 218.

164 Vgl. Palme, „Heinrich Wänke und die Erforschung des Mondes“, 2012, 218.

165 Vgl. ebd. 220f.

166 Der Spiegel (Hg.): „100 Gramm Mond nach Mainz. Interview mit Professor Heinrich Wänke vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz.“ *Der Spiegel* 14.07.1969, 29, 105.

167 Vgl. Palme, „Heinrich Wänke und die Erforschung des Mondes“, 2012, 220f.

168 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06.01.2012.

rungen am Massenspektrometer MS7, an dem der damals in der Funkenmassenspektrometrie übliche Fotoplattennachweis um eine elektrische Nachweismöglichkeit ergänzt wurde.¹⁶⁹

Das Mainzer Institut erhielt die größte Menge Mondgestein, die von der NASA an eine außereuropäische Einrichtung vergeben wurde. Der 105,9g schweren Probe, die Voshage Mitte September nach Mainz gebracht hatte, folgte bereits im Oktober eine weitere von 140g.¹⁷⁰ Die erfolgreiche Zusammenarbeit der Abteilung für Kosmochemie des MPIC und der NASA war der maßgebliche Grund dafür, dass Wänke und seine Mitarbeiter von der MPG eine Erhöhung des Sachetats von 50.000 DM für das Jahr 1969 erhielten und selbst Christian Junge sich bereit erklärte, weitere 30.000 DM aus seinem eigenen Etat für Arbeiten am Mondgestein in der Abteilung Massenspektroskopie vorzustrecken.¹⁷¹ Ferner wurden 1970 von insgesamt elf neu zur Verfügung gestellten Planstellen, vier der Abteilung Kosmochemie zugeordnet. Genau wie eine weitere Planstelle für die Abteilung Heinrich Hintenbergers wurden zwei davon allein auf Grund der Arbeiten am Apolloprogramm zugesagt. Für Junge Abteilung war hingegen zunächst nur eine einzige weitere Neueinstellung vorgesehen.¹⁷²

Dies alles bedeutet keineswegs, dass die Abteilung für Atmosphärenchemie nicht erfolgreich angelaufen wäre – im Gegenteil. Zentral für die Entwicklungen der nächsten Jahre war die Einrichtung des erwähnten DFG-Sonderforschungsbereichs ‚Atmosphärische Spurenstoffe‘, der 1968 von Junge, Hans-Walter Georgii und Kurt Bullrich ins Leben gerufen wurde. An dieser Stelle sollen Georgii und Bullrich kurz vorgestellt werden.

Georgii hatte ähnlich wie Junge ursprünglich Chemiker werden wollen, entschied sich jedoch auf Grund der nach dem Zweiten Weltkrieg schlechten Bedingungen eines Chemiestudiums dazu, sich für Physik und Meteorologie in Frankfurt am Main einzuschreiben.¹⁷³ Dort wurde er der erste Diplomand Junge und dieser beriet ihn dann später auch per Briefkontakt aus den USA bei der Dissertation, die offiziell jedoch von Ratje Mügge (1896–1975) betreut wurde.¹⁷⁴ Mügge war damals Leiter des IMG in Frankfurt am Main¹⁷⁵ und verhalf Junge Anfang der 1950er Jahre nach dessen Entlassung aus der Kriegsgefangenschaft wohl auch zu der Stelle beim

169 Vgl. Jochum, „Drei Jahrzehnte Funkenmassenspektrometrie“, 1998, 4f. und 11.

170 Vgl. Hornung, „Den Mond in der Nase“, 2010, 96f.

171 Vermerk Roeske, vom 18. 11. 1969 zur am 20. 11. 1969 bevorstehenden Kuratoriumssitzung, Bl. 4, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 850.

172 ebd.

173 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015.

174 ebd.

175 Vgl. Gustav Hofmann: „Mügge, Ratje.“ *Neue Deutsche Biographie* 18 (1997), 267–268 [Onlinefassung]: <http://www.deutsche-biographie.de/pnd133807681.html>. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

Wetterdienst in Hamburg.¹⁷⁶ 1966 trat Georgii schließlich ein Ordinariat an der Universität Frankfurt an, wo er seinerseits Direktor des IMG¹⁷⁷ wurde.¹⁷⁸

Kurt Bullrich hatte ebenfalls Physik und Meteorologie in Frankfurt studiert, wo er 1942 promovierte. 1949 wurde er Assistent am neuen Meteorologisch-Geophysikalisch Institut der Universität Mainz, wo er 1963 habilitierte und 1968 (im Jahr der Gründung des SFB 73) eine Professur erhielt. Seine Schwerpunkte lagen auf dem Gebiet der atmosphärischen Strahlung und dies wurde auch sein Steckenpferd im SFB 73, wo er sich u. a. mit dem unmittelbaren Einfluss von Aerosolen auf den Strahlungshaushalt in der Atmosphäre befasste.¹⁷⁹ Die Sonderforschungsbereiche waren als Förderinstrument im Jahr 1968 gerade erst eingerichtet worden und der SFB 73 wurde das erste profunde DFG-Forschungsprogramm in Deutschland, das sich mit der umfassenden Untersuchung der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre sowie ihres wechselseitigen Verhältnisses mit der Geo-, Hydro- und Biosphäre befassen würde.

Junges Abteilung gehörte von Anfang an zu den tragenden Säulen dieses ehrgeizigen Projekts und die dort betriebenen Forschungen waren eng mit der Programmatik des SFB 73 verwoben. Es ist deshalb notwendig, an dieser Stelle die Ansätze und Strukturen des Sonderforschungsbereichs zu umreißen.¹⁸⁰

Junges Mitarbeiter und späterer Gründungsdirektor des 1992 eröffneten Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung in Leipzig, Peter Warneck, führt die Sichtweise von Kreisläufen, Quellen und Senken zwischen den Erdsphären unmittelbar auf Christian Junge zurück.¹⁸¹ Tatsächlich findet sich bereits in dessen Monographie von 1963 ein entsprechender Ansatz, bei dem Junge sich teilweise auch auf andere Autoren bezieht.¹⁸² Es wurden jedoch bereits lange zuvor vergleichbare Überlegungen von teils prominenten Wissenschaftlern angestellt, darunter schon in den 1920er Jahren von dem russischen Geologen und Geochemiker Wladimir I. Vernadsky (1863–1945).¹⁸³ In dezidiert atmosphärenwissenschaftlichen Kontexten ist ferner eine Arbeit von Roger Revelle (1909–1991) und Hans Suess von 1957 zu nennen, die sich nicht nur mit dem CO₂ Kreislauf zwischen Atmosphäre und den Ozeanen befasste, sondern vor allem die

176 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

177 Seit 2005 Institut für Atmosphäre und Umwelt (IAU).

178 Vgl. Kürschners Deutscher Gelehrtenkalender. 22. Ausgabe 2009. Berlin: De Gruyter 2009, 1153.

179 Ruprecht Jaenicke: „Laudatio auf Kurt Bullrich.“ https://www.blogs.uni-mainz.de/fbo8-ipa/files/2014/07/Laudatio_bullrich.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

180 Wie in der Einführung bereits angedeutet, basieren die folgenden Darstellungen im Wesentlichen auf dem bereits erschienenen Artikel: Gregor Lax: „Zum Aufbau der Atmosphärenwissenschaften in der BRD“, 2016.

181 Vgl. Peter Warneck: „Zur Geschichte der Luftchemie in Deutschland.“ *Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie* 2/9 (2003), 5–11, hier 3.

182 Christian Junge: *Air Chemistry and Radioactivity*. New York: Academic Press 1963, 21 und 34.

183 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 134f.

Rolle des Menschen als zunehmend an Bedeutung gewinnende Quelle von CO₂ herausstellte.¹⁸⁴ Ebenfalls erwähnenswert ist die Definition des Stockholmer Meteorologen Bert Bolin, der das damals auch international längst noch nicht fest etablierte Forschungsfeld „Atmospheric chemistry“ 1959 als „interplay between the atmosphere, the surface of the continents and oceans, biological activities, man and last but not least the ever moving atmosphere itself“ definierte.¹⁸⁵ Die Auffassung von Kreisläufen sowie Quellen und Senken atmosphärisch relevanter Stoffe wurde zu einem zentralen Ausgangspunkt für die Forschungsprogrammatik des SFB 73 und vor allem auch von Junges Abteilung. Dies sollte einen zentralen Grundstein für die künftige Ausrichtung des gesamten MPIC und seine Entwicklung bis in die Gegenwart hinein bilden. Dort wurden später dann entsprechende Abteilungen eingerichtet, die sich der Geo- und Biosphäre mit einem stetigen Blick auf deren Austausch- und Wechselbeziehungen mit der Atmosphäre widmeten bzw. heute noch widmen.¹⁸⁶



Abb. 4: Junges Arbeitsgruppe von 1972

184 Roger Revelle und Hans E. Suess: „Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades.“ *Tellus* 1 (1957), 18–27.

185 Bert Bolin: „Atmospheric Chemistry and broad geophysical relationship.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 12/45 (1959), 1663–1672, 1663.

186 Ein erster Schritt in diese Richtung erfolgte 1987, mit der Ansiedlung der Abteilung Biogeochemie, die seither von Meinrat O. Andreae geleitet wird.

Der SFB bestand fünfzehn Jahre und erreichte damit den damals maximal möglichen Förderzeitraum, der für Sonderforschungsbereiche erzielt werden konnte. Unmittelbar im Anschluss riefen Georgii und andere 1985 den SFB 233 ‚Dynamik und Chemie der Hydrometeore‘ ins Leben, der ab 1986 gefördert wurde und sich speziell mit der feuchten Atmosphäre (besonders mit der Eisphase, Hagelbildung sowie Nebelausbildung und -bildung) beschäftigte.¹⁸⁷

Bereits 1966 hatten die Hochschulen des sogenannten „eisernen Dreiecks“¹⁸⁸ (die Universitäten Frankfurt, Darmstadt und Mainz) einen gemeinsamen Schwerpunkt zur Erforschung atmosphärischer Spurenstoffe gelegt.¹⁸⁹ Aus dieser Initiative ging 1968 der SFB 73 hervor. Bedingt durch Junges Wechsel von der Universität Mainz an das MPIC, wurde das MPI neben den genannten Universitäten von Beginn an in den Sonderforschungsbereich integriert. Zwischen 1970 und 1985 erhielten die beteiligten Einrichtungen umfassende Fördermittel, die sich über die Jahre hinweg auf eine Summe von 26.591.000 DM akkumulierten.¹⁹⁰ Die Struktur des SFB war nicht selbstverständlich, denn Max-Planck-Institute hatten bei DFG-Mittelverteilungen eigentlich keine Priorität, da sie – im Gegensatz zu den Hochschulen – über vergleichsweise hoch dotierte eigene Forschungssetats verfügten. Das MPIC wurde nicht zuletzt auf Grund seiner guten finanziellen Ausgangslage bald zu einer begehrten Adresse, auch für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus universitären Einrichtungen, die im SFB zusammenarbeiteten.¹⁹¹

Die Abteilung für Atmosphärenchemie sollte in jedem Fall im Boot behalten werden, wobei auf Grund des hochscholorientierten Schwerpunkts der DFG die Universität Mainz als Hauptträger des Sonderforschungsbereichs eingesetzt wurde. Die alle zwei Jahre wechselnden Hauptsprecher des SFB waren immer Hochschulmitglieder. Junge übte dieses Amt nie aus und auch als er 1972 ausdrücklich von Georgii bei der DFG für diesen Posten vorgeschlagen wurde, gab man dem nicht statt.¹⁹² Wie wir allerdings sehen werden, prägte die Abteilung für Atmosphärenchemie die Forschungsschwerpunkte des DFG-Programms nichtsdestoweniger nachhaltig. Zu den wichtigsten Ausgangspunkten für die Gründung des SFB 73 gehörte eine koordinierte Zusammenarbeit mehrerer kleinerer Einrichtungen, um eine Forschungsstruktur aufzubauen, die mit der als „erdrückend“¹⁹³ wahrgenommenen internationalen Konkurrenz schritthalten

187 Vgl. DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1986, 839 f. – Georgii bestätigte seine Teilnahme an der Initiierung des SFB 233 selbst (Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015).

188 Vgl. Vermerk Helfer, vom 04.02.1970. In: BAArch, B227/010802. – Das ‚eiserner Dreieck‘ bestand vor allem aus sehr guten Kontakten auf personeller Ebene. Georgii (Frankfurt) war Junges (Mainz) Schüler gewesen, beide hatten in Frankfurt studiert. Auch zwischen Frankfurt und Darmstadt hatte es bereits früher gute Kontakte gegeben. So hatte beispielsweise Georgiis Doktorvater Ratje Mügge (ebenfalls Frankfurt) immer mal wieder in Darmstadt gelehrt (Christa Wolf: *Verzeichnis der Hochschullehrer der TH Darmstadt*. Darmstadt: Historischer Verein für Hessen 1977, 143).

189 Vgl. Angaben zum Schwerpunkt atmosphärische Spurenstoffe, vom 17.02.1966. In: BAArch, B227/010802.

190 DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1985, 883.

191 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2014.

192 Vgl. Georgii an Pestel, vom 19.12.1972. – Sprecher wurde stattdessen Kurt Bullrich. Vgl. Vermerk Wilken an Kirste, vom 27.08.1973. Beides in: BAArch, B227/011244.

193 Siehe hierzu: Christian Junge, vom 21.11.1967, Erläuterungen zum Sonderforschungsbereich ‚Atmosphärische Spurenstoffe‘. In: BAArch, B227/010802.

konnte. In der Tat hinkte man bei der Entwicklung atmosphärenwissenschaftlicher Forschung insbesondere den USA hinterher,¹⁹⁴ die bereits in der zweiten Hälfte der 1950er Jahre damit begonnen hatten, entsprechende Projekte anzustoßen; und zwar zum Teil in erheblichem Umfang. Genannt seien an dieser Stelle nur das 1959 ins Leben gerufene ‚National Atmospheric Program‘ und natürlich die Gründung des National Center for Atmospheric Research (NCAR), das 1960/1961 in Boulder (Colorado) seine Arbeit aufnahm.¹⁹⁵

In der BRD hatte man indessen noch Probleme überhaupt eine effektive Zusammenarbeit derjenigen Forschungseinrichtungen aufzubauen, die als institutioneller Rahmen für die Atmosphärenforschung in Frage kamen. Deutlich spiegelte sich dies in der gutachterlichen Kritik in den Gründungsjahren des SFB (1968–1970) wider, die eine nur mangelhafte Zusammenarbeit zwischen den ohnehin wenigen partizipierenden Einrichtungen feststellte. Die Gutachter hatten den Eindruck gewonnen, dass die Projektplanung für den SFB augenscheinlich parallel und nicht in Abstimmung der beteiligten Institute erfolgt war.¹⁹⁶ Eine weitere Kritik, die besonders Anfang der 1970er Jahre mehrmals vorgebracht wurde, bestand in dem mangelnden Kontingent explizit als Chemiker ausgebildeter Wissenschaftler im SFB 73. In den ersten Personalaufstellungen, die bei der DFG eingereicht wurden, war anfänglich nur ein einziger Chemiker eingetragen und dieser war lediglich als Doktorand und Gastwissenschaftler in Deutschland.¹⁹⁷ Junge und Georgii sahen sich auf die Kritik hin gezwungen, ihre Mitarbeiterlisten noch einmal zu überarbeiten und bei dieser Gelegenheit ausdrücklich die Anwesenheit von Chemikern in ihren Arbeitsgruppen zu betonen.¹⁹⁸ Für das MPIC wurden für die Chemie nun Jürgen Hahn, Rudolf Eichmann und Gregorios Ketseridis aufgeführt.¹⁹⁹ Ein weiteres Problem sahen die DFG-Gutachter darin, dass keine ausreichende Vernetzung mit weiteren vorhandenen Einrichtungen ersichtlich war, die ihre Schwerpunkte in den klassischen Bereichen der Chemie gehabt hätten und nicht in der Meteorologie, wie es bis zu diesem Zeitpunkt überwiegend bei den Arbeitsgruppen im ‚eisernen Dreieck‘ der Fall war.²⁰⁰ Insbesondere vermisste man seitens der DFG eine Arbeitsgruppe aus der analytischen Chemie; Hans-Walter Georgii räumte dieses Defizit auch ausdrücklich selbst ein.²⁰¹ Eine zufriedenstellende Lösung konnte zu Beginn zunächst nicht gefunden werden,²⁰² was von Peter Warneck auf die für Chemiker extremen Anforderungen bei der Spurenstoffbestimmung in der Luft zurückgeführt wird, die sich aus einem anfäng-

194 Schützenmeister, *Problemorientierung und Disziplin*, 2008, 109.

195 Vgl. Hart und Victor: „Scientific Elites“, 1993, 650.

196 Stellungnahme der Fachreferate zum SFB, vom 05.01.1970. In: BArch, B227/010802.

197 ebd. – Es handelte sich hier wahrscheinlich um Grigorios Ketseridis aus Griechenland, der in Ruprecht Jaenickes Gruppe zu organischen Bestandteilen von Aerosolpartikeln in Reinfluft arbeitete.

198 Junge an Baitsch, vom 29.01.1970. In: BArch, B227/10803. – 30.01.1970, Georgii an Baitsch. In: BArch, B227/10803.

199 Vgl. ebd. Junge an Baitsch, vom 29.01.1970. In: BArch, B227/10803.

200 U.a. hier: Streiter, Stellungnahme zum SFB 73, vom 14.07.1970. In: BArch, B227/010919.

201 Vgl. Georgii an Kirste, vom 18.09.1972. In: BArch, B227/011037.

202 Vgl. Gutachten zum SFB 73, vom 27.03.1974. In: BArch, B227/011460.

lich nur beschränkt zur Verfügung stehenden „Handwerkszeug“ ergaben.²⁰³ Chemische wie auch physikalische Methoden und Instrumente, etwa im Bereich der Massenspektroskopie,²⁰⁴ waren grundsätzlich zwar vorhanden, mussten für die Bedürfnisse der Atmosphärenforschung jedoch erst angepasst werden.²⁰⁵

Die problematische Ausgangssituation zu Beginn des SFB war wohl auch dem Umstand geschuldet, dass der Wille zu einer praktisch umgesetzten Interdisziplinarität interinstitutionell nicht besonders stark ausgeprägt war. Gerade als chemisches Tätigkeitsfeld wurde die Atmosphärenforschung von vielen ‚klassischen Chemikern‘ scheinbar nicht richtig anerkannt oder wahrgenommen. Zumindest hatte Junge den DFG-Gutachtern gegenüber klar zu verstehen gegeben, dass oftmals keinerlei Interesse seitens chemischer Einrichtungen an entsprechenden Arbeitsbereichen bestehen würde.²⁰⁶ Tatsächlich hatten auch am MPIC einige Mitarbeiter, zumindest anfangs, der Berufung eines Meteorologen an das Institut mit einer gewissen Skepsis gegenüber gestanden.²⁰⁷ Dieser Argwohn gegenüber anderen disziplinären Bereichen beruhte jedoch auf Gegenseitigkeit, wie sich 1970 während einer Sitzung über die weitere Gestaltung des SFB zeigte. Hier sprachen sich die Mitglieder dagegen aus, explizit chemische Institute aufzunehmen, da man dort andere Fragestellungen im Mittelpunkt der Interessen sah und meinte, dass die Chemiker erst an die meteorologischen Probleme herangeführt werden müssten.²⁰⁸ Daraus lässt sich schließen, dass das MPIC hauptsächlich deshalb als SFB-Mitglied aufgenommen worden war, weil es von einem renommierten Meteorologen repräsentiert wurde und nicht, weil von Anfang an ein dezidiert chemisches Institut eingebunden werden sollte. Der DFG gegenüber konnten die SFB-Mitglieder hingegen die Teilnahme einer eben solchen chemischen Einrichtung präsentieren. Die DFG-Gutachten hielten die am SFB beteiligten Einrichtungen in der Folgezeit allerdings regelrecht dazu an, rasch eine stärkere Integration der Chemie zu betreiben. Der Antrag kam schließlich trotz der genannten Kritikpunkte durch, wurde allerdings mit den Auflagen versehen, eben erstens mehr Chemiker in die Arbeiten einzubinden und zweitens ein größeres Kooperationsnetzwerk aufzubauen.²⁰⁹ Aktive Kooperationen mit anderen Institutionen gehörten in den Folgejahren zu den wesentlichen Merkmalen des SFB und der daran beteiligten Institute. Wenngleich die disziplinäre Verteilung zu Anfang bei weitem nicht ausgeglichen war, setzte sich der Mitgliederpool über die Jahre hinweg insgesamt zunehmend aus einem breitflächigen Angebot zusammen, das von der Physik und Chemie der Atmo-

203 Warneck, „Zur Geschichte der Luftchemie“, 2003, 6.

204 Siehe zur Geschichte der Massenspektroskopie am MPIC: Reinhardt, „Massenspektroskopie als methodische Klammer“, 2012, 99–131.

205 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

206 Vgl. Stellungnahme zum SFB 73, 14.07.1970, Streiter, handschriftl. Vermerk. In: BArch, B227/010919.

207 Vgl. Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06.01.2012.

208 Vgl. Vermerk Helfer, vom 04.02.1970. In: BArch, B227/010802.

209 Vgl. ebd.

sphäre über Geochemie und Photochemie bis hin zur theoretischen Meteorologie und Geologie reichte.

Trotz der anfänglichen Schwierigkeiten sollte gerade der chemische Zweig zu einem wesentlichen Motor der im SFB betriebenen Forschungen avancieren. Personell wurden die Gruppen des Sonderforschungsbereichs über lange Zeiträume hinweg klar durch die atmosphärenchemische Abteilung des MPIC dominiert. Zehn der zwanzig im Forschungsantrag angegebenen Mitarbeiter für die Jahre 1971–1973 kamen von dort, die Universitäten Frankfurt und Mainz waren lediglich jeweils mit fünf Mitarbeitern beteiligt.²¹⁰ Ab 1974 stellte das MPIC mit zwanzig von neununddreißig Mitarbeitern sogar mehr als die Hälfte, während die Universitäten Mainz und Frankfurt auf jeweils neun und die TH Darmstadt auf einen einzigen kamen.²¹¹ Dabei blieb es auch in den folgenden Jahren und offenbar beteiligte sich die TH in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre kaum noch aktiv, wenngleich sie Teil des SFB blieb.²¹² Die eigentlichen Säulen des SFB bestanden demnach zwar auf institutioneller Ebene aus einem ‚eisernen Dreieck‘ (MPIC und Universitäten Mainz und Frankfurt), nicht aber auf geographischer (Mainz, Frankfurt, Darmstadt).

Das Forschungsprogramm des SFB verfolgte einen breitgefächerten Ansatz. Sein Ziel bestand laut offizieller Selbstbeschreibung in der

„kooperative[n] und umfassende[n] Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und deren globale[r] und langzeitige[r] Veränderung. [Im Vordergrund steht, GL] die Untersuchung von Quellen und Senken einzelner Komponenten sowie die Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre einerseits sowie Biosphäre und Atmosphäre andererseits [...] Besondere Bedeutung kommt dem Forschungsprojekt zu, das sich mit der chemischen Evolution der Atmosphäre befaßt.“²¹³

Zunächst ist auf den bereits hier ausdrücklich enthaltenen Hinweis auf die Wechselwirkungen zwischen den drei Erdsphären hinzuweisen. Ferner referierte man dezidiert auf die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, während beispielsweise wolkenphysikalische Untersuchungen nicht explizit angesprochen wurden. Das am Ende der Beschreibung herausgestellte Interesse an der Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte der Atmosphäre war direkt mit der Abteilung Junges verknüpft, in der sich der Geochemiker Manfred Schidlowski (1933–2012) mit Fragestellungen zur paläoatmosphärischen Forschung beschäftigte. Wenngleich dieser Bereich insbesondere für die Kartographierung von Klimaveränderungen über lange Zeiträume hin-

210 Siehe hierzu die alphabetische Liste der Mitarbeiter im SFB-Antrag, vom 19.06.1970. In: BArch, B227/010919.

211 Vgl. Liste der Mitarbeiter im Fortführungsantrag des SFB 73, für die Jahre 1974–1976, Abschnitt 1.4. In: BArch, B227/011461.

212 Vgl. Präsident der TH Darmstadt an den Präsidenten der DFG, vom 18.07.1979. In: BArch, B227/077088.

213 Vgl. DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1970, 599.

weg eine entscheidende Rolle spielte und der SFB daher die besondere Bedeutung der Paläoatmosphäre hervorhob, blieb Schidlowskis Gruppe, auf Grund ihrer vorrangig auf die Geosphäre hin ausgerichteten Arbeit, immer etwas isoliert im SFB.²¹⁴

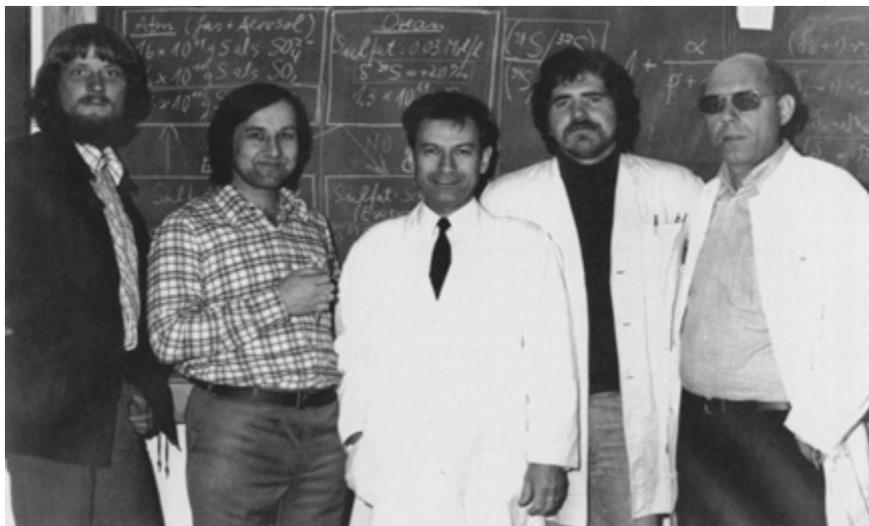


Abb. 5: Peter Appel, Jürgen Hahn, Manfred Schidlowski, Hans Wong, Rudolf Eichmann (v. links)

1970 war der Sonderforschungsbereich zunächst noch einigermaßen unübersichtlich gegliedert und setzte sich aus insgesamt elf einzelnen Projektgruppen zusammen. Allen Projekten gemeinsam war, dass dezidiert Aufschluss über globale Verteilungen, Quellen und Senken der betrachteten Spurengase und Aerosole gegeben werden sollte. Während Umweltprobleme insbesondere regionaler Provenienz in der BRD über die 1970er Jahre hinweg eine größer werdende Rolle in öffentlichen Diskursen spielten und die Bundesregierung ihre Umweltpolitik zu forcieren begann,²¹⁵ sollten kleinräumliche Phänomene, etwa der lokalen Luftverschmutzung, im SFB keine größere Beachtung finden. Stattdessen standen globale Verteilungen von Aerosolen und Spurengasen im Vordergrund.²¹⁶ Dabei blieb es über die anderthalb Jahrzehnte, in denen der SFB bestand. Während beispielsweise Junge und Georgii sich durchaus neben dem SFB mit politisch hochgradig relevanten und aufgeladenen Themen befasst hatten, beispielsweise mit dem ‚Sauren Regen‘, blieben die Projekte im Sonderforschungsbereich über weite Strecken immer grundlagenorientiert auf die Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und ihres Wechselspiels mit der Geo- und Biosphäre hin ausgerichtet. Eine direkte Kopplung der Forschung an unmittelbar drängende umweltpolitische Fragen war wohl auch deshalb weniger notwendig, da durch die DFG-Förderung eine vergleichsweise großzügige

²¹⁴ Vgl. Fortführungsantrag für 1974–1976, Abschnitt 1.4. In: BArch, B227/011461.

²¹⁵ Eda Müller: „Innenwelt der Umweltpolitik – Zu Geburt und Aufstieg eines Politikbereichs.“ In: Patrick Masius, Ole Sparenberg und Jana Sprenger (Hg.): *Umweltgeschichte und Umweltzukunft. Zur gesellschaftlichen Relevanz einer jungen Disziplin*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen 2009, 69–86, hier 73.

²¹⁶ Vgl. Protokoll der Gutachtersitzung des SFB 73, vom 07. 11. 1972. In: BArch, B227/011244.

finanzielle Grundlage geschaffen wurde und man damit weniger auf andere (zweckgebundene) Drittmittel angewiesen war.²¹⁷ Eine leichte Verschiebung ergab sich dennoch Mitte des Jahrzehnts, als der anthropogene Einfluss auf die Atmosphäre als globaler Faktor weiter in das Zentrum des Interesses auch im SFB rückte – allerdings führte auch dies zu keiner wesentlichen Veränderung der anfänglich für das Programm formulierten Zielsetzungen. Vielmehr argumentierte Junge beispielsweise 1974 gegenüber der Biologisch-Medizinischen Sektion der MPG:

„Um die Einwirkungen der menschlichen Aktivitäten auf die atmosphärische Zusammensetzung verstehen und abschätzen zu können, ist es notwendig, daß wir ein klareres Verständnis von dem Kreislauf der Spurenstoffe in dem System Atmosphäre, Ozean, Erdoberfläche, besitzen, und zwar zunächst einmal in der vom Menschen noch unbeeinflussten Atmosphäre.“²¹⁸

Das MPIC war neben der Gruppe ‚Paläoatmosphäre‘ mit drei weiteren Gruppen beteiligt, deren Themengebiete später die Gesamtstruktur des SFB maßgeblich prägen sollten. Hierzu gehörte die von Peter Warneck geleitete Arbeitsgruppe ‚Photochemische Reaktion in der Atmosphäre‘, die Gruppe ‚Konstitution des atmosphärischen Aerosols‘ unter Ruprecht Jaenicke und schließlich der Arbeitsbereich ‚atmosphärische Spurengase (CO, N₂O, H₂)‘ um Wolfgang Seiler (geb. 1940).²¹⁹ Bezüglich der Seiler-Gruppe ist hinzuzufügen, dass bereits 1970 ein weitaus umfassenderes Spektrum von Spurengasuntersuchungen angepeilt worden war, das später dann auch zu einem festen Bestandteil des SFB wurde.²²⁰ Neben den bereits genannten, wurden dann verstärkt Schwefeldioxid (SO₂), Schwefelwasserstoff (H₂S), Quecksilber (Hg), Ammoniak (NH₃), Stickstoffverbindungen, Kohlenwasserstoffe und natürlich Ozon (O₃) einbezogen und schließlich auch in die offizielle Beschreibung des SFB in den öffentlich zugänglichen DFG-Jahresberichten aufgenommen.²²¹ Warneck, Jaenicke und Seiler spielten in den folgenden Jahrzehnten wichtige Rollen bei der weiteren Entwicklung der atmosphärenwissenschaftlichen Forschung in der BRD. Wie bereits angedeutet, war Warneck wesentlich am Aufbau des Leibniz-Instituts für Troposphärenforschung in Leipzig beteiligt und wurde dessen Gründungsdirektor, als die Einrichtung 1992 ihre Arbeit aufnahm.²²² Wolfgang Seiler setzte u. a. Maßstäbe in der Erforschung der globalen Verteilung von Spurengasen und wurde 1986 Direktor am Fraunhofer Institut für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen.²²³ Jaenicke schließ-

217 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

218 Junge an Ashoff, vom 04.01.1974, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 3.

219 DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1970, 599.

220 DFG-Antrag 1970/71, vom 01.10.1969, aufgestellt von Christian Junge, S.17. In: BArch, B227/10803.

221 DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1976, 779.

222 Siehe den Internetauftritt des Leibniz-Instituts: <https://www.tropos.de/institut/ueber-uns/das-institut/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

223 Helmut Trischler und Rüdiger vom Bruch: *Forschung für den Markt. Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft*. München: Beck 1999, 363f. – Siehe hierzu auch: Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 150f. und 153f.

lich trat 1980 eine Professur am Institut für Physik der Atmosphäre an der Universität Mainz an und konzentrierte sich dort insbesondere auf seinen bereits während der Arbeit im SFB 73 forcierten Schwerpunkt der Aerosolforschung.

Der Sonderforschungsbereich selbst verblieb nicht lange in seiner ursprünglichen Struktur, sondern wurde bereits 1973 im Kontext eines Fortführungsantrags grundlegend umgestaltet. Die existierenden Arbeitsgruppen wurden durch weitere ergänzt, die insgesamt nun aber nicht mehr als Einzelprojekte geführt wurden. Stattdessen wurden vier übergreifende Themenbereiche mit jeweils einem Hauptleiter eingerichtet und diesem die bisherigen Gruppen als Unterprojektgruppen zugeteilt. Ein Grund hierfür lag darin, dass die DFG-Gutachter im Zuge der Neuakkreditierung eindeutigerer Verhältnisse bei der finanziellen Gestaltung wollten und einer allzu flexiblen ‚Schieberei‘ von Geldern zwischen den einzelnen Gruppen entgegengewirkt werden sollte.²²⁴ Die neu eingerichteten vier übergreifenden Themengebiete entsprachen nun exakt den genannten Forschungsschwerpunkten aus der Junge-Abteilung und drei davon wurden letztlich auch von MPIC-lern geleitet. Junge selbst war nun für den Hauptbereich ‚Spurengase‘ zuständig, in dem die Gruppen ‚globaler CO₂ Haushalt‘, ‚Messung von Spurengasen‘ und ‚Ausbreitung von Spurengasen und deren Austauschprozessen zwischen Wasser und Luft‘ angesiedelt waren. Peter Warneck leitete den Teilbereich ‚Physikalisch-chemische Prozesse in der Atmosphäre‘, wo vor allem zur Niederschlagschemie und Reaktion von Gasen und Radikalen in der Atmosphäre sowie an Methoden zur Nachweisbarkeit freier Radikale gearbeitet wurde. Der dritte Teilbereich, der mit der MPIC-Abteilung verbunden war, bestand in Schidlowskis Gruppe ‚Paläoatmosphäre‘. Der einzige Themenkomplex, der nicht von einem unmittelbaren Mitarbeiter Junges geleitet wurde, war der Bereich ‚Aerosole‘; diese Aufgabe hatte Kurt Bullrich übernommen. Hier allerdings war Ruprecht Jaenicke aus der atmosphärenchemischen Abteilung des MPIC integriert, der 1980 ein Ordinariat an der Universität Mainz antrat. Im selben Jahr hatte zunächst Reiner Eiden die Leitung der Aerosolgruppe übernommen, der jedoch 1981 an die Universität Bayreuth wechselte, und so wurde 1981/1982 Jaenicke Gruppenleiter.²²⁵

Trotz kleinerer Veränderungen in den Besetzungen der Untergruppenleiter, blieben die personelle Struktur auf der übergreifenden Leitungsebene und die Themenaufteilung in die vier Hauptgebiete bis 1979 kontinuierlich bestehen. Erst dann trat Junge nach seiner 1978 vorzeitig eingeleiteten Pensionierung auch im Kontext des SFB in den Hintergrund – wenngleich er noch bis zu dessen Auslaufen im Jahr 1985 Mitglied blieb. Die Leitung der Arbeiten im Themenkomplex ‚Spurenstoffe‘ wurde ab 1980 dann von Hans-Walter Georgii weitergeführt.²²⁶

Als Konsequenz des fachübergreifenden Ansatzes der Atmosphärenforschung ergab sich zwangsläufig eine institutionell-kooperative Struktur, nicht allein auf nationaler, sondern auch

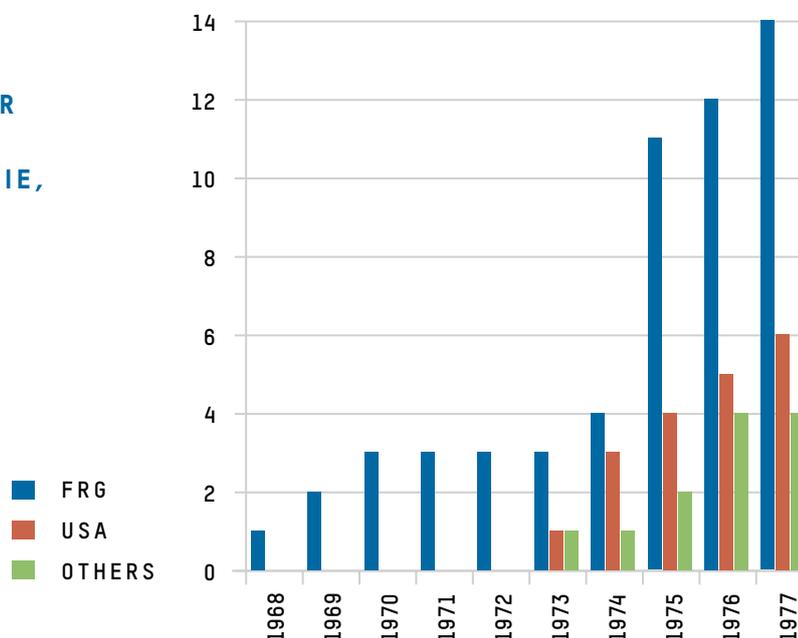
224 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

225 Siehe hierzu: DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1980, 790 und DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1982, 804.

226 DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1980, 790.

auf internationaler Ebene. Der sich hiermit verbindende Vernetzungsprozess soll im Folgenden in Kürze am Beispiel des MPIC veranschaulicht werden. Kooperationen hatte es an dem Institut vereinzelt natürlich auch zuvor gegeben, etwa zwischen der ehemaligen Abteilung für Massenspektroskopie des früheren Institutsdirektors Josef Mattauch und dem Physiker Aaldert Wapstra am ‚Instituut voor Kernfysisch Onderzoek‘ in Amsterdam (IKO). In den 1970er Jahren jedoch begann sich das MPI in bis dahin nicht gekannter Weise massiv mit anderen Einrichtungen zu vernetzen. Abbildung 6 zeigt die dauerhaften Kooperationen der Abteilung für Atmosphärenchemie, die zwischen 1968 und 1977 (kurz vor Junges frühzeitiger Pensionierung) gepflegt wurden. Die Grafik basiert auf einer Aufstellung aus der Abteilung vom 18.05.1977,²²⁷ in der diejenigen Institute und Wissenschaftler aufgeführt waren, mit denen intensive Zusammenarbeiten bestanden. Weniger kontinuierliche, nicht aber unbedingt unwichtige Kooperationen sind hier jedoch nicht enthalten. Zu nennen ist insbesondere das NCAR in Boulder, zu dem bereits seit Anfang der 1970er Jahre sehr gute Beziehungen bestanden. U.a. hatten 1973 am MPIC angesiedelte Mitarbeiter im Rahmen des SFB 73 gemeinsame Forschungsflüge mit ihren Kollegen am NCAR unternommen.²²⁸ Später entstand hier auch ein zunehmender Austausch mit Junges Nachfolger als Direktor der Abteilung für Atmosphärenchemie am MPIC, Paul Crutzen, der seit 1974 am NCAR arbeitete. Obwohl Abb. 6 keinen Vollständigkeitsanspruch erheben kann, spiegelt sie doch eindrücklich den Prozess wider, in dem sich die Abteilung für Atmosphärenchemie über Junges Amtszeit hinweg global vernetzte, um die notwendige Infrastruktur für ihren Beitrag zu dem ehrgeizigen Großprojekt der Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre zu schaffen.

**ABB. 6:
DAUERHAFTE
KOOPERATIONEN DER
ABTEILUNG FÜR
ATMOSPHÄREN-CHEMIE,
1968-1977**



227 Aufstellung: Zusammenarbeit mit anderen Forschungsinstituten der Abteilung Luftchemie, vom 18.05.1977, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 4.

228 Georgii an Wilke, vom 23.11.1972, Anhang. In: BArch, B227/011460.

Es wird ersichtlich, dass es sich vorrangig um Zusammenarbeiten mit deutschen und amerikanischen Einrichtungen handelte, vereinzelt aber auch mit Institutionen in Südafrika, England und Frankreich, die hier unter ‚andere‘ zusammengefasst wurden. Vor allem die Arbeiten zu Spurengaskreisläufen in der Gruppe von Wolfgang Seiler fanden weltweit über Gemeinschaftsprojekte Anknüpfungspunkte. Ein regelrechter Schub neuer Kooperationen ergab sich ab 1973, als der Fortführungsantrag des SFB 73 bewilligt und die oben genannten vier übergeordneten Arbeitsschwerpunkte formuliert wurden.

2.2 Der SFB 73 und das MPIC im Kontext der Konsolidierung der Atmosphärenwissenschaften in der BRD

Die zentralen Schwerpunkte der Forschungen im SFB wurden spätestens ab 1973 wesentlich von chemisch orientierten Fragestellungen beeinflusst (Photochemie, auf Geochemie basierende Paläoatmosphäre, Spurengase und Aerosole), allerdings lässt sich frühzeitig und über die Jahre hinweg zugleich eine zunehmend heterogene personelle Zusammensetzung der Arbeitsgruppen feststellen.²²⁹

Wenngleich bereits an anderer Stelle ein Überblick über die Forschungsarbeiten des SFB gegeben wurde,²³⁰ sollen im Folgenden einige der zentralen Gebiete noch einmal unter spezifischen Gesichtspunkten beleuchtet werden. Besonderes Augenmerk soll hier auf den eingangs genannten Indizien liegen, die den sich über die 1970er Jahre hinweg vollziehenden Ausbau- und Konsolidierungsprozess der Atmosphärenwissenschaften sichtbar werden lassen (Kanonisierung, Aufbau von Methodik und Instrumentarium etc.). Ferner wird das Anschluss- und Ausbaupotential atmosphärenchemischer Forschung deutlich werden, die noch in der ersten Hälfte der 1970er Jahre zunehmend zur Ausprägung eines Disziplinen-integrativen Ansatzes der ‚offenen Großforschung‘ führte, der die interdisziplinäre Atmosphärenforschung nachhaltig geprägt hat.²³¹ Darüber hinaus wird auch auf das frühzeitig einsetzende Forschungsinteresse am, damals zunächst noch als ‚möglich‘ eingestuften, anthropogenen Einfluss auf Stoffkreisläufe eingegangen. Diese Thematik war freilich – bei aller Betonung der Grundlagenorientierung im SFB – letztlich wiederum anschlussfähig auch an Fragekomplexe, die bereits seit der ersten

229 Siehe hierzu die Liste der Mitarbeiter im Fortführungsantrag des SFB 73, für die Jahre 1974–1976, Abschnitt 1.4. In: BArch, B227/011461.

230 Warneck, „Zur Geschichte der Luftchemie“, 2003.

231 Der Begriff lehnt an das Big Science-Konzept an, hebt als Charakteristikum neben einem hohen personellen und materiellen Aufwand aber eine dezentrale Struktur heraus und keine Zentrierung der Aufwendungen an einem Ort. Diese Struktur ergibt sich in den Atmosphären- und auch der Erdsystemforschung aus der Notwendigkeit heraus, da keine einzelne Einrichtung ausreichend ausgestattet und spezialisiert ist, um das gesamte Spektrum der Erforschung der Atmosphäre bzw. des Erdsystems zu bearbeiten. Große Programme und Netzwerke sind somit ein wesentliches Merkmal dieser Bereiche. Schützenmeister führt das Konzept der offenen Großforschung am Beispiel der Atmosphärenchemie aus. Siehe hierzu: Falk Schützenmeister: „Offene Großforschung in der atmosphärischen Chemie? Befunde einer empirischen Studie.“ In: Jost Halfmann und Falk Schützenmeister (Hg.). *Organisationen der Forschung. Der Fall der Atmosphärenwissenschaft*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften 2009, 171–208.

Hälfte der 1970er Jahre in öffentlichen und politischen Kontexten eine Rolle spielten. Genannt seien an dieser Stelle nur der Umweltverschmutzungsdiskurs und die Grundsteinlegung der westdeutschen Umweltpolitik nach dem Verursacherprinzip.²³²

Die Arbeiten, die während der Anlaufzeit des SFB 73 entstanden, waren wesentlich von zwei Charakteristika geprägt. Das erste bestand darin, dass zunächst Bestandsaufnahmen spezifischer Forschungsbereiche vorgenommen und deren Anschlussmöglichkeiten und Relevanzbezüge für andere Gebiete aufgezeigt werden mussten. Insbesondere Junge hatte frühzeitig begonnen, grundlegende atmosphärenwissenschaftliche Forschungsliteratur zu generieren. Bereits 1963 hatte er die einflussreiche Monographie ‚Air Chemistry and Radioactivity‘ verfasst, zu deren wesentlichen Leistungen vor allem die Verarbeitung und erstmalige Zusammenführung eines breitflächigen Literaturbestands aus unterschiedlichen Fachrichtungen gehörte.²³³ Das Buch kann als Grundstein eines chemisch orientierten atmosphärenwissenschaftlichen Literaturkanons aufgefasst werden.²³⁴ Es stieß auch in der sowjetischen Wissenschaftsgemeinschaft auf Interesse und wurde 1965 ins Russische übersetzt.²³⁵ Noch Ende der 1980er Jahre wurde die Monographie als bis dahin einziges zusammenfassendes Standardwerk atmosphärenwissenschaftlicher Literatur angegeben.²³⁶ Zu den darin beschriebenen Schwerpunkten gehörten die Aerosol- und Spurengasforschung, die später auch zu Leitthemen des SFB 73 wurden. Mit Blick auf den Stoffkreislauf von CO₂ betonte Junge dort ausdrücklich die Bedeutung des Zusammenspiels der Geo-, Bio- und Atmosphäre.²³⁷ Den zusammenfassenden Stil dieser Monographie behielt er, besonders mit Fokus auf die Aerosolforschung, weiterhin bei; so entstand etwa ein Artikel mit vornehmlich überblicksartigem Charakter 1968. Junge stellte darin insbesondere die von ihm schon seit Anfang der 1950er Jahre wiederholt betonte Bedeutung der Atmosphärenchemie für wolkenphysikalische Phänomene heraus,²³⁸ wenngleich letztere, wie oben geschildert, im SFB nie ausdrücklich betont wurden. Solche Arbeiten, die den aktuellen Stand der Forschungen referierten und implizit zu entsprechenden Folgeuntersuchungen aufriefen, erschienen in der Folgezeit wiederkehrend.²³⁹

232 Vgl. Müller, „Innenwelt der Umweltpolitik“, 2009, 74.

233 Junge, *Air Chemistry and Radioactivity*, 1963.

234 Auch bei: Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 187 – Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 146.

235 Christian E. Junge: *Chimičeskij sostav i radioaktivnost' atmosfery*. Moskau: Izd. Mir 1965.

236 z. B. Glen E. Gordon: „Reviews on Atmospheric Chemistry (Barbara J. Finlayson-Pitts and James N. Pitts) and Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution (John S. Seinfeld).“ *Science* 235/4793 (1987), 1263f..

237 Junge, *Air Chemistry and Radioactivity*, 1963, 21, 23 und 29f.

238 Christian Junge: „Survey about our present Knowledge of Atmospheric Aerosols with Respect to their Role in Cloud Physics.“ *Bulletin of the American Meteorological Society* 5P2/49 (1968), 592ff. Jaenicke beschreibt hierzu die Geschichte der von Junge aufgestellten Gleichung zur Bestimmung der Aerosol-Größenverteilung, die bis in die 1970er Jahre einen naturgesetzähnlichen Status zugesprochen bekam (Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 190f.).

239 Siehe etwa: Christian Junge: „Our Knowledge of Physico-Chemistry of Aerosols in undisturbed Marine Environment.“ *Journal of Geophysical Research* 27/77 (1972), 5183–5200. – Christian Junge: „Atmospheric Aerosols and Cloud Formation – Status of Knowledge and Problems.“ *Kolloid-Zeitschrift und Zeitschrift für Polymere* 250/7 (1972), 638f.

Besonders interessant ist auch die Art der Präsentation neuer Forschungsergebnisse Anfang der 1970er Jahre. An seine Überlegungen von 1968 anknüpfend veröffentlichte Junge 1970, gemeinsam mit Eugene McLaren, einige Forschungsergebnisse. Basierend auf der Auswertung von Messungen von Wolkenkondensationskeimspektren und der chemischen Zusammensetzung von 88 Proben, die über einen Zeitraum von drei Jahren gesammelt worden waren, gelangten sie zu dem Ergebnis, dass die Eigenschaften von Wolkenkondensationskeimen unmittelbar von der Größenverteilung der Aerosolpartikel und nur in geringem Maß von ihrer Zusammensetzung bestimmt wurde.²⁴⁰ Offenbar konnte man hier noch nicht davon ausgehen, dass die theoretischen Grundlagen für den Kondensationsprozess von Wolkentröpfchen an natürlichen Aerosolen bereits in der heterogenen Gemeinschaft der Forscher, die sich mit atmosphärenwissenschaftlichen Fragestellungen befassten, vorausgesetzt werden konnten. Zumindest hielten es McLaren und Junge für notwendig, eine einleitende Zusammenfassung über die theoretischen Grundlagen zu geben und ihren eigenen Ergebnissen zudem einen gut überschaubaren Appendix mit Übersetzungen der verwendeten Variablen hinzuzufügen. Auch eine Liste mit Basisgleichungen zur Bestimmung des Drucks von Wasserdampf über Lösungströpfchen nebst ausführlichen Erläuterungen war vorhanden.²⁴¹

Anfang der 1970er Jahre definierte Junge im Rahmen eines Artikels für das MPG-Jahrbuch von 1971 auch für ein nicht fachkundiges Publikum die „wesentliche Aufgabe luftchemische[r] Forschung“. Demnach ging es dabei um die

„Aufklärung des Kreislaufs [von Spurenstoffen] [...] also der Art, Verteilung und Ergiebigkeit der Quellen und Senken und damit verbunden die Verteilung der Bestandteile und ihre mittlere Aufenthaltszeit in der Atmosphäre. Diese Kreisläufe besitzen eine große Mannigfaltigkeit. Die Erforschung der Quellen und Senken erweist sich als ein sehr komplexes interdisziplinäres Arbeitsgebiet, in dem die Zusammenarbeit mit der Bodenkunde, der Ozeanographie und vor allem auch der Biologie, insbesondere der Mikrobiologie, notwendig wird.“²⁴²

Während die stetige Betonung von Stoffkreisläufen bereits in den 1970er Jahren die Forschungen im SFB 73 erheblich prägten,²⁴³ dauerte es noch weitere anderthalb Jahrzehnte, bis sich der Begriff der Biogeochemie als disziplinärer Bereich mit der expliziten Betonung von zwei Erdsphären durchsetzte. Noch bis in die 1980er Jahre weigerten sich Fachzeitschriften Artikel anzunehmen, die als ‚biogeochemische Arbeiten‘ eingereicht wurden und in der CPT-Sektion der

240 Christian Junge und Eugene McLaren: „Relationship of Cloud Nuclei Spectra to Aerosol size Distribution and Composition.“ *Journal of the atmospheric sciences* 3/28 (1971), 382–390.

241 Vgl. ebd. 382 und 389.

242 Christian Junge: „Der Stoffkreislauf der Atmosphäre. Probleme und neuere Ergebnisse der luftchemischen Forschung.“ In: *Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. 1971*, Göttingen: Hubert & Co. 1971, 149–181, hier 150.

243 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015. – Auch: Warneck, „Zur Geschichte der Luftchemie“, 2003, 3.

MPG wurde noch 1986 darüber diskutiert, ob eine neue Abteilung am MPIC ‚Abteilung für Biogeochemie‘ heißen durfte – Letztlich durfte sie.²⁴⁴

Ein zweites Merkmal der frühen atmosphärenchemischen Arbeiten nach Anlauf des SFB 73 bestand in der Notwendigkeit zunächst vor allem den Ausbau der Methodologie und des Instrumentariums vorantreiben zu müssen, um der Erforschung atmosphärischer Spurengase überhaupt gerecht werden zu können.²⁴⁵ Dies schlug sich u. a. in den veranschlagten Kosten für entsprechende Geräteanschaffungen nieder, die sich allein für die Jahre 1970-1972 auf insgesamt 572.900 DM beliefen.²⁴⁶ Am MPIC wurde besonders in den Projektgruppen von Seiler und Warneck an der Verbesserung bereits vorhandener Methoden und Instrumente sowie deren Neuentwicklung gearbeitet. Die Finanzierung benötigter Geräte und Bauteile für Prototypen wurde teils nicht durch die MPG, sondern auch durch DFG-Gelder aus dem SFB 73 gewährleistet.²⁴⁷

Beachtliche Erfolge zeichneten sich bald bei der Messung der Ausdehnung und Konzentration von Spurengasen in der Atmosphäre ab, die zu wachsender Anerkennung auch in Stellungnahmen von DFG-Beauftragten zum SFB 73 führten.²⁴⁸ Zu den frühen Innovationen gehörte eine Methode, die 1970 von Wolfgang Seiler und dem Meteorologen Ulrich Schmidt vorgestellt wurde und die eine breitflächigere Messung von Spurengasen ermöglichte. Sie beruhte auf der Reduktion von Quecksilberoxid (HgO) durch Kohlenstoffmonoxid (CO) und molekularem Wasserstoff (H₂) und der Bestimmung des entstandenen Quecksilberdampfs durch Linienabsorption (Resonanzschicht 2537-A).²⁴⁹ Diese Methode bildete den Grundstein für spätere Arbeiten zur globalen Verteilung und zur Bestimmung zentraler Senken und Quellen von CO und H₂. Insbesondere durch ihre Eigenschaft als Senken für Hydroxyl-Radikale (OH-Radikale) spielen diese Spurengase eine wichtige passive Rolle für den Treibhauseffekt. Die sich Anfang der 1970er Jahre verfestigende Erkenntnis, dass OH-Radikale wesentlich an Prozessen des Abbaus und der Produktion von Spurengasen in der Troposphäre beteiligt sind, war ein wichtiger Impuls zur stärkeren Einbeziehung der klassischen Chemie in das, anfangs von Meteorologen dominierte, Tätigkeitsfeld der Atmosphärenforschung. Anders als in der Meteorologie bis dahin angenommen, wurde nur ein Minimum vorhandener OH-Radikale durch Ablagerung an Aerosolen zerstört.

244 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 168f.

245 Die Atmosphärenchemie ist freilich insgesamt von einer permanenten (Weiter-)Entwicklung ihrer Instrumente und Methoden abhängig, dies galt allerdings in besonderem Maße für die Anfangsjahre, in denen auch der SFB 73 seine Arbeit aufnahm. Insbesondere massenspektrometrische und mikroskopische Ansätze mussten für die Bedürfnisse der Aerosol- und Spurengasanalyse angepasst werden. (Interview Gregor Lax mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015).

246 Vgl. DFG-Antrag für die Jahre 1970-1972, vom 01. 10. 1969, Blatt 6. In: BArch, B227/10803.

247 Beispiele hierfür sind in der Anfangsphase des SFB ein Hochspannungsgerät vom Typ HN 10.000-05 für 14.319 DM (Auflistung benötigter Geräte in: BArch, B227/010802, SFB73) und eine Lichtquelle für die 30.000 DM veranschlagt wurden (25. 10. 1972, Georgii an Woll. In: BArch, B227/011037, SFB 73).

248 Vgl. Kienitz an Kirste, 22. 06. 1972. In: BArch, B227/011037 (SFB 73).

249 Ulrich Schmidt und Wolfgang Seiler: „A new Method for Recording Molecular Hydrogen in Atmospheric Air.“ *Journal of Geophysical Research* 9/75 (1970), 1713–1716.

Vielmehr bildeten sie eine zentrale Senke für wichtige Treibhausgase, insbesondere für CH₄, waren aber beispielsweise auch eine Quelle für Formaldehyd (CH₂O).²⁵⁰

Im Fokus der Arbeiten am MPIC und im SFB stand von Anfang an die Bedeutung der Ozeane als Speicher und Produzenten von Aerosolen und Spurengasen. So wurden im Rahmen von Reisen mit dem Forschungsschiff ‚Meteor‘²⁵¹ Messungen von N₂O über und im nordatlantischen Ozean vorgenommen²⁵² und 1972 zeigten Junge, Seiler und andere die Bedeutung mariner Mikroorganismen als Quelle von CO und H₂ auf.²⁵³ In der zweiten Hälfte der 1970er Jahre wurde dann vor allem auch der Einfluss der Landbiosphäre auf die Bildung und Absorption von atmosphärischem CO zu einem weiteren Aufgabenschwerpunkt der Spurengasforschung.²⁵⁴ 1977 veranstaltete der SFB 73 schließlich ein Symposium, das umfassend die Rolle der Biosphäre als Quelle und Senke von Spurengasen in den Mittelpunkt stellte. Als Titel war „The influence of the Biosphäre upon the Atmosphäre [sic!]“²⁵⁵ angegeben und unter den Vortragenden befand sich u. a. Paul Crutzen, der später Junges Nachfolger am MPIC wurde und 1995 gemeinsam mit Mario Molina (geb. 1943) und Frank Sherwood Rowland (1927–2012) den ersten Nobelpreis für Chemie erhielt, der dezidiert atmosphärenchemischen Arbeiten gewidmet war.²⁵⁶

Eine Thematik, die von Beginn an eine wichtige Rolle für die Atmosphärenforschung in Westdeutschland spielte und die über die 1970er Jahre hinweg eine zunehmende Relevanz entfaltete, bestand in der Frage nach einer möglichen anthropogenen Komponente, die zur Beeinträchtigung von Stoffkreisläufen führte. Im Rahmen des Schwerpunktbereichs zur Erforschung atmosphärischer Spurenstoffe wurde bereits 1967 in Frankfurt bei Hans-Walter Georgii ein Projekt zur „Untersuchung anthropogener Ozonide“ ins Auge gefasst und so ist es nur wenig überraschend, dass auch der später folgende SFB 73 dieses – von gutachterlicher Seite her ausdrücklich begrüßte – Interesse an Themenkomplexen des anthropogenen Einflusses, von Anfang an

250 Warneck, „Zur Geschichte der Luftchemie“, 2003, 7ff.

251 Es handelte sich dabei um das zweite deutsche Forschungsschiff mit diesem Namen, das 1964 getauft wurde. Der Name sollte an die erste ‚Meteor‘ erinnern, die 1925 in Betrieb genommen und bis 1938 mit Forschungsreisen betraut war. (Vgl. Deutsches Hydrografisches Institut Hamburg (Hg.): *Forschungsschiff Meteor 1964–1985*. Hamburg: Deutsches Hydrografisches Institut 1985, 17). Sie war bis 1985 in aktivem Dienst und wurde 1986 durch die dritte ‚Meteor‘ ersetzt, die gegenwärtig noch in Betrieb ist.

252 Christian Junge und Jürgen Hahn: „N₂O Measurements in North Atlantic.“ *Journal of Geophysical Research* 33/76 (1971), 8143–8146.

253 Christian Junge et al.: „Kohlenmonoxid- und Wasserstoffproduktion mariner Mikroorganismen im Nährmedium mit synthetischem Seewasser.“ *Die Naturwissenschaften* 11/59 (1972), 514f.

254 Wolfgang Seiler und Helmut Giehl: „Influence of Plants on Atmospheric Carbon-Monoxide.“ *Geophysical Research Letters* 7/4 (1977), 329–332. – Christian Junge: „Stable Isotope Fractionation in Geochemical and Environmental Cycles.“ In: Werner Stumm (Hg.): *Global Chemical Cycles and their Alterations by Man*. Berlin: Abakon 1977, 33–44. – Wolfgang Seiler: „The Influence of the Biosphere on the Atmospheric Carbon Monoxide and Hydrogen Cycles.“ In: Wolfgang Krumbein (Hg.): *Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers 1978, 773–810.

255 Seiler an Gutacher des SFB und Wilken zur Kenntnisnahme, vom 09.03.1977. In: BArch, B227/012081.

256 Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 317f.

im Rahmen der Forschungsziele widerspiegelte.²⁵⁷ So wurde z. B. seit 1970 an der „Untersuchung anthropogener und extraterrestrischer Aerosole“ gearbeitet.²⁵⁸ Auch Junge hatte bereits Anfang der 1960er Jahre entsprechende Überlegungen angestellt²⁵⁹ und leistete später eine Reihe hieran anknüpfender Beiträge zu Stoffkreisläufen.²⁶⁰ Mit solchen Themengebieten wurde unmittelbar an die Debatten in der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft um die mögliche Bedeutung menschlichen Einflusses auf das Klima angeschlossen, die zur gleichen Zeit an Fahrt aufnahmen.²⁶¹ In der BRD war es Mitte der 1970er Jahre abermals Junge, der den Stand und die Bedeutung dieses Themenkomplexes ebenso verständlich wie auch öffentlichkeitswirksam zusammenfasste. Einen ersten, vielbeachteten Vortrag hielt er in diesem Zusammenhang am 18.06.1975 auf der Hauptversammlung der MPG über „die Entstehung der Erdatmosphäre und ihre Beeinflussung durch den Menschen“. Das Vortragsskript wurde dann im Jahrbuch der MPG veröffentlicht. Dort, 25 Jahre vor der beginnenden Popularisierung des Anthropozän-Konzepts,²⁶² das den Menschen als den zentralen Klimafaktor begreift, legte er nach einer umfassenden Erläuterung zur Entstehungsgeschichte spezifischer Spurengaskreisläufe, insbesondere von CO₂, dar, dass letztlich

„kaum ein Zweifel [daran besteht,] daß die Menschheit in etwa zwei Generationen bezüglich des CO₂ einem sehr ernststen Problem gegenüberstehen wird. Wegen der relativ langen Zeiten, die dabei im Spiele sind – in der Wirtschaft, wie im System Atmosphäre-Ozean –, sollten ernsthafte Überlegungen früh genug beginnen.“²⁶³

Einen weiteren Vortrag hielt er im Folgejahr vor der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) mit dem Titel „die globale Beeinflussung der Zusammensetzung der Atmosphäre durch den Menschen“.²⁶⁴

257 Vgl. Vermerk de Haar, vom 14.01.1970. In: BArch, B227/010802.

258 DFG-Antrag für den SFB 73, aufgestellt von Christian Junge am 01.10.1969 für die Jahre 1970-1972. In: BArch, B227/10803.

259 Vgl. Junge, *Air Chemistry and Radioactivity*, 1963, 25.

260 Christian Junge: „Cycle of atmospheric Gases, Natural and Man Made.“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 418/98 (1972), 711–729. – H.J. Simpson: „Man and the Global Nitrogen Cycle Group Report.“ In: Werner Stumm (Hg.): *Global Chemical Cycles and their Alterations by Man*. Berlin: Abakon 1977, 253–274.

261 S. Fred Singer: „Will the World come to a Horrible End?“ *Science* 3954/170 (1970), 125. – S.I. Rasool und S.H. Schneider: „Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols. Effects of Large Increases on Global Climate.“ *Science* 173 (1971), 138–141. – J.S. Sawyer: „Man-made Carbon Dioxide and the ‘Greenhouse’ Effect.“ *Nature* 239 (1972), 23–26. – Helmut Landsberg und L. Machta: „Anthropogenic Pollution of the Atmosphere: Whereto?“ *Ambio* 3/43 (1974), 146–150.

262 Vgl. Helmuth Trischler: „The Anthropocene.“ *NTM* 24/3 (2016), 309–335.

263 Christian Junge: „Die Entstehung der Erdatmosphäre und ihre Beeinflussung durch den Menschen.“ In: Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (Hg.): *Max-Planck-Gesellschaft Jahrbuch 1975*, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1975, 36–48, hier 45.

264 Vgl. Junge an Vogt, vom 14.10.1975, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.

1976 schließlich wurde der Frage nach „einer möglichen Beeinflussung der Spurengaskreisläufe durch den Menschen“ auch im Rahmen des offiziellen Forschungsprogramms des SFB 73 „große Bedeutung“ beigemessen.²⁶⁵ Spätestens jetzt konnte das größte deutsche Projekt zur Erforschung atmosphärenchemischer Prozesse auch in den Augen der Wissenschaft selbst nicht mehr allein als Grundlagenforschungsgebiet im Sinne einer ‚reinen‘ Wissenschaft betrachtet werden,²⁶⁶ allerdings wurde der Status des Programms als ‚freie Forschung‘²⁶⁷ im Sinne einer eigenständigen Wahl der Forschungsthemen und Mittelverteilung freilich aufrecht erhalten. Während zumindest die vom Bund betriebene Umweltpolitik in der BRD sich zunehmend defensiv gegenüber einer Industrie verhielt, die den Umweltschutz als Innovationsbremse deklarierte,²⁶⁸ konnte der großzügig finanzierte SFB, ohne Differenzen mit etwaigen Drittmittelgebern befürchten zu müssen, den Einfluss anthropogener Quellen weiterhin in den Mittelpunkt rücken. Mitte des Jahrzehnts wurden die Zielsetzungen und auch die Rhetorik im Rahmen des Fortsetzungsantrags des SFB 73 für die Jahre 1977-1979 angepasst, in dem man darauf hinwies:

„Das Ziel der luftchemischen Forschung heute ist es, die Existenz und das Verhalten der verschiedenen Bestandteile der Atmosphäre in einer quantitativen Weise zu erklären. Dazu gehört auch die Beantwortung der Frage, wie sich die Erdatmosphäre seit ihrem Bestehen entwickelt hat. Diese Zielrichtung der luftchemischen Forschung betrifft im Wesentlichen die reine Atmosphäre und erweist sich somit als Grundlagenforschung. Jedoch ist es schon heute nicht mehr möglich, den Anteil, der von der anthropogenen Luftverschmutzung herrührt, selbst in Reinluftgebieten unberücksichtigt zu lassen. Wir sehen es als Fernziel an, eine modellmäßige Beschreibung des Verhaltens der Spurenstoffe in der Atmosphäre zu entwickeln, aus der auch der globale Einfluss der Luftverschmutzung berechnet werden kann.“²⁶⁹

Interessant ist hier die klare Definition der Atmosphärenforschung zunächst als Grundlagenforschung und schließlich die Einschränkung dieses Grundlagencharakters durch die Betrachtung menschlicher Einflussfaktoren. Mit fast schon entschuldigendem Tonfall wurde darauf hingewiesen, dass die ‚anthropogene Luftverschmutzung‘ nicht mehr unberücksichtigt gelassen werden konnte. Dies steht exemplarisch für einen Paradigmenwechsel, der von einem Wandel des noch Anfang des Jahrzehnts verwendeten Duktus einer ‚möglichen Beeinflussung‘ durch den Menschen hin zu einem Fakt steht, der sich nicht mehr verneinen ließ.

265 DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*. Bd. 2, Bad Godesberg 1976, 754.

266 Der Terminus der Grundlagenforschung wurde bereits nach 1945 mit zahlreichen Attributen versehen. Eine bis Ende der 1960er Jahre dominierende Sichtweise im wissenschaftspolitischen Interdiskurs zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik war maßgeblich von einem traditionalistischen Wissenschaftsbild geprägt, das eine ‚reine‘, d. h. von politischen und wirtschaftlichen Einflüssen unabhängige, Forschung propagierte (Lax, *Das ‚lineare Modell der Innovation‘*, 2015, 221–264).

267 Siehe zu den sich in den 1950er und 1960er Jahren herauskristallisierenden Konnotationen von Forschungsfreiheit in der BRD ebenfalls Lax, *Das ‚lineare Modell der Innovation‘*, 2015, 221ff.

268 Müller, „Innenwelt der Umweltpolitik“, 2009, 75f.

269 Fortsetzungsantrag für den SFB 73 für die Jahre 1977–1979. In: BArch, B227/012082.

Es kann kaum überraschen, dass in der BRD – wenn auch mit einiger Verspätung z. B. gegenüber den USA – über die 1970er Jahre hinweg eine zunehmende Nachfrage nach atmosphärenwissenschaftlicher Expertise entstand und zwar insbesondere seitens politischer Instanzen. So etwa vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, das Junge nach einer Einschätzung zur potentiellen Gefährdung der Atmosphäre durch Stickstoffdüngung fragte.²⁷⁰ Auf internationaler Ebene bat beispielsweise auch die Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) um Stellungnahme zu dort vorgeschlagenen zukünftigen Forschungsfeldern.²⁷¹ Georgii fungierte u. a. – mit beidseitigem Einverständnis von Atomkraftgegnern und -befürwortern – als Gutachter bei der Einschätzung möglicher Umweltfolgen durch den Bau eines Atomkraftwerks in Wyhl bzw. dessen Kühltürme.²⁷² Die Anti-Atomkraftbewegungen in Wyhl und Umgebung gehörten Anfang der 1970er Jahre zu den ersten wirksamen Massenprotesten der Umweltbewegung in der BRD, wenn hier auch nicht ihr unmittelbarer Ursprung liegt, wie oft fälschlicherweise dargestellt wurde – sie hatte damals bereits mehrere Vorläufer.²⁷³

Ein wichtiger Grundstein für die Daseinsberechtigung der Atmosphärenforschung war längst nicht mehr allein aus (grundlagen-)wissenschaftlicher, sondern auch aus politischer und ökonomischer Perspektive gelegt, die in den folgenden Jahrzehnten zu einer erheblichen Konjunktur atmosphärenwissenschaftlicher Forschung führen sollte. Zu den bekanntesten Thesen, die Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit gleichermaßen beschäftigen sollten, gehörten später der ‚Nukleare Winter‘, eine Computersimulation für deren Entwicklung der spätere Nobelpreisträger Paul Crutzen 1985 von dem US-Magazin ‚Discover‘ zum Wissenschaftler des Jahres 1984 gewählt wurde, die Rolle von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) für den Abbau atmosphärischen Ozons,²⁷⁴ das gegenwärtig viel diskutierte Konzept des Anthropozäns²⁷⁵ sowie der seit 2006 verstärkt in die Debatte eingebrachte Geo-Engineering-Ansatz,²⁷⁶ um nur einige zu nennen. Der dritte Teil der vorliegenden Abhandlung wird sich mit diesen und anderen Thematiken eingehender befassen.

270 Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten an Junge, vom 29.07.1976, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.

271 Payrissat an Junge, vom 14.03.1977, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.

272 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015.

273 Siehe hierzu: Jens Ivo Engels: „Geschichte und Heimat. Der Widerstand gegen das Kernkraftwerk Wyhl.“ In: Kerstin Kretschmer (Hg.): *Wahrnehmung, Bewusstsein, Identifikation. Umweltprobleme und Umweltschutz als Triebfedern regionaler Entwicklung*. Freiberg: Technische Universität Bergakademie 2003, 103–130.

274 Bösch, *Risikogenese*, 2000. – Grundmann, *Transnational Environmental Policy*, 2001. — zuletzt: Julia Brüggemann: „Die Ozonschicht als Verhandlungsmasse. Die deutsche Chemieindustrie in der Diskussion um das FCKW-Verbot 1974 bis 1991.“ *Zeitschrift für Unternehmensgeschichte* 2/60 (2015), 168–193.

275 Paul J. Crutzen und Eugene F. Stoermer: „The ‚Anthropocene‘.“ *Global Change Newsletter* 41 (2000), 17f. – Paul J. Crutzen: „Geology of Mankind.“ *Nature* 1/ 415 (2002), 23.

276 Paul J. Crutzen: „Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections. A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?“ *Climatic Change* 77 (2006), 211–219.

Zusammenfassend bleibt über Junges Abteilung am MPIC und deren treibende Kraft im Kontext des SFB 73 festzustellen, dass hier zentrale Weichenstellungen für die künftige atmosphärenwissenschaftliche Forschung in der BRD insgesamt vorgenommen wurden. Der SFB war das erste von der DFG geförderte Großprojekt, das sich überhaupt der Erforschung der chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre widmete. Interessanterweise blieb das Programm des SFB vorrangig grundlagenorientiert und richtete sich beispielsweise nicht unmittelbar an drängenden umweltpolitischen Fragestellungen aus, wenngleich die einzelnen Akteure jeweils durchaus in entsprechende Themenkontexte, wie dem Sauren Regen, eingebunden waren. Untypisch für ein DFG-Projekt wurde das Forschungsprogramm von Beginn an stark von der Abteilung eines Max-Planck-Instituts geprägt. Die Basis hierfür wurde bereits Mitte der 1960er Jahre durch die Zusammenarbeit zwischen Junge, seinem ehemaligen Schüler Georgii und Kurt Bullrich gelegt. Unter Junges Federführung wurde dann erstmals in der BRD die Atmosphärenchemie sowohl namentlich als auch institutionell etabliert, die als MPI-Abteilung von Beginn an relativ gut ausgestattet war. Berücksichtigt man, dass Junges Nachfolger am MPI Paul Crutzen es noch Ende der 1970er Jahre in internationalen Kontexten für notwendig hielt eine größere Anerkennung für die Chemie der Atmosphäre als eigenständigem Bereich der Atmosphärenforschung einzufordern,²⁷⁷ kann Junge sicherlich insgesamt als Pionier seines Feldes nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland bezeichnet werden.

Die in Junges Abteilung durchgeführten Forschungen nahmen großen Einfluss auf die Programmatik des SFB und beförderten entscheidend die Verankerung des bis heute aktuellen Schlüsselkonzepts wechselseitiger Prozesse und Einflüsse zwischen Atmo-, Bio- und Geosphäre, dass eine Säule der sich gegenwärtig breitflächig etablierenden Erdsystemforschung bildet. Die im SFB behandelten Themen stießen in den 1970er Jahren auch in anderen Einrichtungen auf zunehmendes Interesse, beispielsweise am MPI für Aeronomie in Lindau (heute MPI für Sonnensystemforschung in Göttingen), an dem Mitte des Jahrzehnts, ähnlich wie in der SFB-Gruppe von Peter Warneck, mit Hilfe von Ballonflügen Verteilungen von Spurengasen in der Stratosphäre gemessen wurden.²⁷⁸

Die Vernetzung zwischen Einrichtungen sowohl auf nationaler wie auch internationaler Ebene wurde im Kontext des SFB – nicht zuletzt auf Druck der frühen Gutachten – ebenso vorangetrieben, wie die Schaffung eines zuvor in vergleichbarer Weise nicht vorhandenen Umfeldes für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Georgii kommentiert in diesem Zusammenhang, dass die im SFB bereitgestellten Mittel, vor allem in Verbindung mit den attraktiven Gegebenheiten am MPIC, das Feld zunehmend für eine größer werdende Gruppe von Nachwuchswissenschaftlern interessanter machte.²⁷⁹ Nachwuchs allerdings, der sich bei weitem nicht mehr vornehm-

277 Sitzungsprotokoll des Committee on Atmospheric Research Sciences (CAS), vom 05.02.1979, Bl. 9, AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 9.

278 Vgl. Max-Planck-Institut für Aeronomie (Hg.): *Jahresbericht des MPI für Aeronomie*. Lindau: 1976, hier: Abschnitt I.1.

279 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27.04.2015. Georgii beschreibt insbesondere das MPIC als regelrechte Pilgerstätte für damalige Nachwuchswissenschaftler. In der Tat waren dort zwischenzeitlich etliche Nachwuchswissenschaftler u. a. von den Universitäten Frankfurt, Mainz und Darmstadt beschäftigt.

lich auf Wettervorhersagen konzentrierte, sondern auf die Zusammensetzung der Atmosphäre und ihrer Wirkungen auf und mit anderen Erdsphären. Wie wir ferner gesehen haben, gingen aus den Reihen der im SFB beteiligten Akteure mehrere Wissenschaftler hervor, die sich mit entsprechenden Fragestellungen befassten und in den folgenden Jahrzehnten wichtige Akteure in der bundesrepublikanischen Wissenschaft wurden.

3 Atmosphärenchemie und Erdsystemforschung unter Paul J. Crutzen und Meinrat O. Andreae, 1980–2000

Anfang der 1980er Jahre begannen erdsystemische Ansätze eine zunehmende Rolle in der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft zu spielen. Mit der Initiierung des ‚Global Change Programs‘ 1983 und der daran geknüpften internationalen Großprojekte, wie etwa dem vom International Council of Scientific Unions (ICSU) getragenen ‚World Climate Research Program‘ (WCRP), dem hieran geknüpften ‚International Geosphere-Biosphere Program‘ (IGBP) oder dem Projekt zur Biodiversitätsforschung ‚Diversitas‘, wurde der Begriff ‚Earth-system‘ populär. Die Geschichte des MPI für Chemie ist mit diesen Entwicklungen auf das Engste verbunden, was sowohl in den bearbeiteten Themenfeldern als auch den unmittelbaren Institutsstrukturen sowie der Partizipation an internationalen Großprojekten seinen Niederschlag fand bzw. findet. Die Ansiedlung der Atmosphärenchemie unter der Leitung Christian Junges war in diesem Zusammenhang der erste Schritt gewesen, dem weitere folgten. Eines der Hauptziele des abschließenden Teils dieser Abhandlung besteht darin, die Entwicklung des MPI hin zu einem Institut mit der Hauptausrichtung auf die Chemie des Erdsystems verständlich zu machen. Dabei wird zunächst auf die seit Ende der 1970er Jahre eintretenden strukturellen Veränderungen sowie auf einige ausgewählte Forschungsgebiete, die diesen in den 1980er Jahren forcierten Prozess sichtbar werden lassen, eingegangen.

In einem separaten Abschnitt (3.4) wird anschließend eine zweite Entwicklung beleuchtet, die für das MPIC ebenso prägend wie bedeutsam war. In den 1980er Jahren erfuhr die Erforschung des Einflusses der Anthroposphäre auf globale Prozesse zwischen und in den Erdsphären eine große Konjunktur, die zwanzig Jahre später schließlich mit dem von Paul Crutzen und Eugene Stoermer (1934–2012) vorgeschlagenen Konzept des Anthropozäns einen Höhepunkt erreichte. Als Leitfaden für diese Betrachtungen bietet es sich an, sich in besonderem Maße an den Arbeiten Crutzens und seiner Abteilung zu orientieren, da die nachhaltige Schwerpunktlegung am MPIC auf die Beforschung anthropogener Einflüsse eng mit Crutzens Biographie und seinen wichtigsten Forschungsinteressen verbunden ist.

3.1 „Geochemie im weitesten Sinne“. Neugliederung des MPIC Ende der 1970er Jahre

Im Jahr 1978 erfolgten am MPIC erstmals seit dem Umbau Ende der 1960er Jahre wieder umfassende Veränderungen auf struktureller und personeller Ebene. Christian Junge teilte seinen Mitarbeitern im April 1978 mit, dass er seine Pensionierung verfrüht noch im selben Jahr antreten würde, „die Wissenschaft ist nun zu Ende“,²⁸⁰ „was vor allem private Gründe habe.“²⁸¹ Junge zog sich nach seiner Emeritierung tatsächlich weitgehend aus den Atmosphärenwissenschaften zurück, wenngleich er bis 1985 im SFB 73 offiziell assoziiert blieb. Zugleich gingen Heinrich Hintenberger und Hermann Wäffler in den Ruhestand und somit waren die Leitungsebenen der Abteilungen für Atmosphärenchemie, Massenspektroskopie und Kernphysik gleichermaßen betroffen. Allein die Kosmochemie sollte unverändert unter der Leitung Wänkes bestehen bleiben. Wie wir sehen werden, wurde die künftige Ausrichtung des Instituts, im Gegensatz zu den desaströsen Entwicklungen in den 1960er Jahren, diesmal frühzeitig festgelegt und auch die Berufungen verliefen nun weitaus erfolgreicher.

Die CPT-Sektion war 1976 der Ansicht, dass es am MPIC bis dahin „zwei voneinander vollkommen unabhängige Forschungseinrichtungen“ gegeben hätte, „und zwar einerseits Kernphysik, andererseits Chemie der Atmosphäre und Kosmochemie.“ Nun gelte es, „eine einheitliche Zielsetzung des Instituts [zu] gewährleisten.“²⁸² Mit einer Stellungnahme des Senats der MPG vom 19. 11. 1976 wurde festgelegt, dass die Einrichtung künftig Atmosphärenchemie und „Geochemie im weitesten Sinne“ betreiben sollte.²⁸³ Damit war endgültig entschieden, dass die Abteilung für Kernphysik nicht fortgeführt, sondern nach Wäfflers Pensionierung geschlossen werden sollte.²⁸⁴ Die Feststellung der CPT-Sektion sagt einiges über die Wahrnehmung des MPIC von außen aus, in der atmosphären- und kosmochemische Arbeiten wie selbstverständlich als zusammenhängender Komplex betrachtet wurden, gleichwohl die reale Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen Junges und Wänkes eher einen sporadischen Charakter hatte. In den Quellen entsteht zudem der Eindruck, dass Atmosphären- und Kosmochemie sich zumindest teilweise nicht unvoreingenommen gegenüberstanden.²⁸⁵ Darüber hinaus gab es entgegen des Eindrucks der CPT-Sektion durchaus Kooperationen gerade zwischen der Kosmochemie und Hermann Wäfflers Abteilung. Dies äußerte sich auch in klaren Stellungnahmen Heinrich Wänkes auf sich stellende Fragen im Kontext der Ausgliederung der Kernphysik. Von der

²⁸⁰ Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015.

²⁸¹ Protokoll der Abteilungsbesprechung, vom 21. 04. 1978, in AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 8.

²⁸² Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion, vom 23. 06. 1976, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.

²⁸³ Protokoll der 85. Sitzung des MPG-Senats, vom 19. 11. 1976, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 85.SP.

²⁸⁴ Ein Aufsatz von Horst Kant, der sich detailliert mit der Ausgliederung der Kernphysik am MPIC beschäftigt, ist derzeit in Planung.

²⁸⁵ Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06. 01. 2012.– Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14. 08. 2015.

Abteilung für Kernphysik blieb eine Arbeitsgruppe um den Physiker Bernhard Ziegler übrig, deren mögliche vollständige Ausgliederung aus der MPG bei einzelnen Wissenschaftlichen Mitgliedern am MPIC auf entschiedenen Widerstand stieß. Gerade Wänke setzte sich in diesem Zusammenhang dafür ein, die von ihm hochgeschätzte Ziegler-Gruppe nicht aus den Händen der MPG zu geben und es im Zweifelsfalle bei einer Anbindung an das Heidelberger MPI für Kernphysik zu belassen.²⁸⁶ So kam es letztlich auch und Ziegler blieb bis 1994 am MPIC.

Heinrich Hintenbergers Abteilung für Isotopenkosmologie wurde ab März 1978 von Wänkes langjährigem Mitarbeiter Friedrich Begemann übernommen. Unter Begemann lagen die Schwerpunkte der Abteilung nun im Wesentlichen auf massenspektrometrischen Spurengasanalysen und der Isotopenhäufigkeit bei Meteoriten. Begemann hatte bei Friedrich Houtermans erst in Göttingen, dann in Bern studiert und promoviert. Anschließend war er 1954 an die Universität Chicago zu Willard Libby gegangen, der 1960 für seine Arbeiten zur Radiocarbonatierung den Nobelpreis für Chemie verliehen bekam.²⁸⁷ In Chicago lernte Begemann den Deuterium-Entdecker Harold Urey sowie Johannes Geiss kennen, der Ende der 1960er Jahre im Gespräch für die Nachfolge Mattauchs am MPIC war. In Chicago arbeitete Begemann u. a. an der Messung von Edelgasen in Meteoriten und war an Forschungen zur Verteilung von Tritium in der Atmosphäre und in Wasserkreisläufen beteiligt, das bei den seit 1952 angelaufenen und 1954 intensivierten US-Wasserstoffbombentests freigesetzt worden war.²⁸⁸ An diese Arbeiten, die im Prinzip bereits einen erdsystemischen Ansatz mit anthropogener Komponente verfolgten, knüpfte er jedoch später, während seiner Zeit in Mainz, nie wieder an. Wie bereits angedeutet, war Begemann von Friedrich Paneth für das MPIC angeworben worden, kam 1957 an das Institut und arbeitete seither eng mit Heinrich Wänke zusammen. Nach Paneths Tod waren die beiden die treibenden Kräfte, die nach erheblichen anfänglichen Schwierigkeiten den Aufbau der Kosmochemie am MPIC vorantrieben.

Als Leiter einer neu eingerichteten Abteilung für Geochemie wurde 1979 Albrecht W. Hofmann (geb. 1939) berufen, der an der Brown University in Providence (Rhode Island, USA) promoviert hatte. Heinrich Wänke hatte ihn unter Verweis auf die künftig geplante Ausrichtung des Instituts hin zur Geochemie im Juni 1978 der CPT-Sektion vorgeschlagen,²⁸⁹ die sich im Oktober desselben Jahres für eine Berufung aussprach.²⁹⁰ Hofmann war zwischenzeitlich Assistent an der Universität Heidelberg gewesen und hatte anschließend als Postdoc an der Carnegie Insti-

286 Vgl. Wänke an Lüst, vom 21. 12. 1976, AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 854.

287 Siehe hierzu die Nobelpreisrede von Libby: Willard F. Libby: „Radiocarbon dating.“ Nobel Lecture 12. 12. 1960: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1960/libby-lecture.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

288 Vgl. Friedrich Begemann und Willard F. Libby: „Continental water balance, ground-water inventory and storage times, surface ocean mixing rates, and world wide water circulation patterns from cosmic-ray and bomb tritium.“ *Geochimica et Cosmochimica Acta* 12 (1957), 227–296.

289 Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion, vom 14. 06. 1978, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.

290 Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion, vom 24. 10. 1978, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.

tution in Washington D.C. gearbeitet.²⁹¹ Sein Hauptinteresse galt der Erforschung der Erdmantelgeschichte durch die Analyse von Spurenelementen und Isotopen in Gesteinen, insbesondere des ozeanischen Bodens. Dies wiederum machte ihn in besonderem Maße anschlussfähig an die massenspektroskopischen Schwerpunkte der Abteilungen von Wänke und Begemann.

Als Nachfolger für Christian Junge als Leiter der Abteilung für Atmosphärenchemie wurde 1978 Paul Crutzen berufen,²⁹² der den Posten im Juli 1980 antrat. Crutzens akademischer Werdegang ist nicht unbedingt typisch für eine wissenschaftliche Karriere. Er hatte nach eigener Aussage zwar bereits nach dem Abitur Astronomie studieren wollen, um anschließend in die Wissenschaft zu gehen, allerdings reichte für eine direkte Aufnahme des Studiums an der Universität Amsterdam der Notendurchschnitt nicht und so hätte er eine mehrsemestrige Wartezeit in Kauf nehmen müssen. Stattdessen schrieb er sich dann für ein Tiefbauingenieurstudium an der ‚Middelbare Technischen School‘ in Amsterdam ein und arbeitete nach dem Abschluss 1954 vier Jahre für das Amsterdamer Brückenkonstruktionsbüro – mit einer zwischenzeitlichen Unterbrechung durch die Wehrpflicht. 1956 lernte er die Finnin Terttu Soinen kennen. 1958 heirateten sie und gingen nach Gävle in Schweden, wo Crutzen eine Stelle als Ingenieur annahm.²⁹³ Er war mit dieser Tätigkeit jedoch nicht besonders zufrieden und der Wunsch, in die Wissenschaft zu gehen, blieb. Eine entsprechende Möglichkeit ergab sich schließlich 1959, als das nahegelegene und bereits damals hochrenommierte Meteorologische Institut der Universität Stockholm die Stelle eines Programmierers ausschrieb; ein damals neuartiger Beruf, dessen Inhalte Crutzen zunächst weitgehend unbekannt waren.²⁹⁴ Er bewarb sich dennoch erfolgreich auf den Posten und kam nun in Kontakt mit dem Leiter des MISU, Bert Bolin, einem Pionier der modernen Atmosphärenforschung, der schon 1959 eine verstärkte Untersuchung inter-erdsphärischer Kreisläufe gefordert hatte. Crutzen begann neben seiner Anstellung Meteorologie, Statistik und Mathematik zu studieren und hatte im Rahmen seiner Programmierarbeiten gute Gelegenheit, mit Atmosphärenwissenschaftlern zusammen zu arbeiten.²⁹⁵ Als Programmierer am MISU war er frühzeitig an der Entwicklung computerbasierter Modelle, besonders zur Bestimmung der Ozonverteilung in der Atmosphäre, beteiligt. So arbeitete er in der ersten Hälfte der 1960er Jahre beispielsweise mit James R. Blankenship zusammen,²⁹⁶ einem Offizier von der U.S. Airforce, der damals für seine Dissertation am MISU war und später eine wichtige Rolle im Kontext des auf Wettersatelliten fokussierten US-Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) spielte.²⁹⁷

291 Vgl. Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 330.

292 Protokoll der 90. Senatssitzung der MPG, vom 15.06.1978, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 90.SP.

293 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011 in Mainz.

294 ebd.

295 ebd.

296 James R. Blankenship und Paul J. Crutzen: „A photochemical model for the space-time variations of the oxygen allotropes in the 20 to 100 km layer.“ *Tellus* 2/18 (1966), 160–175.

297 Vgl. R. Cargill Hall: *A History of the Military Polar orbiting Meteorological Satellite Program*. Chantilly: National Reconnaissance Office 2001, 18f.

Nach seiner Promotion 1968 war Crutzen bis 1971 mit einem Stipendium an die Universität Oxford gegangen, kehrte dann ans MISU zurück, um 1974 schließlich im Zuge des ‚Upper Atmospheric Program‘ an das NCAR nach Boulder zu wechseln.²⁹⁸ Zu dieser Zeit kam er auch in näheren Kontakt mit Christian Junge und dessen Mitarbeitern in Mainz, da seine Arbeiten zur Rolle der Stickoxide beim Ozonabbau in der Atmosphäre unmittelbar die Forschungsinteressen der Mainzer Arbeitsgruppen, insbesondere der von Wolfgang Seiler und Junge betriebenen Spurengasforschung, berührten. 1975 hatte Crutzen einen Artikel über mögliche Auswirkungen von Carbonylsulfid (COS) auf die Atmosphäre im Zusammenspiel mit der von Junge entdeckten Schwefelaerosolschicht (Junge-Schicht) verfasst²⁹⁹ und arbeitete ferner zur Bedeutung von Lachgas (Distickstoffmonoxid, N₂O) für den Ozonabbau. Crutzen kam 1975 selbst nach Mainz, um sich mit den dortigen Wissenschaftlern auszutauschen. Insbesondere Jürgen Hahn und Wolfgang Seiler arbeiteten dort damals zu N₂O-Kreisläufen. Hahn hatte entsprechende Messungen über dem nordöstlichen Atlantik vorgenommen und Seiler hatte sich im Kontext des SFB 73 mit Stoffkreisläufen von Spurengasen beschäftigt, zu denen neben Kohlenstoffmonoxyd (CO), Wasserstoff (H₂) und Methan (CH₄) auch N₂O gehörte.³⁰⁰ Crutzen hatte sich im Dezember 1975 postalisch an Junge gewandt und ihm den Entwurf eines Aufsatzes über N₂O geschickt, mit der Bitte um eine kritische Stellungnahme.³⁰¹ Der Artikel erschien im Jahr darauf in den



‚Geophysical Research Letters‘.³⁰² Von den anthropogen emittierten Spurengasen wird N₂O heute als das möglicherweise bedeutsamste hinsichtlich des Abbaus atmosphärischen Ozons gesehen.³⁰³

Abb. 7: Paul J. Crutzen

298 Vgl. Kant, „Die Wissenschaftlichen Mitglieder“, 2012, 317.

299 Paul J. Crutzen: „The possible importance of CSO for the sulfate layer of the stratosphere.“ *Geophysical Research Letters* 3/2 (1976), 73–76.

300 Vgl. Jürgen Hahn: „N₂O Measurements in the Northeast Atlantic Ocean.“ *Meteor Reihe A* (1975), 1–14. – Wolfgang Seiler: „Der Kreislauf von CO, H₂, N₂O und CH₄.“ *Promet* 2/5 (1975), 12–15.

301 Crutzen an Junge, vom 11. 12. 1975, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.

302 Crutzen, „The possible importance“, 1976. – Der Artikel erschien 1976, war jedoch bereits 1975 verfasst worden. Siehe hierzu: Crutzen an Junge, vom 11. 12. 1975; Junge an Crutzen 31. 10. 1975, beide in: AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.

303 Vgl. A.R. Ravishankara, J.S. Daniel und R.W. Portmann: „Nitrous Oxide (N₂O): The dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st Century.“ *Science* 5949/326 (2009), 123–125.

Als in der frühen zweiten Hälfte der 1970er Jahre die Notwendigkeit von Neuberufungen an das MPIC absehbar wurden, kamen Vorschläge für neue Kandidaten direkt aus dem MPIC. Der damals amtierende Leiter der Kosmochemie Heinrich Wänke setzte sich zunächst für seinen Wunschkandidaten als Nachfolger Junges ein und zwar für den Ozeanographen und Enkel von Svante Arrhenius (1859–1927), Gustaf O. Arrhenius (geb. 1922),³⁰⁴ der bereits zuvor in der CPT-Sektion ins Spiel gebracht worden war.³⁰⁵ Allerdings schätzte Wänke selbst von Anfang an die Chancen dieser Berufung als gering ein, da Arrhenius fest in San Diego verankert und dort mit besten Arbeitsbedingungen ausgestattet war.³⁰⁶ Wänke setzte sich dann auch verstärkt für seinen Institutskollegen Friedrich Begemann als potentiellen Abteilungsdirektor ein – wie bereits vorweggenommen mit Erfolg.

Für die Fortführung der Atmosphärenchemie schlug Christian Junge der CPT-Sektion seinerseits Paul Crutzen vor, da dieser nach seiner Einschätzung „von den nicht sehr zahlreichen Kandidaten für diese Position der weitaus geeignetste“ sei.³⁰⁷ Crutzen wurde bereits 1976 als Kandidat für einen Direktorenposten am MPIC in die engere Auswahl einbezogen, zunächst als Leiter der neu einzurichtenden Abteilung für Geochemie. Die Berufungskommission hielt diese Idee jedoch zunächst vor dem Fachbeirat der MPG zurück, da ein „Beiratsmitglied [...] der Vorgesetzte von Herrn Crutzen ist und mit dieser Frage [der Berufung] noch in keiner Weise beschäftigt wurde.“³⁰⁸ Wie wir bereits gesehen haben, übernahm später Albrecht Hofmann die Leitung der Abteilung für Geochemie. Für die Atmosphärenchemie fasste die CPT-Sektion zunächst eine Doppelberufung ins Auge, mit der sowohl Paul J. Crutzen als auch Dieter Hans Ehhalt (geb. 1935) für das MPIC gewonnen werden sollten.³⁰⁹ Crutzen sollte für den „theoretischen Sektor zuständig sein und für den experimentellen Sektor Herr Ehhalt.“³¹⁰ Ehhalt hatte Mathematik und Physik an der Universität Heidelberg studiert, 1963 promoviert und war 1964 ans NCAR nach Boulder gegangen, bevor er 1974 schließlich zurück nach Deutschland, an die Kernforschungsanlage Jülich (KFA), kam.³¹¹ Den Ruf an das MPIC lehnte er jedoch letztlich ab und

304 Vgl. Laura Harkewicz: „Oral History of Gustaf Olof Svante Arrhenius.“ 11.04.2006: <http://libraries.ucsd.edu/speccoll/siooralhistories/Arrhenius.pdf>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

305 Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion, vom 23.06.1976, in AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.

306 Vgl. Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion vom 25.10.1977, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.

307 ebd.

308 Vermerk Marsch für den Präsidenten, zur ersten Sitzung des Fachbeirats (Bereich Geo- und Kosmochemie, MPIC und MPI für Kernphysik, am 28. und 29.10.1976, AMPG, II. Abt., Rep.66, Nr. 853 - 2

309 Vgl. Sitzungsprotokoll der CPT-Sektion, vom 14.06.1978, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6. – Vom Senat absegnet: Protokoll der 90. Senatssitzung, vom 15.06.1978, Bl.19f, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 90.SP.

310 Protokoll der Abteilungsbesprechung (Atmosphärenchemie), vom 21.04.1978, AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 8. – Siehe auch: Protokoll der 89. Senatssitzung der MPG, vom 17.03.1978, Bl. 31f, AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 89.SP.

311 Siehe Ehhalts CV im Rahmen des Internetauftritts der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste: <http://www.awk.nrw.de/akademie/klassen/naturmedizin/ordentliche-mitglieder/ehhalt-dieter-hans.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

blieb in Jülich, nicht ohne Bedauern einiger Mitglieder der Berufungskommission.³¹² So blieb Crutzen als einziger Kandidat der ersten Berufungsrunde für die Fortführung der Atmosphärenchemie übrig und konnte den gesamten Bereich letztlich allein übernehmen.

Die weitgehend positiven Verläufe der Berufungen an das MPIC seit Ende der 1970er Jahre legen deutlich nahe, dass die Einrichtung und wohl die MPG insgesamt inzwischen weitaus attraktiver für die internationale Wissenschaftsgemeinschaft geworden war, als noch in den späten 1960ern. Diesbezügliche Äußerungen von Crutzen und später auch von Andreae bestätigen dieses Bild. Crutzen meinte in diesem Zusammenhang, die Möglichkeiten, die ihm 1978 bei der MPG geboten worden seien, wären in den USA nicht gleichermaßen vorhanden gewesen.³¹³ Einige Jahre später hatte Andreae sich nach einer Rundtour in der deutschen Universitätslandschaft zunächst schon entschieden, nicht dorthin zurückzukehren. In den USA boten sich zwar für seinen Bereich deutlich bessere Möglichkeiten, als in der Bundesrepublik. Die MPG bildete auf Grund der Freiheiten und der beachtlichen Ausstattung der Abteilungsleitungen an den einzelnen Instituten jedoch die Ausnahme und ließ Andreae von einer 1986 bereits gegebenen Zusage für eine Professur an der University of Washington in Seattle zurücktreten, um nach Mainz zu gehen.³¹⁴

Mit Paul Crutzens Amtsantritt 1980 gingen teils wesentliche Schwerpunktveränderungen in der Abteilung für Atmosphärenchemie einher. Wenn dies auch nicht für die gesamte Abteilung unter Junge gegolten hatte, so war Junge selbst vor allem Empiriker gewesen, der seine Steuerrechnungen auf Grund seiner Abneigung gegenüber Computern per Rechenschieber zu erstellen pflegte.³¹⁵ Tatsächlich waren die Arbeiten, sowohl in seiner Abteilung als auch die des SFB 73, primär von empirischen Arbeitsmethoden geprägt gewesen; Messungen, Probennahmen und -analysen.³¹⁶ Mit Paul Crutzen, der bereits bei Bert Bolin in Stockholm als Programmierer in die Atmosphärenforschung eingestiegen war, wurde die Computermodellierung und -simulation am MPIC maßgeblich forciert. Darüber hinaus wurden Arbeiten zum anthropogenen Einfluss auf das Erdklima unter Crutzen sehr viel stärker betrieben und am Institut verankert, als dies noch unter Christian Junge der Fall gewesen war. Ferner entwickelte sich die Einrichtung in den 1980er Jahren grundsätzlich, sowohl bezüglich der dort betriebenen Themenkomplexe als auch institutionell, in seine heutige Richtung eines chemieorientierten Erdsysteminstituts. Im Folgenden wird zunächst die fortschreitende erdsystemische Ausrichtung näher beleuchtet, und zwar unter besonderer Berücksichtigung der 1987 eingerichteten Abteilung für Biogeochemie und der Themenkomplexe der Biomasseverbrennung und der CLAW-Hypothese.

312 Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015.

313 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011.

314 Gregor Lax: Interview mit Meinrat O. Andreae vom 02. 12. 2015 in Mainz.

315 Gregor Lax: Interview mit Heike Tilzer vom 14. 08. 2015.

316 Rückblickend bestätigt Georgii dies für die Herangehensweisen auch für den SFB 73 insgesamt (Vgl. Gregor Lax: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015).

Anschließend wird auf Crutzens Beschäftigung mit anthropogenen Einflüssen eingegangen, die sich wie ein roter Faden durch seine wissenschaftliche Biographie zieht; beginnend mit den frühen 1970er Jahren vor seiner Zeit am MPIC bis hin zu seinen Beiträgen jüngerer Datums, namentlich zum Anthropozän und zur Mitte der 2000er Jahre aufkeimenden Geo-Engineering Debatte.

3.2 Von der Atmosphärenchemie zur Chemie des Erdsystems

Es wird im Folgenden sichtbar werden, dass Crutzen einer der frühen Atmosphärenwissenschaftler war, die retrospektiv in mancherlei Hinsicht als ‚Erdsystemwissenschaftler‘ bezeichnet werden können. Darüber hinaus trug seine Initiative maßgeblich dazu bei, Meinrat O. Andreae für das Mainzer MPI zu gewinnen, unter dessen Leitung 1987 die Abteilung für Biogeochemie eingerichtet und die Erdsystemforschung endgültig am Institut verankert wurde.

Andreae hatte Mineralogie mit geochemischem Schwerpunkt studiert, zunächst in Karlsruhe, dann in Göttingen, wo er bei dem Geochemiker Karl Hans Wedepohl (geb. 1925) sein Diplom abschloss. Dieser vermittelte ihn 1974 für die Promotion zu Edward D. Goldberg (1921–2008) an die Scripps Institution of Oceanography der University of California in La Jolla bei San Diego. Andreae arbeitete dort bis zum Abschluss der Dissertation 1978 über die Verteilung von Arsen in der natürlichen Umwelt, beginnend mit der Methylierung von Arsen in Plankton, von wo es die gesamte Nahrungskette im Meer passiert.³¹⁷ Bei diesen Untersuchungen stieß er auch auf das von Phytoplankton produzierte Dimethylsulfid (DMS), dem eine große Bedeutung für die biogeochemische wie auch atmosphärenwissenschaftliche Forschung zukam bzw. zukommt.³¹⁸ Andreae setzt sich sowohl auf der Ebene der Forschung als auch der Wissenschaftspolitik bis in die Gegenwart hinein aktiv für erdsystemische Ansätze und die Etablierung von Strukturen auch in der MPG ein, die ein Umfeld für entsprechende Forschungen bieten sollen. So waren er und Paul Crutzen wesentlich an der Gründung des MPI für Biogeochemie in Jena 1996/97 beteiligt, ein Schritt, der den von Andreae 1987 erstmals in der BRD institutionell etablierten Bereich endgültig zu einem festen Bestandteil der bundesrepublikanischen Forschungslandschaft machte.³¹⁹ Die Gründungsgeschichte dieses Instituts wird an anderer Stelle im Zuge des GMPG-Teilprojekts zur Geschichte der Erdsystemwissenschaften in der MPG ausgiebiger behandelt werden. Der Terminus der Biogeochemie selbst begann, befeuert von den in den frühen 1970er Jahren zunehmenden Studien über Stoffkreisläufe zwischen der Bio-, Geo- und Atmosphäre, freilich bereits in der ersten Hälfte der 1980er Jahre populärer zu werden. Er taucht naheliegen-

³¹⁷ Vgl. Meinrat O. Andreae: „Distribution and spaciation of arsenic in the natural environment.“ *Deep-Sea Research* 25 (1978), 391–402.

³¹⁸ Vgl. ebd. 160f.

³¹⁹ Gregor Lax: Interview mit Meinrat O. Andreae vom 02. 12. 2015. – Ein Entwurf für ein solches Institut wurde 1994 von Crutzen Verfasst bei der CPT-Sektion eingereicht. Siehe Crutzen an Kommissionsmitglieder „Neuvorhaben: Atmosphärische Kreisläufe“, vom 06. 06. 1994, AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 498.

derweise vor allem in Zusammenhang mit Studien zu Stoffkreisläufen zwischen den Erdsphären, hauptsächlich Bio-, Geo- und Atmosphäre auf und wurde frühzeitig von renommierten Wissenschaftlern bemüht. So auch von Crutzen, etwa im Zuge eines gemeinsamen Aufsatzes u. a. mit Bert Bolin und Edward Goldberg von 1983³²⁰ und 1985 in einem Artikel in dem von Meinrat Andreae, Henning Rodhe (geb. 1941, MISU in Stockholm), Robert J. Charlson (geb. 1936, University of Seattle) und James N. Galloway (geb. 1944, University of Virginia) herausgegebenen Sammelband ‚The Biogeochemical Cycling of Sulfur and Nitrogen in the Remote Atmosphere‘.³²¹ In der BRD manifestierte sich der Bereich institutionell jedoch erstmals mit der Einrichtung von Andreaes Abteilung. Nach dem Jenaer Institut für Biogeochemie rief Andreae 2006, zusammen mit Johannes Lelieveld (Schüler und Nachfolger von Crutzen in der Abteilung für Atmosphärenchemie), Martin Claußen (geb. 1955) sowie Jochem Marotzke (geb. 1959) vom MPI für Meteorologie in Hamburg und Martin Heimann (geb. 1949, MPI für Biogeochemie in Jena) die ‚Partnerschaft Erdsystemwissenschaften‘ ins Leben.³²² Die Mitglieder der Partnerschaft partizipieren an internationalen Großprogrammen, unter anderem dem IGBP und der ‚Earth System Science Partnership‘ (ESSP) und sind an der Arbeit des IPCC beteiligt.



Abb. 8: Meinrat O. Andreae

Am MPIC selbst waren bereits unter der Leitung Christian Junges Studien durchgeführt worden, die sich längst nicht mehr allein mit Phänomenen in der Atmosphäre selbst, sondern mit gegenseitigen Wechselwirkungen und Stoffkreisläufen zwischen der Atmo-, Geo-, Bio- und auch der Anthroposphäre beschäftigt hatten. Über die 1980er Jahre hinweg ergaben sich dann Schwerpunktlegungen, mit denen sich das Institut seinem heutigen Profil mit großen Schritten annäherte. Wenngleich bereits an anderer Stelle eine ausführlichere Darstellung insbesondere biogeochemischer Forschungsfelder am MPIC vorgenommen wurde,³²³ sollen im Folgenden noch einmal spezifische Bereiche aufgegriffen werden, die das zunehmende Begreifen der Erde als zusammenhängendes System in besonderem Maße sichtbar werden lassen.

Der Austausch zwischen Bio- und Atmosphäre sowie die Bedeutung der heute so umfassend debattierten Anthroposphäre stand bei Crutzen von Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere an im Vordergrund. Zu den bearbeiteten Feldern gehörten die anthropogene Emittierung von

320 Paul J. Crutzen et al.: „Interactions of biogeochemical cycles.“ In: Bert Bolin (Hg.): *The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions*. Chichester: Wiley 1983, 1–40.

321 Paul J. Crutzen et al.: „The cycling of sulfur and nitrogen in the remote atmosphere.“ In: James N. Galloway (Hg.): *The Biogeochemical Cycling of Sulfur and Nitrogen in the Remote Atmosphere*. Dordrecht: Reidel 1985, 203–212.

322 Andreae et al., *Partnerschaft Erdsystemforschung*, 2006.

323 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012.

NO_x und den künstlich hergestellten FCKW, die schließlich zum Hauptfaktor bei der 1985 von Crutzen vorgeschlagenen und bis heute gültigen Erklärung des Ozonlochs avancierten. Diese Themen werden wir im Abschnitt zu den anthropogenen Einflüssen separat beleuchten. Ferner gehörte auch die Emittierung natürlicher Spurengase, u. a. von CO und H₂ durch die Oxidation von Kohlenwasserstoffen aus Pflanzen zu Crutzens Forschungsfeldern.³²⁴

Zu den weitreichendsten, Ende der 1970er Jahre aufkommenden Gebieten gehörte zweifellos die Erforschung des Einflusses von Biomasseverbrennung auf die Atmosphäre, ein Themenkomplex, der dann am MPIC sowohl in Crutzens als auch Meinrat O. Andreaes späterer Abteilung eine maßgebliche Rolle spielte. Die Geschichte der Biomasseverbrennung verbindet gleichermaßen anthropogene Aktivitäten (vermutlich seit ca. 40.000 Jahren), natürliche Phänomene, Veränderungen und Anpassungsprozesse in der Biosphäre, Biodiversität und Einflüsse auf das regionale wie globale Klima.³²⁵

Crutzen untersuchte, u. a. mit Junges ehemaligem Mitarbeiter Wolfgang Seiler, bereits 1979 und 1980 die Verbrennung von Biomasse als Quelle eines ganzen Ensembles von Kohlen- und Stickstoffverbindungen und legte erstmals Schätzungen der entsprechenden Emissionen vor,³²⁶ die später u. a. von Crutzen und Andreae weiter präzisiert wurden.³²⁷

Ebenfalls um 1980 entdeckte Andreae, der damals noch Assistant Professor an der Florida State University in Tallahassee war, im Rahmen einer Forschungsreise mit dem deutschen Forschungsschiff ‚Meteor‘, dass die Emissionen verbrennender Biomasse auf dem afrikanischen sowie dem lateinamerikanischen Kontinent bis weit hinaus in den äquatorialen Atlantik getrieben werden. Wohl bereits vorbereitet durch vorherige Diskussionen mit Paul Crutzen am NCAR in Boulder steigerte die Beobachtung auf der ‚Meteor‘ Andreaes Interesse für diesen damals relativ neuartigen Themenkomplex³²⁸ und ebnete auch den Weg für die spätere Zusammenarbeit zwischen der späteren Abteilung für Biogeochemie mit Crutzens atmosphärenchemischer Abteilung am MPIC.

324 Vgl. P. R. Zimmermann et al.: „Estimates on the production of CO and H₂ from the oxidation of hydrocarbon emissions from vegetation.“ *Geophysical Research Letters* 5 (1978), 679–682.

325 Siehe hierzu den Artikel in dem überblicks- und denkschriftenartigen Sammelband von Levine: Meinrat O. Andreae: „Biomass burning. Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate.“ In: Joel S. Levine (Hg.): *Global Biomass Burning. Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*. Cambridge, MA: MIT Press 1991, 3–21.

326 Paul J. Crutzen et al.: „Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H₂, N₂O, NO, CH₃CL and COS.“ *Nature* 282 (1979), 253–256. – Wolfgang Seiler und Paul J. Crutzen: „Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning.“ *Climatic Change* 2 (1980), 207–247.

327 Vgl. Paul J. Crutzen und Meinrat O. Andreae: „Biomass Burning in the Tropics. Impact on Atmospheric Chemistry and Biogeochemical Cycles.“ *Science* 4988/250 (1990), 1669–1678.

328 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 164.



Abb. 9: Forschungsschiff Meteor von 1964

Bereits 1984 hatten Crutzen und Andreae gemeinsam einen denkschriftartigen Aufsatz zur Rolle der Atmosphärenchemie erarbeitet, in dem Ideen für künftige Forschungen zusammengefasst wurden, von denen einige in das 1987 startende ‚International Geosphere-Biosphere Program‘ (IGBP) einfließen. Der Text erschien in dem vom ICSU unterstützten Sammelband ‚Global Change‘ im Jahr 1985, in dem auch die Entdeckung des Ozonlochs Eingang fand.³²⁹ Bezüglich der Arbeiten zur Biomassenverbrennung waren Andreae und Crutzen dann maßgeblich an Großprojekten unter dem Dach des ICSU getragenen, IGBP angeschlossenen ‚International Global Atmospheric Chemistry Programme‘ (IGAC) beteiligt. Die fünf zentralen Ziele des IGAC bestanden in der Erforschung globaler Verteilungen und Trends atmosphärisch relevanter Stoffe, von Austauschprozessen über der Biosphäre, von Transformationsprozessen in der Gasphase, der Schaffung einer stärkeren theoretischen Basis für Modellierungen und Vorhersageinstrumente sowie die Beforschung von Multiphasenprozessen.³³⁰ Der letzte Bereich wurde 2012 am MPIC in Form der Abteilung für Multiphasenchemie unter der Leitung von Ulrich Pöschl fest verankert. Bereits das Frontcover des ersten öffentlich zugänglichen Statusberichts des IGAC von 1989 sprach bezüglich der Bedeutung von Biomasseverbrennung als Objekt der damaligen Forschung Bände. Es zeigt eine von Crutzen und P. Zimmermann zur Verfügung gestellte Aufnahme von Emissionsmessungen bei einem Waldbrand in Brasilien von 1979.

329 Vgl. Paul J. Crutzen und Meinrat O. Andreae: „Atmospheric Chemistry.“ In: T. F. Malone und J. G. Roederer (Hg.): *Global Change*. Cambridge: Cambridge University Press 1985, 75–113.

330 Vgl. Ian E. Galbally (Hg.): *The International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Programme. A Core Project of the International Geosphere-Biosphere Programme*. Stockholm 1989, 45.



Abb. 10: Emissionsmessungen bei Waldbrand in Brasilien, 1979

Nach der Aufnahme dieses Fotos dauerte es jedoch noch fast zehn Jahre, bis eigens für die Untersuchung der Bedeutung der Biomasseverbrennung für globale atmosphärische Prozesse, Projekte in großem Stil anvisiert wurden. In der wissenschaftlichen Gemeinschaft wollte man offenbar lange nicht wahrhaben, wie groß der Einfluss entsprechender Phänomene tatsächlich war. Andreae beschreibt in diesem Zusammenhang ausführlich, wie die Effekte von Biomasseverbrennung über die 1980er Jahre hinweg überwiegend am Rande von Projekten mit anderen Schwerpunkten sukzessive immer deutlicher hervortraten.

Hierzu gehörten die bereits genannte Entdeckung Andreaes im äquatorialen Atlantik auf der Meteorfahrt von 1980 sowie weitere Erkenntnisse ab Mitte der 1980er Jahre. So im Falle des 1985 durchgeführten ‚Amazon Boundary Layer Experiments‘ (ABLE-2A), im Rahmen von Messkampagnen im Regenwald des Kongo in Zentralafrika im Jahr 1988 und schließlich die Gewinnung weiterer Indizien der Präsenz massiven Rauchs über dem Atlantik, im Zuge der von der NASA durchgeführten ‚Chemical Instrumentation Test and Evaluation‘-Expedition (CITE-3) von 1989.³³¹ Es scheint, dass erst die Verdichtung der im Rahmen dieser Aktionen fast zufällig zusammengetragenen Indizien schließlich Initiativen legitimierten, die explizit auf die Untersuchung der Effekte von Biomasseverbrennung hin ausgerichtet waren. Im Rahmen der ersten beiden dieser Projekte wurden zwei verschiedene Savanntentypen auf dem afrikanischen Kontinent untersucht. Im Zuge des 1991 in kleinerem Maßstab angelegten Projekts ‚Fire of Savanna/ Dynamique et Chimie Atmosphérique en Forêt Equatoriale‘ (FOS/DECAFE-91) wurden die Emissionen von CO, CO₂ und NO_x in der ‚feuchten‘ Savanne mit einem relativ hohen Biomasseanteil pro Hektar und ca. 80% Feuchtigkeitsanteil in Lamto (Guinea) an der Elfenbeinküste untersucht. Im darauf folgenden Jahr fanden entsprechende Messungen dann im Rahmen der ‚Southern African Fire-Atmosphere Research Initiative‘ (SAFARI-92) statt, in deren Kontext die ‚trockene‘ Savanne im Krüger Nationalpark in Südafrika untersucht wurde, die durch einen relativ geringen Biomasseanteil pro Hektar und einem Feuchtigkeitsanteil von etwa 10-20% charakterisiert ist.³³² Die Emissionen aus den gezielt verursachten Bränden wurden sowohl direkt am Boden als auch über weite Flugstrecken über dem afrikanischen Kontinent hinweg gemessen.³³³ Im Rahmen anderer Kampagnen wurden Mitte der 1990er Jahre weitere Messungen von Emissionen aus ‚atmender‘ wie auch ver-

331 Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 175ff.

332 Siehe hierzu J.P. Lacaux et al.: „NO_x emissions from African savanna fires.“ *Journal of Geophysical Research* D19/101 (1996), 23,585–23,595. – Zu den Autoren des Artikels gehörte u. a. Thomas Kuhlbusch, der damals in Crutzens Abteilung am MPIC war.

333 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 176.

brennender Biomasse über dem lateinamerikanischen Kontinent vorgenommen. Hierzu gehörte insbesondere das 1998 gestartete ‚Cooperative LBA Airborne Regional Experiment‘ (CLAIRE-98, Fortsetzung mit CLAIRE-2001), für das Andreae Namensgeber war und in dessen Rahmen erstmals nachgewiesen wurde, dass Emissionen aus Vegetationsfeuern unter Umständen bis weit in die Tropopause hinein aufsteigen können.³³⁴

Die Untersuchung der Biomasseverbrennung verknüpft gleichermaßen verschiedene Teilbereiche des Erdsystems und der anthropogenen Sphäre in einer Weise, wie kaum ein anderes Feld. Vor allem die Historizität der Begegnung des Menschen mit dem Feuer als natürlicher Bedrohung einerseits und als gezielt eingesetztes ‚Werkzeug‘ andererseits besteht seit mehreren Jahrtausenden und hat bis heute nichts von seiner Aktualität eingebüßt. Die kalifornischen Großbrände in jüngerer Zeit³³⁵ und das gewaltige Ausmaß der Brandrodungen in Indonesien sind nur zwei von etlichen möglichen Beispielen. Entsprechende Reaktionen in Politik und Wissenschaft lassen sich auf nationaler wie auch internationaler Ebene verstärkt seit Mitte der 1990er Jahre feststellen. Für die BRD ist in diesem Zusammenhang insbesondere das Global Fire Monitoring Center (GFMC) zu nennen, das 1998 als Außenstelle des MPIC, unter der Leitung Johannes Goldammers (geb. 1949) aus Andreaes Abteilung für Biogeochemie, an der Universität Freiburg ins Leben gerufen wurde. Das GFMC ist eng mit der im Rahmen der UN International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) ins Leben gerufenen ‚Wildland Fire Advisory Group‘ und dem ‚Global Wildland Fire Network (GWFN)‘ verbunden.³³⁶

3.3 Die CLAW-Hypothese und GAIA. Forschung auf der Basis einer ‚Erdsystemtheorie‘

1987, im Jahr seines Amtsantritts als Direktor der Abteilung für Biogeochemie am MPIC, publizierte Meinrat Andreae zusammen mit Robert Charlson, James Lovelock (geb. 1919) und Steve Warren (geb. 1945) den in der Zeitschrift ‚Nature‘ erschienenen Aufsatz ‚Oceanic phytoplankton, atmospheric sulphur, cloud albedo and climate‘. Der Artikel fand mit bislang über 2550 (verzeichneten) Zitationen³³⁷ einen großen Nachhall in der Forschung und die darin enthaltenen zentralen Aussagen wurden später als ‚CLAW-Hypothese‘ bekannt. Der Name ‚CLAW‘ leitete sich aus den Nachnamen der vier Autoren ab und der Ansatz wird nur verständlich vor dem

334 Vgl. Meinrat O. Andreae et al.: „Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region.“ *Geophysical Research Letters* 28 (2001), 951–954.

335 Zuletzt 2017, siehe im Medienecho etwa: „Die Feuer verändern sich im Minutentakt.“ *Zeit Online* 23. 10. 2017: <http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2017-10/kalifornien-waldbraende-san-francisco-tote-suche-vermisste>. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018. – Christiane Heil: „Mutter Natur entscheidet, wann wir löschen können.“ *FAZ Online* 06. 12. 2017: <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ungluecke/die-verheerenden-braende-in-kalifornien-breiten-sich-aus-15327788.html>. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

336 Siehe den Internetauftritt des GFMC: „The Global Fire Monitoring Center (GMFC).“ <http://www.fire.uni-freiburg.de/intro/About1.html>. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

337 Der Web of Science-Index zeigte am 09. 03. 2018 2557 Zitationen an.

Hintergrund der Gaia-Hypothese, die der Atmosphärenwissenschaftler James Lovelock erstmals Anfang der 1970er Jahre vorstellte³³⁸ und in den folgenden Jahren, besonders in Zusammenarbeit mit der Biologin Lynn Margulis (1938–2011), weiter ausbaute.³³⁹ Die ‚Gaia-Hypothese‘ ist der erste in der internationalen Wissenschaft umfassend diskutierte Ansatz, der klar auf einer erdsystemischen, integrativen Auffassung chemischer und physikalischer Prozesse beruhte und als heuristisches Gedankengebilde für ein breites Spektrum naturwissenschaftlicher Forschung dienen sollte. An ein kybernetisches Systemverständnis anlehnend, ging die nach der griechischen Erdgöttin benannte Hypothese von der grundlegenden Annahme aus, die Biosphäre könne sich als eine Art Superorganismus selbst regulieren und würde kontinuierlich die notwendigen klimatischen Voraussetzungen für das irdische Leben in einem Gleichgewicht halten.³⁴⁰



Abb. 11: Autoren der CLAW-Hypothese Robert Charlson, James Lovelock, Meinrat O. Andreae, Steve Warren (v. links)

Mit der Computersimulation ‚Daisyworld‘ legte Lovelock zusammen mit Andrew J. Watson (geb. 1952) von der ‚Marine Biological Association‘ in Plymouth nahe, dass ein fiktiver Planet, der einen unserer Sonne ähnlichen Stern mit linear ansteigender Wärmekurve umkreist, dann sein Klima über einen längeren Zeitraum hinweg relativ konstant halten könnte, wenn sich mindestens zwei Lebensformen auf ihm befanden, die unterschiedlich auf Sonnenlicht reagierten.³⁴¹ Lovelock und Watson bedienten sich für ihr Beispiel zweierlei Arten von Gänseblümchen. Schwarze, die Licht absorbierten und den Planeten aufwärmten und weiße, die, ähnlich

338 Zuerst hier: James Lovelock: „Gaia as seen through the atmosphere.” *Atmospheric Environment* 8/6 (1972), 579f.

339 Siehe hierzu das Vorwort in: James Lovelock: *Gaia. A new Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press 1979, 2f.

340 Siehe zur Entlehnung des Systembegriffs aus der Kybernetik: Lovelock, *Gaia*, 1979, Kap. 4.

341 Vgl. Andrew J. Watson und James Lovelock: „Biological homeostasis of the global environment. The parable of Daisyworld.” *Tellus* 35B (1983), 284–289.

der Erdalbedo, Licht zurückstrahlten und dadurch zu einer Abkühlung beitrugen. Umso stärker die Sonneneinstrahlung den Planeten erwärmte, desto mehr weiße und weniger schwarze Gänseblümchen wuchsen der Simulation nach auf der Oberfläche und hielten die planetare Temperatur solange konstant, bis der gesamte Planet von weißen Gänseblümchen bevölkert war und der weiter ansteigenden solaren Wärmekurve schließlich nichts mehr entgegen zu setzen hatte.³⁴²

„Gaia“ wurde besonders in den 1980er Jahren umfassend diskutiert, bis in die Gegenwart hinein teils weiterverfolgt, teils kritisiert und außerhalb der Wissenschaft auch mystifiziert und personifiziert. Als aktuelleres Beispiel für Letzteres kann die Gaia-Bildreihe der englischen Künstlerin Josephine Wall (geb. 1947) angeführt werden, in der Gaia als Erdgöttin Erde und Ozeane erschafft.³⁴³ Für die Forschung warfen die „Gaia-Hypothese“ und das Daisyworld-Gedankenexperiment vor allem die Frage auf, welche Mechanismen für eine Selbstregulierung der Erdbiosphäre in Frage kommen könnten und genau hier setzte die CLAW-Hypothese mit einem ersten ernstzunehmenden Vorschlag an. Dieser bestand aus einem Rückkopplungseffekt, an dem die Produktion von Dimethylsulfid (DMS) durch spezifische Phytoplanktonarten maßgeblich beteiligt sein sollte: Umso höher die Sonneneinstrahlung über den Erdozeanen, desto mehr DMS-emittierendes Phytoplankton entsteht und in der Folge wird mehr DMS produziert und in die marine Troposphäre emittiert. DMS wiederum ist maßgeblich an der Entstehung von Wolkenkondensationskeimen und somit der Wolkenbildung über den Ozeanen beteiligt. Damit vergrößert sich die Erdalbedo, die Sonneneinstrahlung auf der Erdoberfläche nimmt ab und demnach wäre eine Eingrenzung der Algenproduktion und in letzter Konsequenz auch der Produktion und Abgabe von DMS in die Troposphäre zu erwarten.

Das Unterfangen, die Konzentration von DMS in den Meeren durch den Einsatz von Satelliten durch die Erfassung des Phytoplanktons zu messen, stellte sich jedoch auf Grund der zahlreichen Ausgangsbedingungen der DMS-Produktion als hochkomplex heraus. Bis in die Gegenwart konnte kein prozessbasiertes Modell entwickelt werden, das eine präzise Beschreibung der Abgabe von ozeanischem DMS in die Atmosphäre liefern kann.³⁴⁴ Andreae selbst distanzierte sich bald wieder von der chemisch-mechanistisch geprägten CLAW-Hypothese. Durch die große Zahl verschiedenster Planktonarten mit unterschiedlichen Eigenschaften, Spezialisierungen, Wachstumsraten etc. ergab sich ein hochkomplexes Bild, dessen biologische Dimensionen und Zusammenhänge in weiten Teilen bis in die Gegenwart hinein nicht verstanden worden sind.³⁴⁵ „Was [von der CLAW-Hypothese] übrigbleibt,“ stellte Andreae rückblickend fest,

342 Vgl. ebd. 286 f.

343 Vgl. hierzu beispielsweise die Darstellungen von Josephine Wall zur Erweckung der Erde durch Gaia: http://www.josephinewall.co.uk/presence_gaia.html; <http://www.josephinewall.co.uk/sadness.html>; http://www.josephinewall.co.uk/breath_gaia.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

344 Vgl. Andreae, „Biogeochemische Forschung“, 2012, 171.

345 Gregor Lax: Interview mit Meinrat Andreae vom 02.12.2015.

„ist letztlich, dass die Biologie im Ozean flüchtige Schwefelverbindungen produziert, dass diese durch Querverbindung in die Atmosphäre übergehen und dort eine wolkenphysikalische Wirkung ausüben und Einfluss nehmen auf das Klima. Wie das Klima dann wieder die Meeresbiologie beeinflusst und in welche Richtung es dann die DMS-Produktion vorantreibt, da sehe ich das große Fragezeichen.“³⁴⁶

Die Erforschung des DMS-Kreislaufs bleibt nach wie vor ein aktuelles Gebiet, das sich gegenwärtig zunehmend auch auf die Präsenz von DMS in der Landbiosphäre konzentriert.³⁴⁷

3.4 Von der Untersuchung anthropogener Einflüsse zum ‚Anthropozän‘

„Stop it! We are no longer in the Holocene, we are in the Anthropocene.“ Mit diesen Worten erinnert sich Paul Crutzen rückblickend an eine Tagung des IGBP in Cuernavaca (Mexiko) im Jahr 2000. Dort hatte er sie direkt an einen der Redner gerichtet, in dessen Vortrag kontinuierlich der damals für das aktuelle klimatische Zeitalter gebräuchliche Terminus ‚Holozän‘ verwendet wurde.³⁴⁸ Crutzen konnte damals nicht ahnen, dass er mit diesem Einwurf im Begriff war, einem potentiellen neuen geologischen Zeitalter, in dem der Mensch zum entscheidenden klimatischen Faktor wird, einen Namen zu geben: Anthropozän. Im Jahr 2000 veröffentlichte Crutzen zusammen mit Eugene Stoermer einen kaum zwei Seiten umfassenden Artikel, der die Idee des – damals noch in Anführungszeichen präsentierten – ‚Anthropozäns‘ näher skizzierte. Als Indikatoren gaben die Autoren die weltweite Kumulation menschlicher Population und Urbanisierung, den Verbrauch fossiler Brennstoffe und Wasser, die Zunahme synthetisch hergestellter Chemikalien, Überfischung und Rückgang der Artenvielfalt vor allem in den Tropenregionen, den massiven Anstieg von Treibhausgasen und anderen gasförmigen Schadstoffen (insbes. CO₂, CH₄, NO und SO₂), den langzeitlichen Nachweis anthropogener Einflüsse in Seen und den Anstieg natürlicher Katastrophen an sowie das Gefahrenpotential von allein durch Menschenhand in den Bereich des Möglichen rückender Katastrophen, insbesondere einem etwaigen ‚Nuklearen Winter‘,³⁴⁹ auf den wir im Folgenden noch zu sprechen kommen werden.

2009 reagierte die ‚International Union of Geological Sciences‘ (IUGS) dergestalt auf den Anthropozän-Vorschlag, dass sie die Arbeitsgruppe ‚Anthropocene‘ einsetzte. Angesiedelt ist diese Gruppe an die Unterkommission für Stratigraphie des Quartär, die ihrerseits Teil der ‚International Commission on Stratigraphy‘ (ICS) am IUGS ist. Die von der Arbeitsgruppe formulierten

346 ebd.

347 In jüngster Zeit: Kolby Jardine et al.: „Dimethyl sulfide in the Amazon rain forest.“ *Biogeochemical Cycles* 29 (2015), 19–32. – Von den Autoren gehören sechs zur Abteilung für Biogeochemie (Andreae, Kesselmeier, Williams, Behrendt, Veres und Derstroff).

348 Vgl. Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011.

349 Crutzen und Stoermer, „The ‚Anthropocene“, 2000, 17f. – Populärer wurde der Begriff dann zusehends seit dem vielzitierten Aufsatz: Crutzen, „Geology of Mankind“, 2002, 23.

Ziele waren: „To examine the status, hierarchical level and definition of the Anthropocene as a potential new formal division of the Geological Time Scale.“³⁵⁰ Die Kommission besteht allerdings ausschließlich aus Befürwortern eines Zeitalters ‚Anthropozän‘ – inklusive des Vorsitzenden Jan Zalasiewicz. Das fachliche Spektrum der Working-Group-Mitglieder konzentriert sich vornehmlich auf die Klima- und Erdsystemwissenschaften, vereinzelt aber auch auf andere Gebiete, wie z. B. der Wissenschaftsgeschichte, die durch die Harvard Professorin und ausgebildete Geologin Naomi Oreskes (geb. 1958) vertreten wird.³⁵¹ Vor diesem Hintergrund ist es wenig überraschend, dass die Arbeitsgruppe sich darauf geeinigt hat, dass das Anthropozän erreicht ist, gleichwohl als nicht abschließend geklärt gilt, ob das neue Zeitalter nach dem Holozän oder als Teil der letzteren Episode des Holozäns begonnen hat.³⁵²

Die Idee des neuen Erdzeitalters löste breitflächig Debatten aus, nicht nur in den Geo- und Atmosphärenwissenschaften, sondern auch in den Sozial- und Geisteswissenschaften, die sich seit den 2010er Jahren zunehmend an der Diskussion beteiligen. Von Letzteren wird dabei nicht allein ein Mitanspruch bei der Definition und Konzeptualisierung des neuen Zeitalters gültig gemacht, sondern auch nach grundsätzlichen Konsequenzen des Anthropozäns gefragt. Beispielsweise danach, inwiefern das Konzept des Anthropos zu überarbeiten wäre,³⁵³ ob das Verhältnis zwischen Mensch und Natur neu gedacht werden müsste/könnte³⁵⁴ und ob der Begriff des Anthropozäns vielleicht irreführend ist, da er suggerieren kann, dass der Mensch als Haupteinflussfaktor auf das Klima das Erdsystem insgesamt kontrolliert bzw. kontrollieren könnte oder sollte.³⁵⁵

Längst wurde das ‚Anthropozän‘ auch in der medialen Öffentlichkeit antizipiert. Dies gilt zum einen für die öffentlichen Massenmedien, die in den vergangenen Jahren ein wachsendes Interesse herausbildeten und in denen sich bereits Teilspezialisierungen einzelner Wissenschaftsjournalisten auf das Anthropozän ablesen lassen.³⁵⁶ Zum anderen avancierte das Anthropozän

350 Anthropocene Working Group of the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy) (Hg.): Newsletter Nr. 1 (2009): <http://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropo/Anthropnews1.doc>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

351 Siehe die Liste der Kommissionsmitglieder im Rahmen des Internetauftritts der Anthropocene-Working Group. <https://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

352 Siehe den Online-Artikel von Kommissionsmitglied Ellis: Erle Ellis: „Anthropocene.“ <http://www.eoearth.org/view/article/150125/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

353 Vgl. Gisli Palsson et al.: „Reconceptualizing the ‘Anthropos’ in the Anthropocene. Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research.“ *Environmental Science & Policy* 28 (2013), 3–13.

354 Vgl. Simon Dalby et al.: „After the Anthropocene: Politics and geographic inquiry for a new epoch.“ *Progress in Human Geography* 38/3 (2014), 439–456.

355 Vgl. Andreas Malm und Alf Hornburg: „The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative.“ *The Anthropocene Review* 1 (2014), 1–8.

356 Siehe beispielsweise die Arbeiten von Bojanowski (geb. 1971) und Schwägerl (geb. 1968). Um nur einige gut zugängliche zu nennen: Axel Bojanowski und Christian Schwägerl: „Debatte um neues Erdzeitalter: was vom Menschen übrig bleibt.“ *Spiegel Online*, 04.07.2011: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/debatte-um-neues-erdzeitalter-was-vom-menschen-uebrig-bleibt-a-769581.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Christian Schwägerl: „Planet der Men-

auch auf lokaler Ebene zu einem festen Bestandteil teils hochprominenter öffentlicher Ausstellungs- und Bildungseinrichtungen, beispielsweise im Kontext von Ausstellungen im Haus der Kulturen der Welt in Berlin oder dem Deutschen Museum in München. Ersteres initiierte 2013/14 das ‚Anthropozän-Projekt‘, an dem sich u. a. das Berliner Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte beteiligte.³⁵⁷ Im Deutschen Museum startete Ende Januar 2016 die Ausstellung ‚Willkommen im Anthropozän. Unsere Verantwortung für die Zukunft der Erde‘.³⁵⁸

Der Vorschlag des ‚Anthropozäns‘ steht am Ende einer sich durch Crutzens Biographie ziehenden Beschäftigung mit dem Einfluss des Menschen auf Klima und Umwelt. Dies spiegelte sich in der Ausrichtung mehrerer Forschungsschwerpunkte der Abteilung für Atmosphärenchemie am MPIC wider. Unter Crutzens Leitung spielten anthropogene Einflüsse eine bedeutend größere Rolle als zuvor. Christian Junge hatte sich trotz seiner Auseinandersetzung mit politisch aufgeladenen Themenkomplexen wie dem ‚Sauren Regen‘³⁵⁹ eher als Grundlagenforscher verstanden und definierte gemeinsam mit Georgii und Bullrich auch die Aufgaben des SFB 73 noch Mitte der 1970er Jahre als vornehmlich ‚reine Forschung‘; wenngleich das erhebliche politische Potential der Beschäftigung mit dem anthropogenen Einfluss den beteiligten Akteuren freilich bewusst war. Crutzen sah es hingegen frühzeitig als seine Aufgabe an, auf der Basis wissenschaftlichen Wissens aktiv Einfluss auf politische Entscheidungsprozesse zu nehmen. Hier unterschied er sich wesentlich von Junge, der diesbezüglich viel weniger offensiv in Erscheinung getreten war und der sich nach seiner Pensionierung gänzlich aus den Gefilden der Atmosphärenforschung zurückgezogen hatte. „Reine Wissenschaft“, meinte Crutzen 2011 retrospektiv,

„betreibe ich nicht; ursprünglich war das mein Ziel. Bis man entdeckte [...] das ist mehr als Wissenschaft, der Mensch hat seine Finger im Spiel. Und das ist ein wichtiger Teil meiner Forschung gewesen [...] ich entdeckte dann, dass die Stickoxide das Ozon und auch das Klima beeinflussen.“³⁶⁰

Bei Crutzens Arbeiten lässt sich in der Tat seit Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere über weite Strecken ein interessantes Muster ausmachen: Crutzens Grundlagenforschung wurde, nicht selten von ihm selbst, unmittelbar auf konkrete gesellschafts- bzw. umweltpolitische Pro-

schen.“ *Zeit Online* 18.02.2014: <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/02/anthropozan-planet-der-menschen>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Axel Bojanowski: „Debatte über Anthropozän: Forscher präsentieren Beweise für neues Menschenzeitalter.“ *Spiegel Online* 25.08.2014: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/anthropozan-debatte-um-neues-geologisches-zeitalter-durch-menschen-a-987349.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

357 Siehe den Internetauftritt des Hauses der Kulturen der Welt: http://www.hkw.de/de/programm/projekte/2014/anthropozan/anthropozan_2013_2014.php. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

358 Siehe den Internetauftritt des Deutschen Museums München: <http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/sonderausstellungen/rueckblick/2015/anthropozan/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

359 Arbeiten hierzu erschienen von Junge sowohl während seiner Zeit in den USA, als auch in den 1960er Jahren in Deutschland. Siehe etwa: Christian Junge und R. T. Werby: „The Concentration of Chloride, Sodium, Potassium, Calcium and Sulphate in Rain Water over the United States.“ *Journal of Meteorology* 15 (1958), 417–425, und Christian Junge: „Chemical Composition of Precipitation.“ *Air Chemistry Radioactivity* 4 (1963), 289–310.

360 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17.11.2011.

blemstellungen übertragen. Diese wiederum brachte er dann oftmals aktiv im Sinne einer Kompassfunktion in Kontexten politischer Entscheidungsfindungen ein. Etliche wichtige Forschungsthemen, die Crutzen während und vor seiner Zeit am MPIC bearbeitete, setzten sich auf verschiedenste Art mit der anthropogenen Rolle im Klima- und Erdsystem auseinander.

In seiner Dissertation hatte er 1968 gezeigt, dass der Stand der damals vorhandenen Theorie die Ozonverteilung in der Stratosphäre nicht hinreichend erklären konnte; dies galt vor allem in Höhen von 30–35 km.³⁶¹ Er arbeitete an der Bestimmung numerischer Parameter, die präzisere Aussagen betreffend der O₃-Verteilung erlaubten und stieß so wenig später auf die eminente Bedeutung von Stickoxiden (NO_x) für den Abbau stratosphärischen Ozons durch Katalyse.³⁶² Diese Arbeiten lenkten Crutzens Interesse frühzeitig auf die globalen Effekte anthropogener Einflüsse, die damals bei weitem noch nicht umfassend beforscht waren. Vorwegnehmend hatte er seiner Frau als Widmung auf eine seiner ersten Arbeiten zu NO_x den Satz „I hope this will not disturb our lives too much.“ geschrieben.³⁶³

In den nächsten Abschnitten werden einige Themengebiete zum anthropogenen Einfluss näher ausgeführt werden. Hierzu werden wir zeitlich etwa ein Jahrzehnt vor Crutzens Amtsantritt beginnen und zwar am Anfang seiner wissenschaftlichen Karriere, als er sich mit den Wirkungen von NO_x in der Atmosphäre und mit dem Einfluss von Emissionen aus Flugzeugen zu befassen begann.

3.4.1 Einflüsse des Luftverkehrs auf die Atmosphäre

Zu den frühen von Crutzen beforschten Gebieten gehörten seit Anfang der 1970er Jahre mögliche Effekte des Luftverkehrs auf die Erdatmosphäre. Dieses Thema war besonders im Kontext der seit Ende der 1960er Jahre in das Interesse der Weltöffentlichkeit rückenden Überschallflüge bedeutsam, die mittelfristig auch für die zivile Luftfahrt eingeführt werden sollten. Der erste erfolgreiche Testflug eines entsprechenden Passagierflugzeugs fand mit dem Start der sowjetischen Tupolev Tu-144 Ende 1968 statt, die in westlichen Medien auf Grund ihrer frappierenden Ähnlichkeit mit der französischen Concorde zuweilen als ‚Concordski‘ bezeichnet worden war. Sie hob noch vor der Concorde ab, deren Testlauf erst einige Wochen darauf erfolgte.³⁶⁴ Mit

361 Vgl. Paul J. Crutzen: „Determination of parameters appearing in the ‘dry’ and the ‘wet’ photochemical theories for ozone in the stratosphere.“ *Tellus* 3/ 21 (1969), 368–388. – Im Zentrum standen dabei zum einen der, damals bereits als ‚klassische‘ Theorie eingestufte, Ansatz von Chapman sowie Hampsons Arbeiten von 1965/66 (siehe: Chapman, „A theory of upper-atmospheric ozone“, 1929, 103–125 und John Hampson: „Chemiluminescent emissions observed in the stratosphere and mesosphere.“ In: *Les problèmes météorologiques de la stratosphere et de la mésosphère*. Paris: Presses Universitaires de France 1966, 393–440.

362 Vgl. Paul J. Crutzen: „The influence of nitrogen oxides on the atmospheric ozone content.“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 96 (1970), 320–325.

363 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011.

364 Siehe die Beschreibung zum ausgestellten Originalexemplar der tu-144, im Rahmen des Internetauftritts des Technik-

den ‚Super Sonic Transports‘ (SST’s) verbanden sich verschiedenste Schwierigkeiten, die in den folgenden Jahrzehnten wiederholt Anlass zu Kritik gaben: Sie waren sehr teuer, sehr laut und es gab Grund zur Annahme, dass sie durch die Emission von NO_x in die Stratosphäre die Ozonschicht signifikant beeinträchtigen könnten. Zahlreiche Organisationen gegen SST’s wurden weltweit gegründet, darunter das ‚Anti-Concorde Project‘ in England, die ‚Citizen’s League against the Sonic boom‘, die ‚Coalition against the SST‘ in den USA und etwas weniger länderspezifisch und thematisch allgemeiner die ‚Europäische Vereinigung gegen die schädlichen Auswirkungen des Luftverkehrs‘ mit Sitz in Frankfurt am Main. Mehrere Länder hatten bereits angekündigt, ihren Luftraum nicht für Überschallflüge zu öffnen, darunter Kanada, große Teile Skandinaviens, die Niederlande und die Schweiz.³⁶⁵ 1971 war Crutzen auf der ersten Konferenz des anlässlich der SST-Problematik eingerichteten Büros des ‚Climate Impact Assessment Program‘ (CIAP) am U.S. Department of Transportation beteiligt. Sein Beitrag befasste sich mit den möglichen Effekten von aus SST’s emittierten NO_x auf die Stratosphäre.³⁶⁶ Aus seiner Sicht wurde den umweltwissenschaftlichen Problemen offenbar allgemein nicht ausreichend Beachtung beigemessen. Zumindest veröffentlichte er 1972 einen Artikel in dem er zum Ausdruck brachte, dass die Kritik an SST’s bis dahin vor allem von den bereits kurz skizzierten ökonomischen und politischen Einwänden dominiert würde, während ein vielleicht bedenklicher Einfluss auf die Ozonschicht nur am Rande diskutiert würde.³⁶⁷ In dem Artikel wurde ausführlich erläutert, dass die von Großbritannien, den USA und der UdSSR geplanten SST’s in der mittleren Tropopause³⁶⁸ zu einem substantziellen Anstieg von NO_x in der Stratosphäre führen könnten. Diese hätten demnach unterhalb von 40 km, wo die Ozonschicht am dichtesten ist, eine massive Zerstörung von O_3 -Molekülen durch katalytische Reaktion zur Folge.³⁶⁹ Bereits bei einer Flotte von 500 regelmäßig verkehrenden Überschallflugzeugen, so die Befürchtungen, könnte die Ozonschicht zur Hälfte, vielleicht sogar vollständig zerstört werden.³⁷⁰ Präzise Schätzungen waren damals allerdings de facto nicht möglich, da die Erforschung von Ozonabbauprozessen in der Atmosphäre gewissermaßen noch in den Kinderschuhen steckte.³⁷¹ Entsprechend erheblich lagen die Schätzungen damals daneben. Neuere Annahmen gehen, u. a. unter

museums Sinsheim und Speyer: http://www.bredow-web.de/Sinsheim-Speyer/Tupolev_TU_144/tupolev_tu_144.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

365 Vgl. Paul J. Crutzen: „SST’s – A Threat to the Earth’s Ozone Shield.“ *Ambio* 2/1 (1972), 41–51, hier 43.

366 Vgl. Paul J. Crutzen: *The photochemistry of the stratosphere with special attention given to the effects of NO_x emitted by supersonic aircraft*. US Department of Transportation, 1. Konferenz CIAP 1972, 880–888.

367 Vgl. Crutzen, „SST’s – A Threat“, 1972, 41.

368 Als Tropopause wird die sich in 6–18km Höhe erstreckende Grenzschicht zwischen Troposphäre und Stratosphäre bezeichnet.

369 Vgl. ebd. insbes. 42 und 46.

370 Vgl. ebd. 41f.

371 Eine Zusammenfassung der bis in die 1990er Jahre hinein intensivierten Forschung findet sich hier: Richard S. Stolarski et al.: 1995 Scientific Assessment of the Atmospheric Effects of Stratospheric Aircraft. NASA Reference Publication 1381, 1995.

Berücksichtigung der technischen Fortentwicklung im Flugzeugbau, von einem zu erwartenden Ozonabbau von etwa 1% aus.³⁷²

Letztlich verhinderte die damalige Kritik den Einsatz von SST's für den zivilen Luftverkehr nicht. 1976 war es schließlich die Concorde, die als erstes Überschallpassagierflugzeug in Dienst genommen wurde und bis 2003 im Einsatz blieb. Aus ökonomischen Gründen blieb die Stückzahl allerdings stark begrenzt und aus Sicherheitsgründen erging es der Concorde 2003 schließlich so, wie es der Tupolev bereits 1978 ergangen war: Der Absturz von Paris im Juli 2000, der in den Medien ausführlich kommentiert wurde, führte zur Einstellung der Concorde-Linienflüge.³⁷³ Nichtsdestoweniger blieben Untersuchungen des Einflusses der Luftfahrt insgesamt ein Thema der Atmosphärenforschung. Später, als Direktor am MPIC, lagen Crutzens Schwerpunkte in den 1980ern allerdings zunächst auf anderen Bereichen. Erst Anfang der 1990er Jahre griff er Fragen zum Einfluss des Luftverkehrs auf die Atmosphäre wieder stärker auf.³⁷⁴

3.4.2 NO_x, FCKW und die Entdeckung des Ozonlochs

Ein weiteres großes Gebiet in den 1970ern waren die Auswirkungen natürlicher sowie künstlich hergestellter Treibgase auf die Ozonschicht. Mario Molina (geb. 1943) und Frank Sherwood Rowland legten 1974 nahe, dass die industriell produzierten und auf natürliche Weise nicht vorkommenden Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) eine beachtliche Rolle beim Ozonabbau in der Erdatmosphäre spielen könnten. In ihrem bekannten Aufsatz wiesen sie in ‚Nature‘ auf die Gefahren von Chlorflourmethan (HCFC 31) hin, welches erstens in immer größerem Ausmaße verwendet und somit in die Atmosphäre gelangen würde und bei dem zweitens mit einer Verweilzeit in der Atmosphäre zwischen 40 und 150 Jahren zu rechnen sei.³⁷⁵ Mit wachsenden Anteilen von HCFC 31, so Molina und Rowland in dem Artikel weiter, steige der Anteil von Chloratomen in der Stratosphäre stark an. Durch eine katalytische Reaktion von Chlor mit O₃-Mo-

372 Vgl. John T. Houghton et al. (Hg.): *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press 1996, 96.

373 Siehe die Spiegel-Titelstory: Hermann Pott et al.: „Richtung Zukunft und zurück.“ *Der Spiegel* 31.07.2000, 112–126. – siehe auch: Dinah Deckstein: „Think small.“ *Der Spiegel* 07.08.2000, Nr. 32, 82–83. – Michael Klaesgen: „Wilde Jagd am Himmel. In Paris zerschellte der Mythos der Sicherheit.“ *Zeit Online* 27.07.2000: http://www.zeit.de/2000/31/Wilde_Jagd_am_Himmel. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

374 U. a.: T. Peter, C. Brühl und P. J. Crutzen: „Increase in the PSC-formation probability caused by high-flying aircraft.“ *Geophysical Research Letters* 18 (1991), 1465–1468. – H. Fischer et al.: „Observations of high concentration of total reactive nitrogen (NO_y) and nitric acid (HNO₃) in the lower Arctic stratosphere during the Stratosphere-Troposphere Experiment by Aircraft Measurements (STREAM) II campaign in February 1995.“ *Journal of Geophysical Research* 102/D19 (1997), 23,559–23,571. – Im Kontext internationaler Veranstaltungen beispielsweise: Christoph Brühl und Paul J. Crutzen: „The atmospheric chemical effects of aircraft operations.“ In: Ulrich Schumann (Hg.): *Air Traffic and the Environment – Background, Tendencies and Potential Global Atmospheric Effects*. Proceedings of a DLR International Colloquium. Bonn: Springer 1990, 96–106. – J.U. Grooß, et al.: „The Influence of high flying aircraft on polar heterogenous chemistry.“ In: U. Schuhmann und D. Wurzel (Hg.): *Proceedings of an international scientific Colloquium on Impact of Emissions from Aircraft and Spacecraft upon the Atmosphere*. Köln 1994, 229–234.

375 Vgl. Frank Sherwood Rowland und Mario Molina: „Stratospheric sink for chlorofluoromethanes. Chlorine atom-catalysed destruction of ozone.“ *Nature* 249/5460 (1974), 810–812, hier 810.

lekülen wäre ein rasanter Abbau der Ozonschicht die Folge. Als Vergleich für diese katalytische Reaktionskette führten Molina und Rowland NO_x an und zitierten dabei u. a. Crutzens Arbeit von 1971.³⁷⁶ Crutzen selbst wies ebenfalls 1974 auf eine mögliche Ozonreduzierung durch die FCKWs, im Speziellen durch CF_2Cl_2 und CFCl_3 , hin³⁷⁷ und verfasste im selben Jahr einen Artikel, in dem die bis dahin debattierten potentiellen anthropogenen Einflüsse auf den Abbau atmosphärischen Ozons zusammengefasst und in einem Gesamtverhältnis geschätzt wurden. Einbezogen wurden FCKW, SST's und die globale Produktion von NO_x .³⁷⁸ Am Rande wurde hier auch auf den NO_x -Ausstoß bei einem eventuellen Atomkrieg hingewiesen.³⁷⁹ Im September 1975 hielten Rowland und Crutzen an das FCKW-Thema anknüpfende Vorträge auf der Tagung der ‚World Meteorological Organization‘ (WMO).³⁸⁰

Die politische Brisanz dieser Arbeiten lag darin, dass FCKWs damals nahezu ersatzlose Stoffe waren, deren industrieller Einsatz von der Kühlmittelherstellung bis hin zum Spraydosentreibgas reichte; somit kam diesen Substanzen für die chemische Großindustrie weltweit eine zentrale Bedeutung zu.³⁸¹ In der BRD wurde die öffentliche Diskussion um eine mögliche Eindämmung der FCKW-Produktion zunächst zurückhaltender geführt als beispielsweise in den Vereinigten Staaten, wo bereits relativ früh eine hitzig geführte Debatte einsetzte. In der Bundesrepublik berief sich die betroffene Industrie zunächst erstens darauf, dass keine belastbaren Beweise für die Hypothese des Ozonabbaus durch FCKW in einer bedenklichen Größenordnung vorliegen würden und betonte zweitens den Wegfall von zahlreichen Arbeitsplätzen im Falle einer Produktionseinstellung.³⁸²

Ein tiefgreifender Kurswechsel setzte – wenn auch gegenüber den USA verzögert – erst mit der Entdeckung des antarktischen Ozonlochs ein, die durch Joe Farman, Brian Gardiners und Jonathan Shanklins Publikation ‚Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO_x/NO_x Interaction‘ im Jahr 1985 berühmt wurde.³⁸³ Die grundlegende Erklärung für dieses beängstigende Phänomen, das damals wie keine Entdeckung zuvor die unmittelbaren Auswir-

376 Vgl. ebd.

377 Vgl. Paul J. Crutzen: „Estimates of possible future ozone reductions from continued use of fluorochloromethanes (CF_2Cl_2 , CFCl_3).“ *Geophysical Research Letters* 1 (1974), 205–208.

378 Vgl. Paul J. Crutzen: „Estimates of Possible Variation in Total Ozone Due to Natural Causes and Human Activities.“ *Ambio* 6/3 (1974), 201–210, hier 201.

379 Vgl. ebd. hier 206f. – Diese These war von John Hampson im selben Jahr vorgeschlagen worden. Siehe: John Hampson: „Photochemical war on the atmosphere.“ *Nature* 250/5463 (1974), 189–191.

380 Vgl. AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 9.

381 In der Wissenschaftsforschung wurden zu den gesellschaftlichen Debatten um FCKW mehrere Studien vorgelegt, insbesondere für Deutschland und die USA. Genannt seien an dieser Stelle: Bösch, *Risikogenese*, 2000; Grundmann, *Transnational Environmental Policy*, 2001.

382 Vgl. Brüggemann, „Die Ozonschicht als Verhandlungsmasse“, 2015, 175.

383 John C. Farman, B. G. Gardiner und J. D. Shanklin: „Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO_x/NO_x Interaction.“ *Nature* 315/6016 (1985), 207–210.

kungen menschlichen Handelns auf die Erdatmosphäre sichtbar hervortreten ließ, lieferten Paul Crutzen und seine Mitarbeiter am MPIC:³⁸⁴ In der Dunkelheit des polaren Winters bildet sich ein Kaltluftwirbel, der die Bildung von polaren Stratosphärenwolken (Polar Stratospheric Clouds, PSC) begünstigt (siehe Abb. 12). Diese, zu wesentlichen Anteilen aus Säuremolekülen (vornehmlich Salpetersäure) bestehenden, Wolken entstehen in dem Aerosol-Schleier, der von Christian Junge Anfang der 1960er Jahre entdeckt worden war (Junge-Schicht). An der Oberfläche der Teilchen in den PSC's lagern sich Chlor- und Brommoleküle ab.³⁸⁵ Mit dem Ende des polaren Winters kommt es zur Einstrahlung von Sonnenlicht und der Aktivierung dieser abgelagerten Moleküle durch photochemische Reaktion. Dann setzt ein katalytischer Prozess ein, in dessen Zuge O₃-Moleküle derart rasant abgebaut werden, dass ein regelrechtes Loch in die Ozonschicht gerissen wird.



Abb. 12: NASA Aufnahme von polaren Stratosphärenwolken (2005). Zu erkennen an dem charakteristischen perlmuttartigen Schimmer

384 Paul J. Crutzen und F. Arnold: „Nitric acid cloud formation in the cold Antarctic stratosphere. A major cause for the springtime ‘ozone hole’.” *Nature* 324 (1986), 651–655.

385 Die Ozonschicht zerstörenden Eigenschaften von Chlor und Brom waren von Beginn an ein Schwerpunkt der Abteilung Crutzens. U. a.: W.W. Berg et al.: „First measurements of total chlorine and bromine in the lower stratosphere.” *Geophysical Research Letters* 7 (1980), 937–940. – L. T. Gidel et al.: „A two-dimensional photochemical model of the atmosphere. 1: Chlorocarbon emissions and their effect on stratospheric ozone.” *Journal of Geophysical Research* 88 (1983), 6622–6640.

In der Abteilung für Atmosphärenchemie blieben anthropogene Einflüsse auf die Ozonschicht auch in den folgenden Jahren ein fester Bestandteil der Forschung.³⁸⁶ An den am MPIC durchgeführten Berechnungen zum Ozonloch, bis weit in die 1990er Jahre hinein, war insbesondere Crutzens Mitarbeiter Christoph Brühl involviert.³⁸⁷ Brühl hatte Meteorologie an der Universität Mainz studiert, promovierte 1987 an der Universität und am MPIC. Zwischenzeitlich war er am NCAR in Boulder gewesen und trat nach der Promotion in die Arbeitsgruppe für Computermodellierung in Crutzens Abteilung ein.³⁸⁸

Mit der Entdeckung und Erklärung des Ozonlochs avancierten die FCKW endgültig auch in der öffentlichen Wahrnehmung zum menschengemachten ‚Ozonkiller‘ und es folgten, wenn auch regional teils zeitlich versetzt, internationale Reaktionen auf wirtschaftlicher wie auch politischer Ebene. Während beispielsweise der FCKW-Hersteller DuPont in den USA eine verhältnismäßig zügige Reaktion einleitete und erhebliche FuE-Anstrengungen bei der Entwicklung alternativer Stoffe unternahm, erfolgte eine Neuausrichtung bei der Hoechst AG und der 2011 aufgelösten Kali Chemie AG in der BRD erst 1986/87.³⁸⁹ Das Ozonloch führte nichtsdestoweniger zu einem starken Anstieg des öffentlichen Interesses an Klimathemen allgemein und insbesondere an der Herstellung von FCKW bzw. ihres Verbots. Die Position von Befürwortern einer Regulierung der FCKW-Produktion wurde gestärkt, auch im Rahmen der Bundespolitik in Westdeutschland. Trotz der im Vergleich zu den USA etwas verspäteten Reaktion der deutschen Industrie gehörte die BRD auf politischer Ebene 1987 schließlich zu den treibenden europäischen Kräften, die sich für das Zustandekommen des Montreal-Protokolls über die weltweite Eindämmung der FCKW-Produktion einsetzten.³⁹⁰

Für ihre Pionierarbeiten zu NO_x und den FCKW und den späteren Studien zum Ozonloch erhielten Crutzen, Molina und Rowland 1995 gemeinsam den ersten Nobelpreis für Chemie, der dezidiert für atmosphärenchemische Arbeiten verliehen wurde.³⁹¹ Jaenicke wertet dies als die

386 Siehe etwa: Crutzen und Arnold, „Nitric acid cloud formation“, 1986, 651–655. – L.A. Barrie et al.: „Ozone destruction and photochemical reactions at polar sunrise in the lower Arctic atmosphere.“ *Nature* 334 (1988), 138–141. – Paul Crutzen et al.: „Nitric acid haze formation in the lower stratosphere. A major contribution factor to the development of the Antarctic ‘ozone hole’.“ In: M. P. McCormick and P. V. Hobbs (Hg.): *Aerosols and Climate*. Hampton, VA: A. Deepak Publishing 1988, 287–304.

387 Beispielsweise: Christoph Brühl und Paul J. Crutzen: „Scenarios of possible changes in atmospheric temperatures and ozone concentrations due to man’s activities as estimated with a one-dimensional coupled photochemical climate model.“ *Climate Dynamics* 2 (1988), 173–203. – Paul J. Crutzen et al., „Nitric acid haze.“, 1988, 287–304. – Christoph Brühl und Paul Crutzen: „Ozone and climate changes in the light of the Montreal Protocol. A model study.“ *Ambio* 19 (1990), 293–301. – Brühl, Peter und Crutzen: „Increase in the PSC-formation.“ 1991, 1465–1468. – Paul J. Crutzen et al.: „On the potential importance of the gas phase reaction $\text{CH}_3\text{O}_2 + \text{ClO} \rightarrow \text{ClOO} + \text{CH}_3\text{O}$ and the heterogeneous reaction $\text{HOCl} + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$ in ‘ozone hole’.“ *Geophysical Research Letters* 19 (1992), 1113–1116.

388 E-Mail Christoph Brühl an Gregor Lax, vom 09. 11. 2015, CV im Anhang.

389 Vgl. Brüggemann, „Die Ozonschicht als Verhandlungsmasse“, 2015, 184ff.

390 Vgl. ebd. 181.

391 Siehe Internetauftritt der Nobelpreisorganisation: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1995/ke-ty.html. Zuletzt aufgerufen am 23. 05. 2018.

endgültige Anerkennung dieses von Christian Junge 1968 am MPIC eingeführten Fachbereichs.³⁹²

3.4.3 Arbeiten zum ‚Nuklearen Winter‘

Zu Anfang von Crutzens Amtszeit als Direktor am MPIC entstanden die ersten Arbeiten zum Nuklearen Winter, die ebenfalls nicht nur in wissenschaftlichen, sondern auch in weittragenden politischen und öffentlichen Diskursen der 1980er Jahre von großer Bedeutung war.³⁹³ Die These sagte im Falle eines atomaren Kriegs eine langfristige Verdunklung der Erdatmosphäre durch die zu erwartende extreme Staubeentwicklung voraus. Dunkelheit, Kälte und in der Folge weltweite Missernten und Hungersnöte wären die Folge. Rückblickend bezeichnete Crutzen diese Idee dreißig Jahre später als die „wohl [...] wichtigste, die ich je hatte.“³⁹⁴

Etwaige Folgen des Einsatzes von Kernwaffen auf die Erdatmosphäre waren bereits Mitte der 1970er Jahre diskutiert worden. Der Atmosphärenforscher John Hampson, damals Professor an der Universität Laval im kanadischen Quebec, hatte auf die Gefahr der im Falle eines Atomwaffeneinsatzes massiv freigesetzten NO_x hingewiesen. Man war, so Hampson, weit davon entfernt die Atmosphäre zu verstehen, allerdings könnte ein Nuklearkrieg durch die bekannte photochemische Reaktion von NO_x mit O_3 eine massive Ausdünnung der Ozonschicht zur Folge haben.³⁹⁵ Die Frage, ob es durch den Atomwaffeneinsatz auch zu einer langzeitigen klimatischen Abkühlung durch den aus Bombeneinschlägen und folgenden Bränden resultierenden Staub kommen könnte, blieb jedoch zunächst unbeachtet. Dies änderte sich 1982, als Crutzen gemeinsam mit John William Birks (geb. 1946) den Artikel ‚The atmosphere after a nuclear war: Twilight at noon‘ in *Ambio* veröffentlichten.³⁹⁶ Neben der zu erwartenden hohen NO_x -Rate, welche durch die nuklearen Bomben in die Atmosphäre emittiert würde, stellten die Autoren die Rauchentwicklung durch Großbrände als zentrale Faktoren in den Vordergrund, die nach einem atomaren Schlagabtausch in Städten, Wäldern, Öl- und Gasfeldern zu erwarten waren. Damit lag der Schwerpunkt des Ansatzes auf den Folgen von Biomasse- bzw. Materialverbrennung, zu denen Crutzen bereits vor seinem Antritt als MPI-Direktor zu arbeiten begonnen hatte. Ähnlich, wie bei seinen früheren Arbeiten zu den NO_x wurden diese Ansätze bis zu einem gewissen Grad im Kontext des Nuklearen Winters, eines vor dem Hintergrund des Kalten Kriegs hochgradig politisch aufgeladenen Szenarios, ‚angewandt‘. Dies gilt umso mehr, als der Aufsatz zur Zeit der Nachrüstungsdebatte veröffentlicht wurde, die im Anschluss an den NATO-Doppelbe-

392 Vgl. Jaenicke, „Die Erfindung der Luftchemie“, 2012, 187.

393 Siehe hierzu Badashs Arbeit: Lawrence Badash: *A Nuclear Winter's Tale. Science and Politics in the 1980's*. Cambridge, MA: MIT Press 2009.

394 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011. – Siehe hierzu auch den veröffentlichten Auszug des Interviews in: Paul Crutzen, Gregor Lax und Carsten Reinhardt: „Paul Crutzen on the Ozone Hole, Nitrogen Oxides, and the Nobel Prize.“ *Angewandte Chemie International Edition* 52/1 (2013), 48–50, hier 49.

395 Vgl. Hampson, „Photochemical war“, 1974, 189–191.

396 Paul Crutzen und J. Birks: „The Atmosphere after a Nuclear War. Twilight at Noon.“ *Ambio* 11 (1982), 114–125.

schluss vom 12. 12. 1979 aufkeimte und Mitte der 1980er Jahre einen Höhepunkt erreichte. Mit dem Beschluss verbanden sich die geplante Stationierung von 108 Pershing-II-Raketen und 464 Cruise Missiles in Europa sowie zugleich das Verhandlungsangebot an die UdSSR über eine beidseitige Abrüstung von Nuklearwaffen.³⁹⁷

Die große Besonderheit der ‚Nuclear Winter‘-These bestand darin, dass der Ansatz auf einer Computersimulation basierte, die glücklicherweise nie empirisch überprüft werden konnte. Die Autorität der These wurde durch weitere Modellstudien untermauert, deren Ergebnisse jeweils zwar nicht als vollkommen sicher betrachtet wurden, aber doch in eine ähnliche Richtung gingen: Ein massiver Nuklearwaffeneinsatz würde demnach im Großen und Ganzen die Folgen nach sich ziehen, die von Crutzen und Birks 1982 umrissen worden waren. Einen wesentlichen Beitrag leisteten in diesem Zusammenhang Richard Peter Turco (geb. 1943) von der University of California, der Wissenschaftler und Publizist Carl Sagan (1934-1996) und andere. In der modellbasierten, nach den Nachnamen der Autoren später kurz als TTAPS-Studie bezeichneten, Arbeit von 1983 kamen sie zu dem Schluss, dass ein nuklearer Krieg erstens über längere Zeiträume die Erdoberfläche verdunkeln würde, dass zweitens Temperaturen unter dem Gefrierpunkt über mehrere Monate zu erwarten seien und drittens auf lokaler Ebene wesentliche Wetterveränderungen in Erscheinung treten würden. Diesem Szenario gaben sie den Namen ‚Nuclear Winter‘.³⁹⁸ Später rückte das TTAPS-Team als konkrete zentrale Faktoren das Verbrennungspotential von Wald- und Bauholz, Roh- und raffinierteres Öl, Plastik und Polymerstoffe, Asphaltoberflächen und Vegetation ins Blickfeld.³⁹⁹

Die Arbeiten von Crutzen, Birks, Turco, Sagan und anderen zogen nachhaltige Konsequenzen nach sich und zwar sowohl für die internationale Wissenschaft selbst, als auch für öffentliche Debatten und politische Anschlusshandlungen. Auf internationaler Ebene wurden organisatorische Strukturen geschaffen, wie etwa die 1982 eingerichtete Kommission ‚Environmental consequences of Nuclear War‘ (ENUWAR), im Rahmen des ‚Scientific Committee on problems of the environment‘ (SCOPE) des International Council of Scientific Unions (ICSU), an dem weltweit über 300 Wissenschaftler beteiligt waren.⁴⁰⁰

397 Für die Deutung des Nato-Doppelbeschlusses bzw. die politischen Ziele der NATO im Kontext des Kalten Kriegs gibt es in der Geschichtswissenschaft vier Interpretationen. Während die Ansätze des Wunsches der NATO nach sicherheitspolitischer Konsensbildung und entspannungspolitischem Revisionismus im Grunde noch selbst als Teil der zeitgenössischen Debatte gewertet werden können, sind die Ansätze der gesellschaftsgeschichtlichen Synthese und des Internationalismus vor allem an der Beantwortung historischer Fragestellungen mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen interessiert. Siehe für einen ausführlichen Einblick in die Debatte den Sammelband: Philipp Gassert, Tim Geiger und Hermann Wentker (Hg.): *Zweiter Kalter Krieg und Friedensbewegung. Der NATO-Doppelbeschluss in deutscher und internationaler Perspektive*. München: Oldenbourg 2011.

398 Richard P. Turco et al.: „Nuclear Winter. Global Consequences of Multiple Nuclear Explosions.“ *Science* 4630/ 222 (1983), 1283–1292, hier 1290.

399 Vgl. Richard P. Turco et al.: „Climate and Smoke. An Appraisal of Nuclear Winter.“ *Science* 247/ 4939 (1990), 166–176, hier 169.

400 Vgl. Pittrock et al. (Hg.): *Environmental Consequences of Nuclear War*. New York: Wiley 1986. – Zu den Herausgebern gehört auch Paul Crutzen.

Der markige Begriff des ‚Nuklearen Winters‘ erlebte einen großen Widerhall in der Öffentlichkeit.⁴⁰¹ Das amerikanische Wissenschaftsmagazin ‚Discover‘ wählte Crutzen auf Grund seiner Pionierarbeiten am Nuklearen Winter 1984 zum Wissenschaftler des Jahres,⁴⁰² was auch von den deutschen Medien aufgegriffen wurde.⁴⁰³ Einblicke in den Crutzen-Vorlass zeigen, dass zahlreiche Leser sich in der Folge direkt postalisch mit verschiedensten Kommentaren und Nachfragen zum ‚Nuklearen Winter‘ an Crutzen wandten. Möglich, dass ihn dies schließlich dazu animierte, sich auch publizistisch zu betätigen und den ‚Nuklearen Winter‘ so für ein breiteres Publikum verständlich zu machen. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Sammelschrift ‚Schwarzer Himmel – Auswirkungen eines Atomkriegs auf Klima und globale Umwelt‘, die er 1986 gemeinsam mit Jürgen Hahn, der bereits unter Junge am MPIC gearbeitet hatte, herausgab.⁴⁰⁴ Crutzen engagierte sich darüber hinaus immer auch politisch, war in diversen politischen Kommissionen aktiv und beteiligte sich an Initiativen, beispielsweise der Unterschriftenaktion zur Erklärung ‚Wir warnen vor der strategischen Verteidigungsinitiative‘, die sich gegen die Unterstützung des von der Reagan-Regierung in die Diskussion gebrachte ‚Strategic Defence Initiative‘ (im Folgenden SDI-Programm) richtete und Mitte 1985 an den Bundeskanzler und mehrere Ministerien geschickt wurde.⁴⁰⁵ Im Oktober wurde die Initiative noch einmal erweitert, als sich etliche Akteure aus Politik und Kultur anschlossen, darunter bekannte Persönlichkeiten, u. a. der damalige Ministerpräsident von NRW und spätere Bundespräsident Johannes Rau (1931–2006), die Journalistin, Publizistin und Feministin Alice Schwarzer (geb. 1942) und der links-intellektuelle Liedermacher Hannes Wader (geb. 1942).⁴⁰⁶ Der Nukleare Winter war vom Weißen Haus zunächst als Argument für das SDI-Programm eingesetzt worden: Wenn es demnach möglich wäre, einem sowjetischen Atomschlag noch in der Luft zu begegnen, würde der sonst aus den Einschlägen resultierende Staub ausbleiben. Die technischen Möglichkeiten hätten es allerdings nicht erlaubt, die zahlreichen russischen Atomraketen so umfassend abzuwehren, dass mit diesem Programm das Szenario eines Nuklearen Winters hätte verhindert werden können.⁴⁰⁷

Dem ‚Nuklearen Winter‘ kann auf der Ebene der internationalen Politik bis zu einem gewissen Grad ein wichtiger Beitrag im Kontext der atomaren Abrüstung während der Endphase des Kalten Kriegs in den fortschreitenden 1980ern zugeschrieben werden. Das Pentagon schätzte die

401 Badash spricht von einem regelrechten Schock in der Öffentlichkeit. Vgl. Badash, *A Nuclear Winter's Tale*, 2009, 4.

402 Vgl. Dennis Overbye: „Prophet of the cold and dark.“ *Discover* 6 (1985), 24–32.

403 Siehe etwa: Titelblatt der Jülicher Zeitung vom 29. 12. 1984. – Ein großes Dossier zum Nuklearen Winter erschien Anfang 1985 in der Zeit: Vgl. Michael Schwelin: „Nuklearer Winter: Leise rieselt der Schnee.“ *Die Zeit* 1985, 3, 10.

404 Paul J. Crutzen und Jürgen Hahn (Hg.): *Schwarzer Himmel – Auswirkungen eines Atomkrieges auf Klima und globale Umwelt*. Frankfurt am Main: Fischer 1986.

405 Staudinger an Crutzen, vom 15. 08. 1985, AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 4, Teil I. – Appell gegen Waffen im Weltraum (1985), AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 4, Teil I.

406 Vgl. Starlinger an Crutzen, vom 10. 10. 1985, AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 4, Teil I.

407 Vgl. Alan Robock: „Policy Implications of Nuclear Winter and Ideas for Solutions.“ *Ambio* 7/ 18 (1989), 360–366, hier 360.

Folgen eines atomaren Schlagabtauschs zwar 1986 nicht gleichermaßen hoch ein, wie es die genannten Studien Anfang der 1980er getan hatten, nahm sie aber dennoch als ausreichend bedrohlich wahr.⁴⁰⁸ Michail Gorbatschow (geb. 1931) räumte der These selbst einen gewissen Einfluss auf seine eigene politische Haltung ein.⁴⁰⁹ 1988 trat das im Vorjahr von Ronald Reagan (1911–2004) und Gorbatschow unterzeichnete Abkommen über ‚Intermediate Range Nuclear Forces‘ (INF) in Kraft, mit dem die atomare Abrüstung in den USA und der UdSSR eingeleitet wurde.⁴¹⁰ Im selben Jahr erkannte die UN den ‚Nuklearen Winter‘ als wissenschaftlich evidente These an.⁴¹¹ Die weltweite Zahl potentiell einsatzbereiter Atomwaffen sank seit den 1980er Jahren zwar einerseits stark von etwa 70.000 Sprengköpfen auf ca. 8.500 in den 2000er Jahren. Andererseits ist dieser Bestand nach wie vor mehr als ausreichend, um einen ‚Nuklearen Winter‘ zu realisieren und die Zahl an Sprengköpfen, die darüber hinaus hypothetisch wieder in den Einsatz genommen werden könnten, wird allein für Russland und die Vereinigten Staaten zusammen auf etwa 15.000 Stück geschätzt.⁴¹²

3.4.4 Anthropozän und Verantwortung. Geo-Engineering als Ausweg?

Vom Einfluss des Luftverkehrs über FCKW, Ozonloch, Treibhausgasen, (anthropogen und naturbedingte) Biomasseverbrennung und dem Szenario des ‚Nuklearen Winters‘, bis hin zu hier nicht näher ausgeführten Themengebieten, wie etwa den Methanemissionen aus der Massentierzucht⁴¹³ oder der Emittierung von Lachgas aus mit Düngemitteln bearbeiteten Landflächen,⁴¹⁴ zieht sich die Beschäftigung mit dem Einfluss des Menschen auf die Atmosphäre und das Erdklima kontinuierlich durch Crutzens Biographie. Wie schon erläutert schlug er im Jahr 2000 schließlich mit dem Begriff des ‚Anthropozän‘ eine Bezeichnung für ein neues geologisches Zeitalter vor, der gegenwärtig einen zunehmenden Anklang in der wissenschaftlichen wie auch in öffentlichen Diskussion findet. Für Crutzen selbst verbindet sich mit dem Konzept offenbar ein Handlungsimperativ, in welchem sowohl politische als auch im Zweifelsfall außerpolitische Lösungsansätze inbegriffen sind. Das Montreal-Protokoll zur Eindämmung der FCKW ist zweifellos ein Beispiel für die relativ erfolgreiche Reaktion auf der internationalen politischen Ebene. Solche Erfolge blieben in anderen Kontexten weitgehend aus, etwa im

408 Vgl. Badash, *A Nuclear Winter's Tale*, 2009, 165.

409 Vgl. Alan Robock: „Nuclear Winter.“ *WIRE's Climate Change* 1 (2010), 418–427, hier 425.

410 Vgl. Alan Robock, „Policy Implications“, 1989, 361.

411 Vgl. General Assembly, 10th session: Climatic effects of nuclear war, including nuclear winter, 05.05.1988. Archivmaterial auf der Internetseite der UN: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/43/351. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018. – Siehe auch: Robock, „Policy Implication“, 1989, 360–366, hier, 360.

412 Vgl. Robock, „Nuclear Winter“, 419.

413 U. a. Gunnar W. Schade und Paul J. Crutzen: „Emission of aliphatic amines from animal husbandry and their reactions. Potential source of N₂O and HCN.“ *Journal Atmospheric Chemistry* 22 (1995), 319–346. – M. G. M. Berges und Paul J. Crutzen: „Estimates of global N₂O emissions from cattle, pig and chicken manure, including a discussion of CH₄ emissions.“ *Journal Atmospheric Chemistry* 24 (1996), 241–269.

414 Vgl. Paul J. Crutzen und Dieter Hans Ehhalt: „Effects of nitrogen fertilizers and combustion on the stratospheric ozone layer.“ *Ambio* 1–3/6 (1977), 112–117.

Falle der Eindämmung der CO₂-Produktion. Die Frage nach der Verantwortung des Menschen behält daher für Crutzen bis in die Gegenwart hinein ihre prominente Bedeutung.⁴¹⁵ Aus der Frustration über das Versagen politischer Instrumente heraus, insbesondere zur Reduktion von Treibhausgasen,⁴¹⁶ löste Crutzen 2006, auf der Suche nach Alternativen abseits politischer Entscheidungsprozesse eine hitzige Debatte aus. Man könnte, so sein damaliger Vorschlag, mit wissenschaftlichen Methoden selbst in das Erdsystem eingreifen, um einem klimabedingten Kollaps zu begegnen, oder mit anderen Worten: Man müsse über gezieltes Geo-Engineering nachdenken.⁴¹⁷

Grundsätzlich war diese Idee nicht neu und ernsthafte Bemühungen zur lokalen Wettermanipulation wurden seit den späten 1940er Jahren forciert, freilich durch den aufkommenden Kalten Krieg befördert⁴¹⁸ und sogar in der BRD vorangetrieben.⁴¹⁹ Mit Crutzens Vorschlag von 2006, das globale Erdklima zu manipulieren, erreichte Geo-Engineering allerdings eine neuartige Dimension. Als erste – in der Folge höchst umstrittene – Idee für einen solchen Eingriff, schlug er vor zu untersuchen, ob die Freisetzung von Schwefelverbindungen in die Atmosphäre das Rückstrahlungspotential der Erde von Sonnenlicht ins All maßgeblich erhöhen könnte. Crutzens Vorschlag bezog sich dabei ausdrücklich nicht auf eine praktische Durchführung dieses oder eines vergleichbaren Ansatzes, sondern vielmehr darauf, dass Geo-Engineering nicht als Tabu behandelt werden dürfe und es grundsätzlich notwendig sei über etwaige Möglichkeiten zu diskutieren und entsprechende Ansätze zu entwickeln und zu beforschen. Die Reaktionen auf diesen Vorschlag waren anfänglich teils ausgesprochen heftig, nicht allein wegen der berechtigten Kritik an der Umsetzbarkeit und den möglichen katastrophalen Folgen des Injizierens von Schwefel in die Atmosphäre, sondern vor allem wegen der grundsätzlichen Idee in großem Maßstab aktiv in die Natur einzugreifen.⁴²⁰

Inzwischen allerdings hat sich eine ernsthafte wissenschaftliche Debatte über Geo-Engineering entwickelt und es wurden einige Vorschläge zur Operationalisierung gemacht, mit denen sich in der BRD seit jüngster Zeit sogar die Politik befasst, insbesondere das Bundesministerium für Umwelt.⁴²¹ Die diskutierten Ansätze reichen dabei von der Aerosol-Injektion in die Atmosphäre bis hin zu Sonnensegeln im All, die einen Teil des Sonnenlichts umleiten sollen.⁴²²

415 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011.

416 ebd.

417 Crutzen, „Albedo enhancement“, 2006, 211–219.

418 Vgl. Norah B. Bonnheim: „History of climate engineering.“ *WIRE's Climate Change* 1 (2010), 891–897, hier 893. – Siehe insbesondere zur UdSSR auch: Jonathan D. Oldfield: „Climate modification and climate change debates among Soviet physical geographers, 1940s–1960s.“ *WIRE's Climate Change* 4 (2013), 513–524.

419 Vgl. Achermann, „Die Eroberung der Atmosphäre“, 2013, 225–239.

420 Carsten Reinhardt und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011.

421 Umweltbundesamt (Hg.): *Geo-Engineering. Wirksamer Klimaschutz oder Größenwahn? Methoden – rechtliche Rahmenbedingungen – umweltpolitische Forderungen*. Berlin: Umweltbundesamt 2011.

422 Vgl. Sean Low et al.: „Climate Engineering.“ *IASS Fact Sheet* 1 (2013), 1–5, hier 3.

Resümee und Ausblick

Das heutige Forschungsprofil des MPIC entwickelte sich seit Ende der 1960er über vier Jahrzehnte hinweg aus einer neuartigen Atmosphärenforschung heraus, die vor der Ansiedlung der Abteilung für Atmosphärenchemie in der gesamten MPG bis dato keine nennenswerte Rolle gespielt hatte. Im Fokus standen zunehmend integrative Ansätze, die nicht mehr allein die Atmosphäre, sondern deren wechselseitige Austauschprozesse und Interaktionen mit anderen Erdsystemen ins Blickfeld rückten. Diese Sichtweise spiegelte sich sowohl in Bezug auf die epistemische wie auch die wissenschaftsorganisatorische Entwicklung wider. Durch die Betrachtung anderer Teilsysteme, wie der Biosphäre und der Ozeane wurde es notwendig, weitere Forschungsbereiche unter dem Dach der Atmosphären- und Erdsystemforschung einzubeziehen. Auf der organisatorischen Ebene schlug sich dies am MPIC in einem sukzessiven Ausbau erdsystemisch orientierter Abteilungen nieder, beginnend mit der Biogeochemie und mit dem schlussendlichen Resultat einer institutionellen Gesamtausrichtung, die in den 2000er Jahren zur Ausgliederung anderer Zweige wie der Kosmochemie führte.

Die Grundsteinlegung für diese Entwicklung erfolgte 1968 fast zufällig, nach einer knapp zehnjährigen Durststrecke, über die hinweg es den zuständigen Kommissionen in der MPG nicht möglich war, einen Kandidaten für den Direktorenposten zu akquirieren. Dies war mitverursacht durch die lange Zeit herrschenden Schwierigkeiten, sich auf künftige Themenfelder zu einigen und hierfür geeignetes Führungspersonal zu finden. Josef Mattauch hatte sich maßgeblich für den Aufbau der Massenspektrometrie am MPIC verantwortlich gezeichnet⁴²³ und anfänglich hatte man noch einen Nachfolger mit unmittelbarem Themenbezug zu seinen Arbeiten gesucht. Erst mehrere Berufungsrückschläge führten dazu, dass die verantwortlichen Kommissionen allmählich offener gegenüber der Kandidatenwahl und schließlich auch der möglichen Themenorientierung werden mussten. Die Institutstradition musste mangels geeigneten Personals erzwungenermaßen zurückgestellt werden und erst als schon die Schließung der Einrichtung im Raum stand, wurden neuartige Ausrichtungen denkbar. Am Ende dieses Prozesses standen 1968 die Ansiedlung der Atmosphärenchemie einerseits und die Stärkung der bereits 1953 von Friedrich Paneth eingeführten Kosmochemie andererseits. Letzteres ist retrospektiv eine Ironie der Geschichte, da gerade die nach Paneths Tod zurückgebliebenen Kosmochemiker über längere Episoden der Nachfolgesuche hinweg ernsthafte Schwierigkeiten hatten, von der MPG Unterstützung für ihre Forschungen zu erhalten. Atmosphären- und Kosmochemie bestanden fast vier Jahrzehnte nebeneinander und prägten das MPIC entscheidend. Nach der Emeritierung von Günter Lugmaier im Jahr 2005 allerdings, wurde die Kosmochemie schließlich nicht mehr weitergeführt und seit 2012 befasst sich das Institut abteilungsübergreifend ausschließlich mit erdsystemischen Fragestellungen mit atmosphärenwissenschaftlichen Schwerpunkten.

423 Vgl. Reinhardt, „Massenspektroskopie als methodische Klammer“, 2012, 111ff.

Die Neuansiedlung der integrativen Atmosphärenchemie war einer komplexen Konstellation geschuldet und wäre wohl 1960 noch nicht denkbar gewesen (Kap. 1). Das Feld war damals noch weit davon entfernt, sich in der bundesrepublikanischen, von klassischer Wetterforschung dominierten, Atmosphärenwissenschaft nachhaltig zu etablieren. Das seit der zweiten Hälfte der 1960er Jahre allmählich wachsende gesellschaftliche und politische Interesse an umweltwissenschaftlichen Fragestellungen (z. B. Saurer Regen), steigerte die allgemeine Aufmerksamkeit auch für die Atmosphärenwissenschaften. Dies begünstigte zweifellos die Wahrnehmung und das Interesse in den für die Berufungen und Themenfindung zuständigen Kommissionen in der MPG, die sich just zu dieser Zeit allgemein und verstärkt mit Fragen nach der gesellschaftlichen Bedeutung von Forschung auseinanderzusetzen begannen. Doch auch Profanes spielte bei der Berufung Junges eine Rolle: Der geeignete Kandidat war an der Gutenberg-Universität verankert, mit der seit Jahren Kooperationen bestanden und die sich räumlich unmittelbar vor der Haustür des MPIC befand. Die Berufung erfolgte dann, nachdem über zehn Jahre kein Direktor ans Institut hatte berufen werden können, im Vergleich zu den üblichen Berufungsverfahren in der MPG in rekordverdächtiger Zeit.

Nach der Eröffnung von Junges Abteilung begann die integrative Atmosphärenforschung sukzessive zu expandieren – und zwar zuerst nach außen. In Kombination mit dem seit 1970 geförderten DFG-SFB 73 wurde Junges Abteilung, die sich mit steigender Tendenz mit anderen nationalen und internationalen Einrichtungen vernetzte, zu einem Motor für den Aufbau der Atmosphärenwissenschaften in der MPG, aber auch der Bundesrepublik insgesamt (Kap. 2). Während Junges Amtszeit kam es am MPIC selbst zunächst noch nicht zu weiteren Abteilungsgründungen, die ein erdsystemisches Profil dieses Instituts weiter ausgeprägt hätten. Auf übergeordneter Ebene allerdings war Junge seit Anfang der 1970er Jahre wesentlich an der stärkeren Integration der Meteorologie in die MPG beteiligt. Diese Bemühungen fanden 1975 in der Gründung des Max-Planck-Instituts für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg ihren institutionellen Ausdruck. Das Institut wurde anfänglich mit zwei Abteilungen gegründet: ‚Ozeanische Prozesse und Planmodelle‘ unter der Leitung von Klaus Hasselmann (geb. 1931) und ‚Physikalische Prozesse in der Atmosphäre‘ unter Hans Georg Hinzpeter (1921-1999). Heute besteht die Einrichtung aus drei Abteilungen, die allesamt den Begriff Erdsystem im Titel tragen: Atmosphäre im Erdsystem unter Björn Stevens (geb. 1966), Land im Erdsystem (Martin Claußen) und Ozean im Erdsystem (Jochem Marotzke).⁴²⁴ In Kooperation mit der Universität Hamburg ist darüber hinaus die International Max Planck Research School on Earth System Modeling am MPI-M angesiedelt. Die genauen Umstände und Hintergründe dieser Institutsgründung und -entwicklung, insbesondere mit Blick auf den Aufbau des Deutschen Klimarechenzentrums und der weiteren Forcierung integrativer Ansätze, sind wesentlicher Bestandteil aktueller Forschungen im Rahmen des GMPG-Teilprojekts ‚Erdsystemwissenschaften in der MPG‘. Eine Publikation hierzu befindet sich momentan in Vorbereitung.

424 Vgl. Internetauftritt des MPI-M: <https://www.mpimet.mpg.de/en/institute/organisation/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Am MPIC indes dominierte, gemessen an den Abteilungen, noch bis in die 1980er Jahre hinein zunächst die Kosmochemie. Unmittelbar nach Christian Junges Berufung 1968 bestand das Institut aus den Abteilungen Atmosphärenchemie, Kosmochemie, Massenspektroskopie und Isotopenkosmologie sowie Kernphysik. 1979 wurde unter Albrecht Werner Hofmann die Abteilung für Geochemie eingerichtet und so gliederte sich die Institutsstruktur bis Mitte der 1980er Jahre in die Abteilungen Atmosphärenchemie (Crutzen), Geochemie (Hofmann), Kosmochemie mit Schwerpunkt auf die Mondforschung und Planetologie (Heinrich Wänke) sowie Kosmochemie mit Schwerpunkt auf massenspektrometrischen Spurenanalysen und der Isotopenhäufigkeit bei Meteoriten (Friedrich Begemann). Insbesondere die letzten beiden Abteilungen pflegten, sowohl auf Grund der sich teils überschneidenden Themenfelder als auch der persönlichen Beziehungen der beiden Leiter, einen regen Austausch und Kooperation. Neben diesen vier Abteilungen gab es zudem zwei weitere Arbeitsgruppen (Kernphysik und physikalische Chemie), gewissermaßen Überbleibsel aus dem bis 1978 verankerten kernphysikalischen Strang der Einrichtung.

Mit Paul Crutzens Amtsantritt als Direktor am MPIC ging 1980 in mehrerer Hinsicht ein Generationenwechsel auf der Leitungsebene der Abteilung für Atmosphärenchemie einher. Junge war vornehmlich Empiriker gewesen, unter dessen Leitung insbesondere Computersimulationen nie eine große Bedeutung zugekommen war. Unter Crutzen, der von Haus aus Ingenieur war und den das Programmieren von Computermodellen seit seinem Eintritt in die Atmosphärenforschung Ende der 1950er Jahre stets begleitet hatte, wurde dieser, in der Atmosphären- und Erdsystemforschung seit den 1980er Jahren so zentrale Bereich wesentlich gestärkt.

Mit der von Crutzen maßgeblich befürworteten Berufung Meinrat O. Andreaes und der damit einhergehenden Gründung der Abteilung für Biogeochemie erfolgte 1987 der nächste entscheidende Schritt auf der strukturellen Ebene des Instituts, der das erdsystemische Profil nachhaltig ausbauen und prägen sollte. Atmosphären- und Biogeochemie etablierten von Beginn an enge Kooperationen von der lokalen bis hin zur internationalen Ebene, insbesondere hinsichtlich der Untersuchung von Stoffkreisläufen und der großen Projekte zur Biomasseverbrennung (Kap. 3).

Ein anderer Faktor, der Crutzens Amtszeit weitaus sichtbarer prägte als Junges, war ein untrügliches Gespür für gesellschaftlich und politisch hochbrisante Themenkomplexe und eine hiermit zusammenhängende Schwerpunktsetzung auf die Erforschung anthropogener Einflüsse auf die Atmosphäre. Letztere hatten Junge in den 1970er Jahren zwar bereits in beachtlicher Weise beschäftigt, bei Crutzen wurden sie jedoch zur zentralen Forschungsprogrammatik, die seinen wissenschaftlichen Werdegang bereits vor seinem Amtsantritt am MPIC entscheidend geprägt hatte. Hierzu gehörten insbesondere die Arbeiten zu den FCKW sowie zur Bedeutung von NO_x für den Abbau von Ozon, die wiederum zu der Frage führten, inwiefern Gefahren von Überschallflugzeugen für die stratosphärische Ozonschicht ausgingen. Biomasseverbrennung, ‚Nuklearer Winter‘, Erklärung des antarktischen Ozonlochs, Klimawandel, die Rolle von Aerosolen und Treibgasen (insbesondere CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x) und die Erforschung ihrer Kreisläufe in und zwischen Bio-, Geo- und Atmosphäre waren die großen atmosphären- und erdsystem-

wissenschaftlichen Themenkomplexe in Crutzen – und später auch Andreaes – Abteilung. Nahezu jedes dieser Themen war nicht nur im Kontext wissenschaftlicher, sondern auch umfassender gesellschaftlicher und gesellschaftspolitischer Diskurse bedeutsam; mitunter zog die Forschung gravierende politische Anschlusshandlungen nach sich, wie etwa im Fall der globalen Eindämmung der FCKW-Produktion und -Nutzung. Wissenschaftler müssen nicht zwangsläufig selbst politisch agieren, weil ihre Arbeiten politisch bedeutsam sind. Crutzen allerdings lässt sich retrospektiv unzweifelhaft als ‚politischer‘ Wissenschaftler bezeichnen, der über die Forschung hinaus hochgradig aktiv an diesen Diskursen partizipierte. Dies spiegelt sich besonders deutlich in seinen vielfältigen Kommissions- und Beratungstätigkeiten sowie einigen seiner populärwissenschaftlichen Schriften wider. Viele von Crutzen bearbeitete Gebiete erfuhren jedoch bereits ohne diese öffentlichkeitswirksamen Publikationen erhebliche mediale Aufmerksamkeit, wie am Beispiel des Nuklearen Winter gezeigt wurde. Die Verleihung des ersten und bislang einzigen Nobelpreises für atmosphärenwissenschaftliche Forschung an Crutzen, Molina und Rowland 1995 ist nicht nur als Würdigung für diesen Bereich zu verstehen, sondern auch als medial höchst wirksame Steigerung der Aufmerksamkeit für politisch stark aufgeladene Themenkomplexe der Atmosphärenforschung.

Ein weiterer entscheidender Schub nach Ausbau des MPIC und Gründung des MPI-M, der die Erdsystemwissenschaften in der MPG noch einmal maßgeblich expandieren ließ, ereignete sich Anfang der 1990er Jahre im Zuge des ‚Aufbau Ost‘. In Folge der deutschen Wiedervereinigung sah sich die MPG mit der Notwendigkeit konfrontiert, sich mit etwaigen Neugründungen in den neuen Bundesländern zu befassen. Hierzu sollten in den drei Fachsektionen Themenvorschläge von den Mitgliedern eingereicht werden, die das künftige Forschungsprofil der MPG mitgestalten sollten bzw. könnten. Unter den Einreichungen befand sich ein intersektioneller Vorschlag von Mitgliedern der CPT-Sektion der MPG (darunter Crutzen und MPI-M Direktor Lennart Bengtsson), die mit Mitgliedern aus der Biomedizinischen Sektion (BM-Sektion) Rücksprache gehalten hatten. Die Antragsteller plädierten dafür, die Untersuchung biogeochemischer Kreisläufe in der MPG deutlich stärker zu forcieren als bisher. In einem Bericht an die CPT-Sektion erläuterte Crutzen die zentralen Überlegungen, die zu diesem Vorschlag geführt hatten. Demnach hätten die letzten Jahrzehnte deutlich werden lassen, „daß die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und Aktivitäten der Biosphäre ein sich wechselwirkend beeinflussendes System“ bilden.

„Aus dieser Erkenntnis heraus sei man darum bemüht, den bei der Erforschung der globalen Umwelt bisher verfolgten Ansatz – die (Erdsysteme, Atmo-, Bio-, Geo) weitgehend getrennt zu untersuchen – zu verlassen und Kenntnisse über Einzelprozesse in ein globales System zu integrieren.“⁴²⁵

425 AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1836, Bl. 22.

Der Verweis auf den europaweiten Alleinstellungscharakter eines solchen Instituts, das sich dieser Fragestellungen annähme,⁴²⁶ dürfte einen weiteren Beitrag dazu geleistet haben, dass 1996/1997 Taten folgten. Der Vorschlag mündete schließlich in die Gründung des MPI-BGC in Jena. Diese Einrichtung und die institutionellen sowie personellen Strukturen, Netzwerke und Verflechtungen in der MPG, die zu seiner Gründung beitrugen wird ebenfalls Teil der künftigen Arbeiten im Rahmen des GMPG-Teilprojekts ‚Erdsystem‘ sein.

Das MPIC indes, baute schlussendlich Mitte der 2000er Jahre abermals um. Der schon erwähnten Schließung der Kosmochemie 2005 folgte am Institut 2007 mit der Emeritierung Albrecht W. Hofmanns die Auflösung der Abteilung für Geochemie, die allerdings nicht vollständig geschlossen, sondern in Andreaes Abteilung überführt wurde.⁴²⁷ Damit war der Weg endgültig frei für eine vollständige Schwerpunktsetzung auf Erdsystemthemenfelder, die am MPIC auch nach der Schließung von Andreaes Abteilung 2016 bis in die Gegenwart fortbesteht. Das Ziel der Einrichtung, so die Selbstbeschreibung im Rahmen des Internetauftritts, bestehe darin, „ein integrales Verständnis der chemischen Prozesse im Erdsystem von molekularen bis zu globalen Skalen“⁴²⁸ zu gewinnen.

426 Vgl. ebd.

427 Vgl. Kant und Lax, „Chronik“, 2012, 278f.

428 Internetauftritt des MPIC: <https://www.mpic.de/ueber-uns.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Danksagung

Das Projekt wurde maßgeblich von MPIC-Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gefördert und unterstützt. Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Meinrat O. Andreae, Ulrich Pöschl, Paul Crutzen und Susanne Benner. Weiterhin bedanke ich mich herzlich bei Carsten Reinhardt von der Universität Bielefeld, Rebecca Mertens, David Rengeling und bei den Forscherinnen und Forschern sowie den fantastischen studentischen Hilfskräften des Programms zur Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft am MPI für Wissenschaftsgeschichte für die konstruktiven Diskussionen und die freundliche Lesebereitschaft. Für die Bereitschaft zur Teilnahme an aufschlussreichen Interviews schulde ich weiterhin Hans-Walter Georgii, Günter Hermann, Norbert Trautmann, Friedrich Begemann, Heike Tilzer und abermals Meinrat Andreae und Paul Crutzen großen Dank.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: AMPG

Abb. 2: AMPG

Abb. 3: AMPG

Abb. 4: L. Schütz, aus: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto-Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 198.

Abb. 5: H. Elbert, aus: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto-Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 151.

Abb. 6: Gregor Lax

Abb. 7: AMPG

Abb. 8: AMPG

Abb. 9: Hannes Grobe, Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Metor-1964_hg.jpg. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018 (GFDL, CC-BY 2.5).

Abb. 10: Paul Crutzen und Zimmermann, aus: Ian E. Galbally: *The International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Programme. A Core Project of the International Geosphere-Biosphere Programme*. Stockholm 1989, Front Cover.

Abb. 11: R.A. Kerr, aus: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto-Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 163.

Abb. 12: NASA, Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arctic_stratospheric_cloud.jpg. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Archivalien

Archiv der Max-Planck-Gesellschaft

MPI für Chemie

Abt. II Rep. 25 (A50), Mappe 13.

Abt. II Rep. 25 (A50), Mappe 14.

Senat

AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 50.SP.

AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 51.SP.

AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 53.SP.

AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 55.SP.
AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 59.SP.
AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 62.SP.
AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 85.SP.
AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 89.SP.
AMPG, II. Abt., Rep. 60, Nr. 90.SP.

Wissenschaftlicher Rat

AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 494.
AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 495.
AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 498.
AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1771.
AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1775.
AMPG, II. Abt., Rep. 62, Nr. 1836.

Institutsbetreuer (Generalverwaltung)

AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 840.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 841.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 842.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 843.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 844.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 848.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 849.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 850.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 851.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 853.
AMPG, II. Abt., Rep. 66, Nr. 854.

Nachlass von Christian E. F. Junge

AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 1.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 2.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 3.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 4.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 5.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 6.
AMPG, III. Abt., ZA 95, Ordner 8.

Vorlass von Paul J. Crutzen

AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 4, Teil I.
AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 4, Teil II.
AMPG, III. Abt., ZA 125, Nr. 9.

Bundesarchiv Berlin

Reichsministerium des Inneren

BArch, RI501/ZA VI 0087 A.02/03.

Bundesarchiv Koblenz

Deutsche Forschungsgemeinschaft

BArch, B227/10803.

BArch, B227/010802.

BArch, B227/010919.

BArch, B227/011037.

BArch, B227/011461.

BArch, B227/011244.

BArch, B227/011460.

BArch, B227/012081.

BArch, B227/012082.

BArch, B227/077088.

Digitales Archiv des Forschungsprogramms GMPG

DA GMPG, BC 101.501

Dokumentation des Autors

Interviews

Lax, Gregor: Interview mit Hans-Walter Georgii vom 27. 04. 2015 in Bielefeld und Oberursel.

Lax, Gregor: Interview mit Heike Tilzer vom 14. 08. 2015 in Konstanz.

Lax, Gregor: Interview mit Meinrat O. Andreae vom 02. 12. 2015 in Mainz.

Kant, Horst, Gregor Lax und Anja Heller: Interview mit Günter Hermann und Norbert Trautmann vom 28. 04. 2012 in Mainz.

Reinhardt, Carsten und Gregor Lax: Interview mit Paul Crutzen vom 17. 11. 2011 in Mainz.

Reinhardt, Carsten und Gregor Lax: Interview mit Friedrich Begemann vom 06. 01. 2012 in Mainz.

Korrespondenz

E-Mail von Christoph Brühl (MPIC) an Gregor Lax, vom 09. 11. 2015.

Bibliographie

Literatur

- Achermann, Dania: „Die Eroberung der Atmosphäre. Wetterbeeinflussung in Süddeutschland zur Zeit des Kalten Krieges.“ *Technikgeschichte* 80/3 (2013), 225–239.
- Achermann, Dania: *Institutionelle Identität im Wandel. Zur Geschichte des Instituts für Physik der Atmosphäre in Oberpfaffenhofen*. Bielefeld: Transcript 2016.
- Andreae, Meinrat O.: „Distribution and spaciation of arsenic in the natural environment.“ *Deep-Sea Research* 25 (1978), 391–402.
- Andreae, Meinrat O.: „Biomass burning. Its history, use and distribution and its impact on environmental quality and global climate.“ In: Joel S. Levine (Hg.): *Global Biomass Burning. Atmospheric, Climatic and Biospheric Implications*. Cambridge, MA: MIT Press 1991, 3–21.
- Andreae, Meinrat O.: „Biogeochemische Forschung am Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 133–185.
- Andreae, Meinrat O., P. Artaxo, H. Fischer, S. R. Freitas, J.-M. Grégoire, A. Hansel, P. Hoor, R. Kormann, R. Krejci, L. Lange, J. Lelieveld, W. Lindinger, K. Longo, W. Peters, M. de Reus, B. Scheeren, M. A. F. Silva Dias, J. Ström, P. F. J. van Velthoven und J. Williams: „Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region.“ *Geophysical Research Letters* 28 (2001), 951–954.
- Andreae, Meinrat O., Jochem Marotzke und Martin Heimann: *Partnerschaft Erdsystemforschung*. Jena, Mainz und Hamburg 2006.
- Badash, Lawrence: *A Nuclear Winter's Tale. Science and Politics in the 1980s*. Cambridge, MA: MIT Press 2009.
- Barrie, L. A. J. W. Bottenheimer, R. C. Schnell, Paul J. Crutzen und R. A. Rasmussen: „Ozone destruction and photochemical reactions at polar sunrise in the lower Arctic atmosphere.“ *Nature* 334 (1988), 138–141.
- Beck, Silke: „Moving beyond the linear model of expertise? IPCC and the test of adaption.“ *Regional Environmental Change* 11 (2011), 297–306.

- Begemann, Friedrich und Willard F. Libby: „Continental water balance, ground-water inventory and storage times, surface ocean mixing rates, and world wide water circulation patterns from cosmic-ray and bomb tritium.“ *Geochimica et Cosmochimica Acta* 12 (1957), 227–296.
- Berg, W. W., Paul J. Crutzen, F. E. Grahek, S. N. Gitlin und W. A. Sedlacek: “First measurements of total chlorine and bromine in the lower stratosphere.” *Geophysical Research Letters* 7 (1980), 937–940.
- Berges, M. G. M. und Paul J. Crutzen: „Estimates of global N₂O emissions from cattle, pig and chicken manure, including a discussion of CH₄ emissions.“ *Journal Atmospheric Chemistry* 24 (1996), 241–269.
- Blankenship, James R. und Paul J. Crutzen: „A photochemical model for the space-time variations of the oxygen allotropes in the 20 to 100 km layer.“ *Tellus* 2/18 (1966), 160–175.
- Bolin, Bert: „Atmospheric Chemistry and broad geophysical relationships.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 12/45 (1959), 1663–1672.
- Bolin, Bert, Paul J. Crutzen, P. M. Vitousek, R. G. Woodmansee, Edward Goldberg und R. B. Cook: „Interactions of biogeochemical cycles.“ In: Bert Bolin (Hg.): *The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions*. Chichester: Wiley 1983, 1–40.
- Bonnheim, Norah B.: „History of climate engineering.“ *WIRE's Climate Change* 1 (2010), 891–897.
- Böschen, Stefan: *Risikogenese. Prozesse gesellschaftlicher Gefahrenwahrnehmung: FCKW, Dioxin, DDT und Ökologische Chemie*. Opladen: Leske und Budrich 2000.
- Brüggemann, Julia: „Die Ozonschicht als Verhandlungsmasse. Die deutsche Chemieindustrie in der Diskussion um das FCKW-Verbot 1974 bis 1991.“ *Zeitschrift für Unternehmensgeschichte* 2/60 (2015), 168–193.
- Brühl, Christoph und Paul J. Crutzen: „Scenarios of possible changes in atmospheric temperatures and ozone concentrations due to man’s activities as estimated with a one-dimensional coupled photochemical climate model.“ *Climate Dynamics* 2 (1988), 173–203.
- Brühl, Christoph und Paul J. Crutzen: „Ozone and climate changes in the light of the Montreal Protocol. A model study.“ *Ambio* 19 (1990), S.293–301.
- Brühl, Christoph und Paul J. Crutzen: „The atmospheric chemical effects of aircraft operations.“ In: Ulrich Schumann (Hg.): *Air Traffic and the Environment – Background, Tendencies and Potential Global Atmospheric Effects*. Proceedings of a DLR International Colloquium. Bonn: Springer 1990, 96–106.

- Brühl, Christoph, Th. Peter und Paul J. Crutzen: „Increase in the PSC-formation probability caused by high-flying aircraft.“ *Geophysical Research Letters* 18 (1991), 1465–1468.
- Chapman, Sidney: „A Theory of upper-atmospheric ozone.“ *Memoirs of the Royal Meteorological Society* 3/26 (1929), 103–125.
- Chapman, Sidney: „On ozone and atomic oxygen in the upper atmosphere.“ *London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science* 10/64 (1930), 369–383.
- Conway, Erik und Naomi Oreskes: *Merchants of Doubt. How a Handful of Scientists Obscured the Truth on Issues from Tobacco Smoke to Global Warming*. New York, NY: Bloomsbury Press 2010.
- Crutzen, Paul J.: „Determination of parameters appearing in the ‚dry‘ and the ‚wet‘ photochemical theories for ozone in the stratosphere.“ *Tellus* 3/21 (1969), 368–388.
- Crutzen, Paul J.: „The influence of nitrogen oxides on the atmospheric ozone content.“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 96 (1970), 320–325.
- Crutzen, Paul J.: „SST’s – A Threat to the Earth’s Ozone Shield.“ *Ambio* 2/1 (1972), 41–51.
- Crutzen, Paul J.: *The photochemistry of the stratosphere with special attention given to the effects of NO_x emitted by supersonic aircraft*. US Department of Transportation, 1. Konferenz CIAP 1972, 880–888.
- Crutzen, Paul J.: „Estimates of possible future ozone reductions from continued use of fluorochloromethanes (CF₂Cl₂, CFC1₃).“ *Geophysical Research Letters* 1 (1974), 205–208.
- Crutzen, Paul J.: „Estimates of Possible Variation in Total Ozone Due to Natural Causes and Human Activities.“ *Ambio* 6/3 (1974), 201–210.
- Crutzen, Paul J.: „The possible importance of CSO for the sulfate layer of the stratosphere.“ *Geophysical Research Letters* 3 (1976), 73–76.
- Crutzen, Paul J.: „Geology of Mankind.“ *Nature* 1/415 (2002), 23.
- Crutzen, Paul J.: „Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections. A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?“ *Climatic Change* 77 (2006), 211–219.
- Crutzen, Paul J. und Meinrat O. Andreae: „Atmospheric Chemistry.“ In: T. F. Malone und J. G. Roederer (Hg.): *Global Change*. Cambridge: Cambridge University Press 1985, 75–113.
- Crutzen, Paul J. und Meinrat O. Andreae: „Biomass Burning in the Tropics. Impact on Atmospheric Chemistry and Biogeochemical Cycles.“ *Science* 4988/250 (1990), 1669–1678.

- Crutzen, Paul J. und F. Arnold: „Nitric acid cloud formation in the cold Antarctic stratosphere. A major cause for the springtime ‚ozone hole‘.” *Nature* 324 (1986), 651–655.
- Crutzen, Paul J. und F. Arnold: „Nitric acid cloud formation in the cold Antarctic stratosphere: a major cause for the springtime ‚ozone hole‘.” *Nature* 324 (2013), 651–655.
- Crutzen, Paul J. und John Birks: „The Atmosphere after a Nuclear War: Twilight at Noon.” *Ambio* 11 (1982), 114–125.
- Crutzen, Paul J., Christoph Brühl, U. Schmailzl und F. Arnold: „Nitric acid haze formation in the lower stratosphere: a major contribution factor to the development of the Antarctic ‚ozone hole‘.” In: M. P. McCormick und P.V. Hobbs (Hg.): *Aerosols and Climate*. Hampton, VA: A Deepak 1988, 287–304.
- Crutzen, Paul J. und Dieter Hans Ehhalt: „Effects of nitrogen fertilizers and combustion on the stratospheric ozone layer.“ *Ambio* 1–3/6 (1977), 112–117.
- Crutzen, Paul J. und Jürgen Hahn (Hg.): *Schwarzer Himmel – Auswirkungen eines Atomkrieges auf Klima und globale Umwelt*. Frankfurt am Main: Fischer 1986.
- Crutzen, Paul J., Leroy E. Heidt, Josph P. Krasnec, Walter H. Pollock und Wolfgang Seiler: „Biomass burning as a source of atmospheric gases CO, H₂, N₂O, NO, CH₃CL and COS.“ *Nature* 282 (1979), 253–256.
- Crutzen, Paul J., Gregor Lax und Carsten Reinhardt: „Paul Crutzen on the Ozone Hole, Nitrogen Oxides, and the Nobel Prize.” *Angewandte Chemie International Edition* 52/1 (2013), 48–50.
- Crutzen, Paul J., R. Müller, Christoph Brühl und Th. Peter: „On the potential importance of the gas phase reaction CH₃O₂+ClO → ClOO+CH₃O and the heterogeneous reaction HOCl+HCl → H₂O+Cl₂ in ‚ozone hole‘.” *Geophysical Research Letters* 19 (1992), 1113–1116.
- Crutzen, Paul J. und Eugene F. Stoermer: „The ‚Anthropocene‘.“ *Global Change Newsletter* 41 (2000), 17–18.
- Crutzen, Paul J., Douglas M. Whelpdale, Dieter Kley und Leonard A. Barrie: „The cycling of sulfur and nitrogen in the remote atmosphere.“ In: James N. Galloway: *The Biogeochemical Cycling of Sulfur and Nitrogen in the Remote Atmosphere*. Dordrecht: Reidel 1985, 203–212.
- Dalby, Simon, Jessi Lehman, Sara Nelson, Rory Rowan, Stephanie Wakefield, Kathryn Yusoff, Elizabeth Johnson und Harlan Morehouse: „After the Anthropocene. Politics and geographic inquiry for a new epoch.“ *Progress in Human Geography* 38/3 (2014), 439–456.
- Deckstein, Dinah: „Think small.“ *Der Spiegel* 07. August 2000, 32, 82–83.

- Der Spiegel (Hg.): „Rückführung.“ *Der Spiegel* 07. August 1963, 32, 12.
- Der Spiegel (Hg.): „100 Gramm Mond nach Mainz. Interview mit Professor Heinrich Wänke vom Max-Planck-Institut für Chemie in Mainz.“ *Der Spiegel* 14. Juli 1969, 29, 105.
- Deutsches Hydrografisches Institut Hamburg (Hg.): *Forschungsschiff Meteor 1964–1985*. Hamburg: Deutsches Hydrografisches Institut 1985.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1970.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1976.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1979.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1980.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1982.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1985.
- DFG (Hg.): *Jahresbericht der DFG*, Bd. 2, Bad Godesberg 1986.
- Edwards, Paul N.: „History of Climate Modeling.“ *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change* 2 (2011), 128–139.
- Engels, Jens Ivo: „Geschichte und Heimat. Der Widerstand gegen das Kernkraftwerk Wyhl.“ In: Kerstin Kretschmer (Hg.): *Wahrnehmung, Bewusstsein, Identifikation. Umweltprobleme und Umweltschutz als Triebfedern regionaler Entwicklung*. Freiberg: Technische Universität Bergakademie 2003, 103–130.
- Farman, John C., B. G. Gardiner, J. D. Shanklin: Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO_x/NO_x Interaction. *Nature* 315 (1985), 207–210.
- Fischer, H., A. E. Waibel, M. Welling, F. G. Wienhold, T. Zenker, Paul J. Crutzen, F. Arnold, V. Bürger, J. Schneider, A. Bregman, J. Lelieveld und P. C. Siegmund: “Observations of high concentration of total reactive nitrogen (NO_y) and nitric acid (HNO₃) in the lower Arctic stratosphere during the Stratosphere-Troposphere Experiment by Aircraft Measurements (STREAM) II campaign in February 1995.” *Journal of Geophysical Research* 102 (1997), 23559–23571.
- Feck, Thomas: *Wasserstoff-Emissionen und ihre Auswirkungen auf den arktischen Ozonverlust. Risikoanalyse einer globalen Wasserstoffwirtschaft*. Jülich: Forschungszentrum Jülich 2009.

- Galbally, Ian E. (Hg.): *The International Global Atmospheric Chemistry (IGAC) Programme. A Core Project of the International Geosphere-Biosphere Programme*. Stockholm 1989.
- Gassert, Phillip, Tim Geiger und Hermann Wentker (Hg.): *Zweiter Kalter Krieg und Friedensbewegung: Der NATO-Doppelbeschluss in deutsch-deutscher und internationaler Perspektive*. München: Oldenbourg 2011.
- Gidel, Louis T., Paul J. Crutzen und Jack Fishman: "A two-dimensional photochemical model of the atmosphere. 1: Chlorocarbon emissions and their effect on stratospheric ozone." *Journal of Geophysical Research* 88 (1983), 6622–6640.
- Gordon, Glen E.: „Reviews on Atmospheric Chemistry (Barbara J. Finlayson-Pitts and James N. Pitts) and Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution (John S. Seinfeld).“ *Science* 235/4793 (1987), 1263–1264.
- Gramelsberger, Gabriele: „Conceiving process in atmospheric models – General equations, subscale parameterizations, and ‘superparameterizations’.“ *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41 (2010), 233–241.
- Gramelsberger, Gabriele und Johann Feichter (Hg.): *Climate Change and Policy. The Calculability of Climate Change and the Challenge of Uncertainty*. Berlin: Springer 2011.
- Groß, J. U., Th. Peter, C. Brühl und P. J. Crutzen: "The Influence of high flying aircraft on polar heterogeneous chemistry." In: U. Schuhmann, und D. Wurzel (Hg.): *Proceedings of an international scientific Colloquium on Impact of Emissions from Aircraft and Spacecraft upon the Atmosphere*. Köln 1994, 229–234.
- Grundmann, Reiner: *Transnational Environmental Policy. Reconstructing ozone*. London: Routledge 2001.
- Hahn, Jürgen: „N₂O Measurements in the Northeast Atlantic Ocean.“ *Meteor Reihe A* (1975), 1–14.
- Hall, R. Cargill: *A History of the Military Polar orbiting Meteorological Satellite Program*. Chantilly: National Reconnaissance Office 2001.
- Hampson, John: „Chemiluminescent emissions observed in the stratosphere and mesosphere.“ In: *Les problèmes météorologiques de la stratosphere et de la mésosphère*. Paris: Presses Universitaires de France 1966, 393–440.
- Hampson, John: „Photochemical war on the atmosphere.“ *Nature* 250 (1974), 189–191.
- Hart, David M. und David G. Victor: „Scientific Elites and the Making of US Politics for Climate Change Research, 1957-1974.“ *Social Studies of Science* 23 (1993), 643–680.

- Heymann, Matthias: „Lumping, testing, tuning: The invention of an artificial chemistry in atmospheric transport modeling.“ *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41 (2010), 218–132.
- Heymann, Matthias: „Understanding and misunderstanding computer simulation: The case of atmospheric and climate science – An introduction.“ *Studies in History and Philosophy of Modern Physics* 41 (2010), 193–200.
- Hoffman, Dieter und Ulrich Schmidt-Rohr (Hg.): *Wolfgang Gentner – Festschrift zum 100. Geburtstag*. Berlin: Springer 2006.
- Hornung, Helmut: „Den Mond in der Nase.“ *Max Planck Forschung* 4 (2010), 96–97.
- Houghton, John T., Luiz G. Meira Filho, B. A. Callander, Neil Harris, A. Kattenberg und K. Maskell (Hg.): *Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press 1996.
- Jaenicke, Ruprecht: „Die Erfindung der Luftchemie – Christian Junge.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 187–202.
- Jardine, Kolby, A. M. Yañez-Serrano, J. Williams, N. Kunert, A. Jardine, T. Taylor, L. Abrell, P. Artaxo, A. Guenther, C. N. Hewitt, E. House, A. P. Florentino, A. Manzi, N. Higuchi, J. Kesselmeier, T. Behrendt, P. R. Veres, B. Derstroff, J. D. Fuentes, S. T. Martin und M. O. Andreae: „Dimethyl sulfide in the Amazon rain forest.“ *Biogeochemical Cycles* 29 (2015), 19–32.
- Jochum, Klaus Peter: „Drei Jahrzehnte Funkenmassenspektrometrie (SSMS) im Bereich Geo- und Kosmochemie am Max-Planck-Institut für Chemie Mainz.“ In: Klaus Peter Jochum, Brigitte Stoll und Michael Seufert (Hg.): *20 Jahre Arbeitstagung „Festkörpermassenspektrometrie“ (1977–1997)*. 2. Auflage. Mainz: Max-Planck-Institut für Chemie 1998, 1–58.
- Johnson, Jeffrey A.: *The Kaiser's Chemists. Science and Modernization in Imperial Germany*. Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press 1990.
- Jülicher Zeitung (Hg.): „Titelblatt“. *Jülicher Zeitung* 29. 12. 1984.
- Junge, Christian: *Air Chemistry and Radioactivity*. New York: Academic Press 1963.
- Junge, Christian: „Chemical Composition of Precipitation.“ *Air Chemistry Radioactivity* 4 (1963), 289–310.

- Junge, Christian E.: *Chimičeskij sostav i radioaktivnost' atmosfery*. Moskau: Izd. Mir 1965.
- Junge, Christian: „Survey about our present Knowledge of Atmospheric Aerosols with Respect to their Role in Cloud Physics.“ *Bulletin of the American Meteorological Society* 5P2/49 (1968), 592ff.
- Junge, Christian: „Der Stoffkreislauf der Atmosphäre. Probleme und neuere Ergebnisse der luftchemischen Forschung.“ In: *Jahrbuch der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. 1971*. Göttingen: Hubert & Co. 1971, 149–181.
- Junge, Christian: „Atmospheric Aerosols and Cloud Formation – Status of Knowledge and Problems.“ *Kolloid-Zeitschrift und Zeitschrift für Polymere* 250/7 (1972), 638–639.
- Junge, Christian: „Cycle of atmospheric Gases, Natural and Man Made.“ *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 418/98 (1972), 711–729.
- Junge, Christian: „Our Knowledge of Physico-Chemistry of Aerosols in undisturbed Marine Environment.“ *Journal of Geophysical Research* 27/77 (1972), 5183–5200.
- Junge, Christian: „Die Entstehung der Erdatmosphäre und ihre Beeinflussung durch den Menschen.“ In: Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. (Hg.): *Max-Planck-Gesellschaft Jahrbuch 1975*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 1975, 36–48.
- Junge, Christian: „Stable Isotope Fractionation in Geochemical and Environmental Cycles.“ In: Werner Stumm (Hg.): *Global Chemical Cycles and their Alterations by Man*. Berlin: Abakon 1977, 33–44.
- Junge, Christian E., Charles W. Chagnon und James E. Manson: „Stratospheric aerosols.“ *Journal of Meteorology* 18 (1961), 81–108.
- Junge, Christian und Jürgen Hahn: „N₂O Measurements in North Atlantic.“ *Journal of Geophysical Research* 33/76 (1971), 8143–8146.
- Junge, Christian E. und James E. Manson: „Stratospheric Aerosol Studies.“ *Journal of Geophysical Research* 66/7 (1961), 2163–2182.
- Junge, Christian und Eugene McLaren: „Relationship of Cloud Nuclei Spectra to Aerosol size Distribution and Composition.“ *Journal of the atmospheric sciences* 3/28 (1971), 382–390.
- Junge, Christian, Wolfgang Seiler, Ulrich Schmidt, R. Bock, K. D. Greese, F. Radler und H. J. Rüger: „Kohlenmonoxid- und Wasserstoffproduktion mariner Mikroorganismen im Nährmedium mit synthetischem Seewasser.“ *Die Naturwissenschaften* 11/59 (1972), 514–515.

- Junge, Christian und R. T. Werby: „The Concentration of Chloride, Sodium, Potassium, Calcium and Sulphate in Rain Water over the United States.“ *Journal of Meteorology* 15 (1958), 417–425.
- Kant, Horst: „Die Wissenschaftlichen Mitglieder des Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituts für Chemie (Kurzbiographien).“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 307–367.
- Kant, Horst und Gregor Lax: „Chronik des Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Instituts für Chemie.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 261–277.
- Kant, Horst und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012.
- Kazemi, Marion: *Nobelpreisträger in der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*. 2. Auflage. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2006.
- Klee, Ernst: *Das Personenlexikon zum Dritten Reich. Wer war was vor und nach 1945*. Frankfurt am Main: Fischer 2005.
- Krafft, Fritz: *Im Schatten der Sensation. Leben und Wirken von Fritz Straßmann*. Weinheim: Verlag Chemie 1981.
- Küppers, Günter, Peter Lundgreen und Peter Weingart: *Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft? Eine empirische Studie zum Verhältnis von Wissenschaftsentwicklung und Wissenschaftspolitik*. Frankfurt am Main: Suhrkamp 1978.
- Kürschners Deutscher Gelehrtenkalender. 22. Ausgabe 2009. Berlin: De Gruyter 2009.
- Kwa, Chunglin: „Local Ecologies and Global Science: Discourses and Strategies of the International Geosphere-Biosphere Programme.“ *Social Studies of Science* 35 (2005), 923–950.
- Lacaux, J. P., R. Delmas, C. Jambert und T. A. J. Kuhlbusch: „NO_x emissions from African savanna fires.“ *Journal of Geophysical Research* 101 (1996), 23/D19, 585–595.
- Laitko, Hubert: „Das Harnack-Prinzip als institutionelles Markenzeichen. Faktisches und Symbolisches.“ In: Dieter Hoffmann, Birgit Kolboske und Jürgen Renn (Hg.): „*Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen*“. *Auf dem Weg zu einer Geschichte der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft*. Berlin: epubli 2014, 133–191.

- Lässig, Volker: *Den Teufel holt keiner! Otto Hahn und das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Tailfingen*. Herausgegeben von Otto Hahn. Albstadt: CM-Verlag 2010.
- Landsberg, Helmut und L. Machta: „Anthropogenic Pollution of the Atmosphere: Whereto?“ *Ambio* 3/4 (1974), 146–150.
- Lax, Gregor: *Das ‚Lineare Modell der Innovation‘ in Westdeutschland. Eine Geschichte der Hierarchiebildung zwischen Grundlagen- und Anwendungsforschung nach 1945*. Baden-Baden: Nomos 2015.
- Lax, Gregor: „Zum Aufbau der Atmosphärenwissenschaften in der BRD seit 1968.“ *NTM* 1 (2016), 81–107.
- Leuschner, Anna: *Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft. Eine wissenschafts- und erkenntnistheoretische Analyse am Beispiel der Klimaforschung*. Bielefeld: Transcript 2012.
- Lindner, Stephan: *Hoechst. Ein I.G. Farben-Werk im Dritten Reich*. München: Beck 2005.
- Lovelock, James: „Gaia as seen through the atmosphere.“ *Atmospheric Environment* 8/6 (1972), 579–580.
- Lovelock, James: *Gaia. A new Look at Life on Earth*. Oxford: Oxford University Press 1979.
- Low, Sean, Stefan Schäfer und Achim Maas: „Climate Engineering.“ *IASS Fact Sheet* 1 (2013), 1–5.
- Lüst, Reimar: „Der Antriebsmotor der Max-Planck-Gesellschaft: Das Harnack-Prinzip und die Wissenschaftlichen Mitarbeiter.“ In: Dieter Hoffmann, Birgit Kolboske und Jürgen Renn (Hg.): *„Dem Anwenden muss das Erkennen vorausgehen“. Auf dem Weg zu einer Geschichte der Kaiser-Wilhelm/Max-Planck-Gesellschaft*. Berlin: epubli 2014, 119–132.
- Lustig, Harry: „The Mössbauer Effect.“ *American Journal of Physics* 1/29 (1961), 1–18.
- Malm, Andreas und Alf Hornburg: „The geology of mankind? A critique of the Anthropocene narrative.“ *The Anthropocene Review* 1 (2014), 1–8.
- Malone, Thomas: „Helmut E. Landsberg. Towards AD 2000.“ In: Ferdinand Baer, Norman Canfield und J. Murray Mitchell (Hg.): *Climate in Human Perspective. A tribute to Helmut E. Landsberg*. Dordrecht: Springer Science and Business Media 1991, 21–31.
- Müller, Eda: „Innenwelt der Umweltpolitik – Zu Geburt und Aufstieg eines Politikbereichs.“ In: Patrick Masius, Ole Sparenberg und Jana Sprenger (Hg.): *Umweltgeschichte und Umweltzukunft. Zur gesellschaftlichen Relevanz einer jungen Disziplin*. Göttingen: Universitätsverlag Göttingen 2009, 69–86.

- Max-Planck-Institut für Aeronomie (Hg.): *Jahresbericht des MPI für Aeronomie*. Göttingen 1976.
- Oldfield, Jonathan D.: „Climate modification and climate change debates among Soviet physical geographers, 1940s-1960s.“ *WIRE's Climate Change* 4 (2013), 513–524.
- Overbye, Dennis: „Prophet of the cold and dark.“ *Discover* 6 (1985), 24–32.
- Palme, Herbert: „Heinrich Wänke und die Erforschung des Mondes und der terrestrischen Planeten.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto-Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 203–239.
- Palsson, Gisli, Bronislaw Szerszynski, Sverker Sörlin, John Marks, Bernard Avril, Carole Crumley, Heide Hackmann, Poul Holm, John Ingram, Mercedes Pardo Buendía und Rifka Weehuizen: „Reconceptualizing the ‘Anthropos’ in the Anthropocene. Integrating the social sciences and humanities in global environmental change research.“ *Environmental Science & Policy* 28 (2013), 3–13.
- Peter, Thomas, Christoph Brühl und Paul J. Crutzen: „Increase in the PSC-formation probability caused by high-flying aircraft.“ *Geophysical Research Letters* 18 (1991), 1465–1468.
- Pittock, A.B., Thomas P. Ackerman, Paul J. Crutzen, Michael C. MacCracken, Charles S. Shapiro und Richard P. Turco (Hg.): *Environmental Consequences of Nuclear War*. New York: Wiley 1986.
- Pott, Hermann, Dinah Deckstein, Ulrich Jaeger, Gerd Rosenkranz, Constanze Sanders, Thomas Tuma und Christian Wüst: „Richtung Zukunft und zurück.“ *Der Spiegel* 31.07.2000, 31, 112–126.
- Rasool, S.I. und S.H. Schneider: „Atmospheric Carbon Dioxide and Aerosols. Effects of Large Increases on Global Climate.“ *Science* 173 (1971), 138–141.
- Ravishankara, A.R., J.S. Daniel und R.W. Portmann: „Nitrous Oxide (N₂O): The dominant ozone-depleting substance emitted in the 21st Century.“ *Science* 5949/326 (2009), 123–125.
- Reinhardt, Carsten: „Massenspektroskopie als methodische Klammer des Instituts, 1939-1978.“ In: Horst Kant und Carsten Reinhardt (Hg.): *100 Jahre Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Institut für Chemie (Otto Hahn-Institut). Facetten seiner Geschichte*. Berlin: Archiv der Max-Planck-Gesellschaft 2012, 99–131.
- Revelle, Roger und Hans E. Suess: „Carbon Dioxide Exchange between Atmosphere and Ocean and the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades.“ *Tellus* 1 (1957), 18–27.

- Robock, Alan: „Policy Implication of Nuclear Winter and Ideas for Solutions.“ *Ambio* 7/18 (1989), 360–366.
- Robock, Alan: „Nuclear Winter.“ *WIREs Climate Change* 1 (2010), 418–427.
- Rowland, Frank Sherwood und Mario Molina: „Stratospheric sink for chlorofluoromethanes. Chlorine atom-catalysed destruction of ozone.“ *Nature* 249/5460 (1974), 810–812.
doi:10.1038/249810a0.
- Rubin, Mordecai B.: „The History of Ozone. The Schönbein Period, 1839–1868.“ *Bulletin for the History of Chemistry* 26/1 (2001), 40–56.
- Sawyer, J. S.: „Man-made Carbon Dioxide and the ‚Greenhouse‘ Effect.“ *Nature* 239 (1972), 23–26.
- Schaaf, Michael: *Der Physikochemiker Paul Harteck (1902–1985)*. Dissertation, Universität Stuttgart 1999.
- Schade, Gunnar W. und Paul J. Crutzen: „Emission of aliphatic amines from animal husbandry and their reactions. Potential source of N₂O and HCN.“ *Journal Atmospheric Chemistry* 22 (1995), 319–346.
- Schmidt, Ulrich und Wolfgang Seiler: „A new Method for Recording Molecular Hydrogen in Atmospheric Air.“ *Journal of Geophysical Research* 9/75 (1970), 1713–1716.
- Schützenmeister, Falk: *Zwischen Problemorientierung und Disziplin. Ein koevolutionäres Modell der Wissenschaftsentwicklung*. Bielefeld: Transcript 2008.
- Schützenmeister, Falk: „Offene Großforschung in der atmosphärischen Chemie? Befunde einer empirischen Studie.“ In: Jost Halfmann und Falk Schützenmeister (Hg.). *Organisationen der Forschung. Der Fall der Atmosphärenwissenschaft*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften 2009, 171–208.
- Schwelin, Michael: „Nuklearer Winter: Leise rieselt der Schnee“. *Die Zeit* 1985, 3, 10.
- Seiler, Wolfgang: „Der Kreislauf von CO, H₂, N₂O und CH₄.“ *Promet* 2/5 (1975), 12–15.
- Seiler, Wolfgang: „The Influence of the Biosphere on the Atmospheric Carbon Monoxide and Hydrogen Cycles.“ In: Wolfgang Krumbein (Hg.): *Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology*. Ann Arbor, MI: Ann Arbor Science Publishers 1978, 773–810.
- Seiler, Wolfgang und Paul J. Crutzen: „Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning.“ *Climatic Change* 2 (1980), 207–247.

- Seiler, Wolfgang und Helmut Giehl: „Influence of Plants on Atmospheric Carbon-Monoxide.“ *Geophysical Research Letters* 7/4 (1977), 329–332.
- Simpson, H. J.: „Man and the Global Nitrogen Cycle Group Report.“ In: Werner Stumm (Hg.): *Global Chemical Cycles and their Alterations by Man*. Berlin: Abakon 1977, 253–274.
- Singer, S. Fred.: „Will the World come to a Horrible End?“ *Science* 3954/170 (1970), 125.
- Stolarski, Richard S., Steven L. Baughcum, William H. Brune, Anne R. Douglass, David W. Fahey, Randall R. Friedl, Shaw C. Liu, R. Alan Plumb, Lamont R. Poole, Howard L. Wesoky und Douglas R. Worsnop: *The 1995 Scientific Assessment of the Atmospheric Effects of Stratospheric Aircraft*. NASA Reference Publication 1381, 1995.
- Taba, H.: „Bulletin Interview with Helmut E. Landsberg.“ In: Ferdinand Baer, Norman Canfield und J. Murray Mitchell (Hg.): *Climate in Human Perspective. A tribute to Helmut E. Landsberg*. Dordrecht: Springer Science and Business Media 1991, 97–110.
- Trischler, Helmuth: „The Anthropocene.“ *NTM* 24/3 (2016), 309–335.
- Trischler, Helmuth und Rüdiger vom Bruch: *Forschung für den Markt. Geschichte der Fraunhofer-Gesellschaft*. München: Beck 1999.
- Turco, Richard P., Owen B. Toon, Thomas P. Ackerman, James B. Pollack und Carl Sagan: „Nuclear Winter: Global Consequences of Multiple Nuclear Explosions.“ *Science* 4630/222 (1983), 1283–1292.
- Turco, Richard P., Owen B. Toon, Thomas P. Ackerman, James. B. Pollack und Carl Sagan: „Climate and Smoke: An Appraisal of Nuclear Winter.“ *Science* 247/4939 (1990), 166–176.
- Uhrqvist, Ola und Björn-Ola Linnér: „Narratives of the Past for Future Earth: The Historiography of Global Environmental Change Research.“ *The Anthropocene Review* (2015), 1–15.
- Uhrqvist, Ola und Eva Lövbrand: „Rendering global change problematic: the constitutive effects of Earth System Research in the IGBP and the IHDP.“ *Environmental Politics* 24/ 5 (2013), 339–356.
- Umweltbundesamt (Hg.): *Geo-Engineering. Wirksamer Klimaschutz oder Größenwahn? Methoden – rechtliche Rahmenbedingungen – umweltpolitische Forderungen*. Berlin 2011.
- Volkert, Hans und Dania Achermann: „Roots, Foundation, and Achievements of the ‚Institut für Physik der Atmosphäre‘.“ In: Ulrich Schumann (Hg.): *Atmospheric Physics. Background – Methods – Trends*. Berlin: Springer 2012, 843–860.

- Wänke, Heinrich und James R. Arnold: „Hans E. Suess 1909–1993.“ *Biographical Memoirs* 87 (2005), 4.
- Warneck, Peter: „Zur Geschichte der Luftchemie in Deutschland.“ *Mitteilungen der Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie* 2/9 (2003), 5–11.
- Watson, Andrew J. und James Lovelock: „Biological homeostasis of the global environment. The parable of Daisyworld.“ *Tellus* 35B (1983), 284–289.
- Wege, Klaus: *Die Entwicklung der meteorologischen Dienste in Deutschland*. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes 2002.
- Weiss, Burghard: „Das Beschleunigerlaboratorium am KWI/MPI für Chemie: Kontinuität in deutscher Großforschung.“ In: Christoph Meinel und Peter Voswinckel (Hg.): *Medizin, Naturwissenschaft, Technik und Nationalsozialismus. Kontinuitäten und Diskontinuitäten*. Stuttgart: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 1994, 111–119.
- Weiss, Burghard: „The ‘Minerva’ Project. The Accelerator Laboratory at the Kaiser Wilhelm Institute/Max-Planck-Institute for Chemistry: Continuity in fundamental research.“ In: Monika Renneberg und Mark Walker (Hg.): *Scientists, Engineers and National Socialism*. Cambridge: Cambridge University Press 1994, 271–290.
- Wolf, Christa: *Verzeichnis der Hochschullehrer der TH Darmstadt*. Darmstadt: Historischer Verein für Hessen 1977.
- Zimmermann, Patrick, Robert Chatfield, Jack Fishman, Paul J. Crutzen und Phillip L. Hanst: „Estimates on the production of CO and H₂ from the oxidation of hydrocarbon emissions from vegetation.“ *Geophysical Research Letters* 5 (1978), 679–682.

Internet-Quellen

- Anthropocene Working Group of the Subcommittee on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy) (Hg.): Newsletter Nr. 1 (2009). <http://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropo/Anthropnews1.doc>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Bojanowski, Axel und Christian Schwägerl: „Debatte um neues Erdzeitalter: Was vom Menschen übrig bleibt.“ *Spiegel Online* 04.07.2011. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/debatte-um-neues-erdzeitalter-was-vom-menschen-uebrig-bleibt-a-769581.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Bojanowski, Axel: „Debatte über Anthropozän: Forscher präsentieren Beweise für neues Menschenzeitalter.“ *Spiegel Online* 23.05.2018. <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/>

- anthropozoen-debatte-um-neues-geologisches-zeitalter-durch-menschen-a-987349.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Dahan, Amy: „Historic Overview of Climate Framing.“ *HAL Workingpapers* (2013). <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00855311/document>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- DFG-Internetauftritt: „Beschreibung der Senatskommission Erdsystemforschung“. http://www.dfg.de/dfg_profil/gremien/senat/erdsystemforschung/index.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- „Die Feuer verändern sich im Minutentakt.“ *Zeit Online* 23.10.2017. <http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2017-10/kalifornien-waldbraende-san-francisco-tote-suche-vermisste>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Ellis, Erle: „Anthropocene.“ <http://www.eoearth.org/view/article/150125/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Harkewicz, Laura: „Oral History of Gustaf Olof Svante Arrhenius.“ 11.04.2006. <http://libraries.ucsd.edu/speccoll/siooralhistories/Arrhenius.pdf>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Heil, Christiane: „Mutter Natur entscheidet, wann wir löschen können“ *FAZ Online* 06.12.2017. <http://www.faz.net/aktuell/gesellschaft/ungluecke/die-verheerenden-braende-in-kalifornien-breiten-sich-aus-15327788.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Helmholtz-Gemeinschaft (Hg.): *Helmholtz-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen II 2015*. (Korrigierte Version vom 21.09.2015), 17. https://www.helmholtz.de/fileadmin/user_upload/publikationen/Helmholtz_Roadmap_2015_web_korr_150921.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Hofmann, Gustav: „Mügge, Ratje“. *Neue Deutsche Biographie* 18 (1997), 267–268 [Onlinefassung]. <http://www.deutsche-biographie.de/pnd133807681.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Internetauftritt der Arbeitsgruppe Erdsystemforschung der Leopoldina: „Erdsystemforschung“. <https://www.leopoldina.org/politikberatung/arbeitsgruppen/erdsystemforschung/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Internetauftritt der Nobelpreisorganisation: „Nobelprize.org“. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1995/ke-ty.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Internetauftritt der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste: „Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste“. <http://www.awk.nrw.de/akademie/klassen/naturmedizin/ordentliche-mitglieder/ehhalt-dieter-hans.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des Deutschen Museums München: „Willkommen im Anthropozän“. <http://www.deutsches-museum.de/ausstellungen/sonderausstellungen/rueckblick/2015/anthropozaen/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des GFMC: „The Global Fire Monitoring Center (GFMC)“. <http://www.fire.uni-freiburg.de/intro/About1.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des Hauses der Kulturen der Welt: „HKW“. http://www.hkw.de/de/programm/projekte/2014/anthropozaen/anthropozaen_2013_2014.php. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des Leibniz-Instituts: „Das Institut“. <https://www.tropos.de/institut/ueber-uns/das-institut/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des MPI für Chemie (MPIC): „Über das Max-Planck-Institut für Chemie“. <https://www.mpic.de/ueber-uns.html>. Zuletzt aufgerufen am 07.02.2018.

- Abteilung Atmosphärenchemie: <http://www.mpic.de/forschung/atmosphaerenchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Abteilung Partikelchemie: <http://www.mpic.de/forschung/partikelchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Abteilung Multiphasenchemie: <http://www.mpic.de/forschung/multiphasenchemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.
- Abteilung Klimageochemie: <http://www.mpic.de/forschung/klimageochemie.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Forschungsübersicht des MPIC-Internetauftritts: „Forschung des Instituts“. <http://www.mpic.de/forschung/uebersicht.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des MPI für Meteorologie (MPI-M): „Max-Planck-Institut für Meteorologie“. <https://www.mpimet.mpg.de/en/institute/organisation/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des Technikmuseums Sinsheim und Speyer: „Technikmuseum Sinsheim und Speyer“. http://www.bredow-web.de/Sinsheim-Speyer/Tupolev_TU_144/tupolev_tu_144.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt des TROPOS: „Staubquellen“. <http://www.tropos.de/institut/abteilungen/modellierung-atmosphaerischer-prozesse/transportprozesse/staubquellen/>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Internetauftritt von Josephine Wall:

“Gaias Presence”. http://www.josephinewall.co.uk/presence_gaia.html.

“Gaias Sadness”. <http://www.josephinewall.co.uk/sadness.html>.

“Breath of Gaia”. http://www.josephinewall.co.uk/breath_gaia.html. Zuletzt aufgerufen jeweils am 23.05.2018.

Jaenicke, Ruprecht: „Laudatio auf Kurt Bullrich.“ .“ https://www.blogs.uni-mainz.de/fbo8-ipa/files/2014/07/Laudatio_bullrich.pdf Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Klaesgen, Michael: „Wilde Jagd am Himmel. In Paris zerschellte der Mythos der Sicherheit.“ *Zeit Online* 27.07.2000. http://www.zeit.de/2000/31/Wilde_Jagd_am_Himmel. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Libby, Willard F.: „Radiocarbon dating.“ *Nobel Lecture* 12.12.1960. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1960/libby-lecture.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Liste der Kommissionsmitglieder im Rahmen des Internetauftritts der Anthropocene-Working Group: „Working Group on the Anthropocene“. <https://quaternary.stratigraphy.org/workinggroups/anthropocene/>. Zuletzt aufgerufen am 25.01.2018.

Mößbauer, Rudolf: „Rudolf Mössbauer – Biographical.“ http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1961/mossbauer-bio.html. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Prelowski Liebowitz, Ruth: „Landsberg, Helmut Erich.“ <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830905841.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Priesner, Claus „Schönbein, Christian Friedrich.“ <http://www.deutsche-biographie.de/sfz78953.html>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Rudstam, Sven Gösta: „Who’s who in CERN.“ http://lib-docs.web.cern.ch/lib-docs/Archives/biographies/Rudstam_G-196303.pdf. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Schmidt-Rohr, Ulrich: „Wolfgang Gentner 1906-1980“. https://www.leo-bw.de/web/guest/detail/-/Detail/details/PERSON/kg1_biographien/118538470/Gentner+Wolfgang. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Schwägerl, Christian: „Planet der Menschen.“ *Zeit Online* 18.02.2014. <http://www.zeit.de/zeit-wissen/2014/02/anthropozaen-planet-der-menschen>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

UN, Online-Archiv: „General Assembly“. http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/43/351. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Urey, Harold: „Nobelpreisrede von 1934“. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1934/. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Weart, Spencer: „The Discovery of Global Warming.“ <https://www.aip.org/history/climate/index.htm>. Zuletzt aufgerufen am 23.05.2018.

Personenverzeichnis

A

Andreae, Meinrat O. 14, 47, 71–77, 79, 96, 98
Arrhenius, Gustav 70
Arrhenius, Svante 70

B

Badash, Lawrence 91
Begemann, Friedrich 31, 67–68, 70, 96, 99
Behrendt, Thomas 80
Benner, Susanne 99
Biermann, Ludwig 22, 29
Birks, John W. 89–90
Blankenship, James R. 68
Bojanowski, Axel 81
Bolin, Bert 42, 47, 68, 71, 73
Borrmann, Stephan 11
Braun, Wernher von 18
Brill, Rudolf 22, 29
Brühl, Christoph 88
Bullrich, Kurt 43, 45–46, 48, 54, 64, 82
Butenandt, Adolf 15, 18–19, 23, 25, 27, 31, 37

C

Chapman, Sidney 42, 83
Charlson, Robert J. 73, 77
Claußen, Martin 73, 95
Crutzen, Paul 10, 14, 55, 60, 63–65, 68–75, 80, 82–93, 96–97, 99

D

Derstroff, Bettina 80

E

Ehhalt, Hans-Dieter 70
Ehrenberg, Hans 31
Eichmann, Rudolf 49

F

Fischer, Emil 10

G

Galloway, James N. 73
Geiss, Johannes 31–33, 67
Gentner, Wolfgang 18, 21, 29, 31–33, 39
Georgii, Hans-Walter 40, 43, 45–46, 48–49, 52, 54, 60, 63–64, 82, 99

Goldammer, Johannes 77

Goldberg, Edward D. 72–73

Gorbatschow, Michail 92

Gutenberg, Beno 41

H

Haber, Fritz 21
Hahn, Jürgen 49, 69, 91
Hahn, Otto 10, 18, 20, 22–23, 29–30, 32
Hampson, John 42, 83, 86, 89
Harnack, Adolf von 15
Harteck, Paul 20–21
Hartmann, Hermann 26–28, 31, 36
Hasselmann, Klaus 95
Haug, Gerald 11
Heimann, Martin 73
Heisenberg, Werner 16, 18, 24, 29–30, 37, 39
Hermann, Günter 99
Hintenberger, Heinrich 18, 20, 22, 28–30, 34–35, 44–45, 66–67
Hinzpeter, Hans G. 93, 95
Hofmann, Albrecht W. 67, 70, 96, 98
Hofstadter, Robert 25
Houtermans, Friedrich 31–32, 67

J

Jaenicke, Ruprecht 40–42, 49, 53–54, 57, 88
Junge, Christian 8, 12–13, 16–17, 23, 28, 31–34, 39–40, 45–46, 57, 61, 65–66, 68–71, 73, 82, 87, 89, 96,

K

Kealy, John 42
Kesselmeier, Jürgen 80
Ketseridis, Gregorios 49
Köster, Werner 18, 29, 32
Kuhlbusch, Thomas 76
Kümmels, Hermann 23

L

Landsberg, Helmut 41
Lelieveld, Johannes 11, 73
Libby, Willard 67
Linke, Franz 40–41

- Lovelock, James 77–78
Lüst, Reimar 29, 37
- M**
- Maier-Leibnitz, Hans 25, 26
Margulis, Lynn 78
Marignac, Jean Charles G. de 42
Marotzke, Jochem 73, 95
Mattauch, Josef 13, 16–24, 26, 28–29, 36, 38, 65, 67, 94
McLaren, Eugen 58
Mertens, Rebecca 94
Molina, Mario 60, 85, 86, 88, 97
Mößbauer, Rudolf L. 24–27, 39
Mügge, Ratje 45, 48
- O**
- Oreskes, Naomi 81
- P**
- Palme, Herbert 34, 44
Paneth, Friedrich A. 17–20, 23, 28, 67, 94
Pöschl, Ulrich 11, 75, 99
- R**
- Rau, Johannes 91
Reagan, Ronald 91, 92
Reinhardt, Carsten 99
Rengeling, David 99
Revelle, Roger 46
Rive, Auguste A. de la 42
Rodhe, Henning 73
Rowland, Sherwood 60, 85, 86, 88, 97
Rudstam, Sven G. 21, 22, 24, 25, 88
- S**
- Sagan, Carl 90
Schidlowski, Manfred 51, 52, 54
Schmidt-Rohr, Ulrich 22
Schoch, Arnold 26
Schönbein, Christian F. 42
Schwarzer, Alice 91
Schwägerl, Christian 81
Schützenmeister, Falk 56
Seiler, Wolfgang 53, 56, 59, 60, 74
Soininen, Terttu 68
Speer, Julius 37
Soret, Jacques-Louis 42
- Stevens, Björn 95
Straßmann, Fritz 10, 17, 21
Stoermer, Eugene 65, 80
Suess, Hans E. 19, 20, 22, 24, 27, 29, 38, 46
- T**
- Trautmann, Norbert 99
Tilzer, Heike 99
Turco, Richard P. 90
- U**
- Urey, Harold 19, 67
- V**
- Veres, Daniel 80
Vernadsky, Wladimir I. 46
Voshage, Hans 44, 45
- W**
- Wader, Hannes 91
Wall, Josephine 79
Wäffler, Hermann 17, 20, 29, 30, 35, 66
Wagner, Carl W. 18, 23, 26, 27, 29, 30
Wänke, Heinrich 13, 23, 29, 31, 32, 34, 35, 44, 45, 66–68, 70, 96
Wapstra, Aaldert H. 26, 55
Warneck, Peter 46, 49, 53, 54, 59, 64
Warren, Steve 77
Watson, Andrew J. 78
Wedepohl, Karl H. 72
Wieland, Hermann 23
Williams, Jonathan 80
Willstätter, Richard 10, 23
Winnacker, Karl 18, 22, 23
- Z**
- Ziegler, Bernhard 67
Ziegler, Karl, 22, 27, 29

Abkürzungsverzeichnis

ABLE-2A	Amazon Boundary Layer Experiments
AFCRC	Air-Force-Cambridge Center
AMPG	Archiv der Max-Planck-Gesellschaft
BC	Barcode
CalTech	California Institute of Technology
CERN	Conseil Européen pour la la Recherche Nucléaire
CIAP	US-Climate Impact Assessment Program
CITE-3	Chemical Instrumentation Test and Evaluation-Expedition
CLAIRE 98 und 2001	Cooperative LBA Airborne Regional Experiment
CPT-Sektion	Chemisch-Physikalisch-Technische Sektion der MPG
DA GMPG	Digitales Archiv des Forschungsprogramms GMPG
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DMSP	US-Defense Meteorological Satellite Program
ENUWAR	Environmental consequences of Nuclear War
ESS	Earth-System-Sciences
ESSP	Earth-System-Science Partnership
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
FCKW	Flourchlorkohlenwasserstoffe (Sammelbegriff)
FOS/DECAFE-91	Fire of Savanna/ Dynamique et Chimie Atmosphérique en Forêt Equatoriale
GDCh	Gesellschaft Deutscher Chemiker
GFMC	Global Fire Monitoring Center
GMPG	Geschichte der Max-Planck-Gesellschaft
GWFN	Global Wildland Fire Network
HGF	Helmholtz-Gemeinschaft
ICS	International Commission on Stratigraphy
ICSU	International Council of Scientific Unions
IGAC	International Global Atmospheric Chemistry Programme
IGBP	International Geosphere-Biosphere Program
IKO	Instituut voor Kernfysisch Onderzoek
IMG	Frankfurter Institut für Meteorologie und Geophysik
INF	Intermediate Range Nuclear Forces
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IUGS	International Union of Geological Sciences
KFA	Kernforschungsanstalt Jülich
KWIC	Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie
MISU	Meteorologisches Institut der Universität Stockholm
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
MPI	Max-Planck-Institut
MPI-BGC	Max-Planck-Institut für Biogeochemie

MPIC	Max-Planck-Institut für Chemie
MPI-M	Max-Planck-Institut für Meteorologie
NASA	US-National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NSDAP	Nationalsozialistische Deutsche Arbeiterpartei
PSC	Polar Stratospheric Clouds
SA	Sturmabteilung
SAFARI 92	Southern African Fire-Atmosphere Research Initiative
SCOPE	Scientific Committee on problems of the environment
SDI	Strategic Defence Initiative
SFB	Sonderforschungsbereich
SST	Super Sonic Transport
TROPOS	Institut für Troposphärenforschung
UNISDR	UN International Strategy for Disaster Reduction
WCRP	World Climate Research Program
WMO	World Meteorological Organization

gmpg

FORSCHUNGSPROGRAMM
GESCHICHTE DER
MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

