

Das ganze Spektrum: Die Frühgeschichte der *Deutschen Sammlung von Mikroorganismen* (DSM)

Nicole C. KARAFYLLIS (Braunschweig) und Alexander WASZYNSKI (Greifswald)

Zusammenfassung

Der zunächst in den USA formulierte Anspruch einer „Allgemeinen Mikrobiologie“ wurde begleitet vom Anlegen nationaler Mikrobensammlungen, so auch für die Bundesrepublik Deutschland. Rekonstruiert wird die Frühgeschichte (ca. 1960–1979) der *Deutschen Sammlung von Mikroorganismen* (DSM, heute DSMZ) mit den zentralen Akteuren Hans Günter SCHLEGEL, Norbert PFENNIG und Otto KANDLER und ihren mikrobiellen Objekten. Die Sammlungsgeschichte leistet den erstmaligen Nachweis der dezentralen Sammlungsstruktur. Die Technikgeschichte fragt mit dem Konzept „Technik als Erwartung“ nach Interessenslagen und Imaginationen der Großforschung im Atom- und Biotechnologie-Zeitalter. Gezeigt wird zudem wissenschaftsphilosophisch, wie die Mikrobiologie ihre Objekte mit Hilfe der Sammlung und des Konzepts Kultivierung doppelaspektiv konfigurierte, so dass Bio- und Technosphäre als ein riesiger Stoffwechsel organologisch-technologisch (Ernst KAPP) vereinheitlicht werden konnten. Dabei traten Spannungen auf Sammlungsebene auf, was wie und in welcher Quantität gesammelt werden soll, die am Beispiel des Zielkonflikts Biotechnologie *versus* Taxonomie nachgezeichnet werden. Dies ermöglicht, die nahezu tragische Geschichte der frühen DSM als positive wie negative Technikgeschichte zu erzählen.

Abstract

When scientists in the USA envisioned a “General Microbiology”, this was enabled by setting up national microbe banks, as happened in West Germany. This article reconstructs the early history (ca. 1960–1979) of the *German Collection of Microorganisms* (DSM, today DSMZ) with key scientific actors Hans Günter SCHLEGEL, Norbert PFENNIG, and Otto KANDLER and their microbial objects. Collection history provides first evidence of the decentralized structure. Based on the concept “technics as expectation”, history of technology asks for interests and imaginations of large-scale research in the nuclear and biotech-age which has been relevant for research on microbes. Furthermore, by adding a perspective from philosophy of science, it is shown how microbiology configured its objects by means of collecting and cultivating: results were double-aspective entities that conceptually helped to unify bio- and technosphere as a huge metabolism within one organ projection (Ernst KAPP) of planetary scope. Among the occurring tensions on the level of collecting is the one between biotechnological and taxonomical objectives: what, how, and how much to collect. This allows for narrating the almost tragic story of the early DSM as both positive and negative history of technology.

1. Einführung¹

1.1 Die neue Welt der Mikroben und ihr planetar „verlängerter Arm“

Die Philosophie kennt den Unterschied von Welt haben und in der Welt sein. Die Mikrobe ist qua Mikroskop schon seit dem 17. Jahrhundert in der Welt, der des Mikrokosmos.² Eine Welt hat sie erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts: als ihr der ganze Planet und dessen stoffwechselnde Alleinheit gehört, paradigmatisch im Lehrbuch *The Microbial World*.³ Jenen Doppelaspekt der einen und ganzen⁴ Welt repräsentiert die Mikrobensammlung, sie ist Modellwelt aus vielen Objekten und Weltmodell einer idealiter einzigen Welt. Aber wie kam diese neue Welt der Mikroben materiell und ideell überhaupt zustande?⁵ Und wie entstand im interdisziplinären Zusammenspiel eine „Allgemeine Mikrobiologie“, deren Hauptstränge sich dafür von ihrer hygienisch-medizinischen Tradition einerseits, von ihrer agrarisch-lebensmitteltechnologischen Tradition andererseits lösen wollten?

Die sammelnde Modellierung hat eine notwendige Ausgangsbedingung, die Mikrobiologen aller Forschungsgebiete beherrschen müssen, um ihr Objekt ‚herzustellen‘: die Kultivierung. In der sammlungshistorischen und -philosophischen Literatur ist das Kultivieren unterbeleuchtet, weil man theoretisierend von Totsammlungen ausgeht, vor allem Museum und Bibliothek. Bei Lebendsammlungen hat die Sammlungstrias „Akkumulieren, Diversifizieren, Indizieren“⁶ das Problem, dass die Repräsentanten mit technischen Mitteln wirklich am Leben erhalten werden müssen, noch dazu als einzelne jenseits ihrer Lebensgemeinschaften. Je herausfordernder die zu modellierende Welt in ihren zum Teil extremen Lebensbedingungen vorab konzipiert wird, desto schwieriger die Kultivierungsanforderungen für die beprobten Objekte. Die Sammlung wird deshalb im Folgenden nicht nur als Generator von Wissensordnungen, sondern auch als Manifestation und Objektivation „von epistemologischen Strategien der Wissensorganisation“ verstehbar, die wiederum an technikbezogene Erwartungen geknüpft sind.⁷ Dies macht für das Folgende eine methodische Verschränkung von technikphilosophischem mit technikhistorischem Zugang und der entsprechenden Quellenrecherche notwendig. Denn gezeigt wird, wie sich das Grundproblem „Welche Organismen sollen, und welche können überhaupt in die Sammlung aufgenommen werden, um genau was in/aus welcher Welt zu repräsentieren?“ spezifisch im Atom- und Biotechnologie-Zeitalter artikuliert, das auch die Ökologisierung und somit verschiedenste Erwartungshaltungen zur Relevanz des Mikrobensammelns hervorbringt. Als prädisponierender Basiskonflikt bei der Weltbezugsnahme stehen sich eine unbewohnbare „frühe Erde“ vor ca. drei Milliarden Jahren, noch ohne Sauerstoffatmosphäre, und eine zivilisatorische Technosphäre gegenüber.⁸ Dies

1 Entstanden im TP A des BMBF-Verbundprojekts MIKROBIB: „Kontamination und Lesbarkeit der Welt: Mikroben in Sammlungen zur Sprache bringen“ (2018–2021, FKZ: 01UO1811A). Die Autoren danken für ihre Hilfe den Interviewpartnern und der DSMZ, den Hilfskräften L. LAMPE, J. M. DIETZ und U. LAMMERS, den Archivaren und den anonymen Gutachtern.

2 KARAFYLLIS et al. 2021.

3 STANIER et al. 1957 und zahlreiche weitere Auflagen.

4 Altgr. *hen kai pan*.

5 Hier wird auf den Heideggerschen Begriff „Bestand“ verwiesen, der für Lebendsammlungen problematisiert wurde in KARAFYLLIS 2018.

6 Vgl. SOMMER 1999.

7 ABEL 2014, S. 113.

8 Zur philosophischen Rekonstruktion dieser Differenz siehe KARAFYLLIS 2019.

wird auch als Antithese Grundlagenforschung *versus* angewandte Forschung aufscheinen. Nicht zuletzt gibt es neben der Mikrobe das Atom als kleinstes und förderpolitisch relevantes Welt-Teilchen.

Anders als jüngst Bruno STRASSER⁹ untersuchen wir nicht primär den Gegensatz von *experimentalism* und *natural history*, sondern den Konflikt zwischen der Sammlung als Ordnungs- und als Produktionsinstanz. In beiden Fällen ist sie technikvermittelt. Der Artikel zeigt dies anhand der um 1970 in Göttingen gegründeten *Deutschen Sammlung von Mikroorganismen* (DSM), die am dortigen Institut für Mikrobiologie (IfM) der *Gesellschaft für Strahlenforschung München mbH* (GSF)¹⁰ angesiedelt war. Es war eine förderpolitische Parallelwelt zum Institut für Mikrobiologie der Universität Göttingen. In beiden Welten herrschte Hans Günter SCHLEGEL (1924–2013), Nestor der deutschen Nachkriegsmikrobiologie. Mit ihm arbeitete das Kultivierungsgenie Norbert PFENNIG (1925–2008) an seinen ‚lichtfressenden‘ Schwefelbakterien, den Phototrophen. Vielen Objekten und den durch sie erzeugten Welten ist ihre gärende Natur gemeinsam, d.h. das ganze Spektrum des fakultativen bis strikten Verzichts auf Sauerstoff, was sammlungstechnisch herausfordernd war. Neue Kultivierungstechniken und ein Produktionsdenken schüren Hoffnungen, die als spezifisch für das Atomzeitalter und den Beginn der Umweltbewegung verstehbar gemacht werden können, und sich als sowohl progressiv wie konservativ strukturiert erweisen. Dazu nutzen wir die philosophischen Konzepte „Technik als Erwartung“ und „Organprojektion“, denn diese bildeten die Vorverständnisse, um mikrobiell auf das Weltganze auszugreifen.

Die Sammlung wird im Betrachtungszeitraum 1960/70 Maßgabe einer weltumspannenden Sicht *auf* und *mit* Bakterien, was sich disziplinengeschichtlich im neuen Anspruch einer „Allgemeinen Mikrobiologie“ zeigt, den in der BRD SCHLEGEL und der DSM-Mitbegründer Otto KANDLER (1920–2017) in München vorantreiben. Die schon bei Robert KOCH (1843–1910) zu findende, noch synchrone Verknüpfung von Mikrobe und Umweltmedium¹¹ – Boden, Wasser, Luft – in sektoralen „Mikrokosmen“ wird nun biochemisch in einen diachronen, biogeodynamischen Stoffwechsel des ganzen Planeten integriert: Atmosphären und Milieus unterliegen naturhistorischen Wandlungen, deren Erforschung aber auch für die Bewältigung konkreter Zivilisationsprobleme relevant ist. Im Hintergrund steht die mikrobielle Entstehung u. a. des Sulfidminerals Pyrit (FeS₂) als „Ur-Stoffwechsel“ und damit der Schwefel-Kreislauf, bis hin zur später sogenannten Eisen-Schwefel-Welt.¹² Auf verschiedenste, hier nicht zu vertiefende Weise etabliert sich biochemisch die Idee, in der gärenden Welt der Vorzeit „lesen“ zu können, eine mit Hinweis auf Hans BLUMENBERG¹³ (1920–1996) alte wie wirkmächtige Wunschvorstellung. Sie knüpft im Kontext auf planetarer Ebene an die Geognostik an und reicht bis zum Selbstverständnis einiger Biochemiker der 1960er Jahre, „Molekular-Historiker“ zu sein.¹⁴ Im Spannungsfeld von Historisierung, Lesbarkeit und Technisierung zeigen sich auch die Weltanschauungen der frühen DSM-Akteure, die von Atomeuphorie bis Anthroposophie reichen (Abschnitt 2) und im eigenen Arbeiten noch ohne Molekulargenetik auskommen – was förderpolitisch kritisch wird (Abschnitt 4).

9 STRASSER 2019, insbesondere S. 29–66.

10 Die GSF war am 23. 6. 1964 mit Hauptsitz in Neuherberg bei München eingerichtet worden.

11 KOCH 1883.

12 WÄCHTERSCHÄUSER 1992.

13 BLUMENBERG 1981.

14 ZUCKERKANDL und PAULING 1965.

Neben Weltspekulationen haben die DSM-Forscher bei faulig riechendem Wasser im Halbdunkel profane technische Sachverhalte zu bearbeiten, vor allem die mikrobielle Steuerung in den neuen kommunalen Kläranlagen mit Phasen von Belebtschlamm, noch herausfordernder die der Chemischen Industrie.¹⁵ Die klärenden, dekontaminierenden Anwendungsbereiche bilden keinen Widerspruch zum obigen Weltzugriff, sondern: „Prozesse dieser Art, insbesondere die Kläranlagen, sind in gewisser Weise der verlängerte Arm der Mikroben zur Schließung der Stoffkreisläufe in der Natur.“¹⁶ – So erscheint die 1877 formulierte Organprojektionsthese der Technik von Ernst KAPP (1808–1896),¹⁷ bei ihm exemplifiziert an der Axt als verlängertem Arm, im Licht einer philosophischen Erdkunde.¹⁸ *Die Kläranlage ist der verlängerte Stoffwechsel-Arm der planetarischen Mikrobe.* Die schon im 19. Jahrhundert vom Boden aus vorgedachte Ökologisierung der Mikrobiologie, die im 20. Jahrhundert fast alle ihre Bereiche erfasst,¹⁹ wird sich als Wegbereiter großer verfahrenstechnischer Systeme erweisen.

Die Lebendsammlung ist dabei Hort der „glass and apparatus-bound immortality“ und „technologically mediated life forms“.²⁰ Wir leuchten diesbezüglich die reproduktive und ideelle Rahmung der „instrumentation“ aus, nicht die Apparatur und auch nicht den kryokonservierenden Anspruch auf ‚ewiges Leben‘.²¹ In der Mikrobiologie selbst sorgen gesammelte Kulturen zunächst für Trägerschaft und Evidenz kategorialer Ordnungen und Ordnungssysteme, ähnlich den Papierseiten und ihren Bindungen als Buch in der Bibliothek – *das* Modell von Weltwissen. Die Mikrobenbank hat zudem legitimierende Funktion für die Mikrobiologie als Naturwissenschaft. Denn eine Mikrobenspezies, die nicht als Isolat in Reinkultur²² hinterlegt ist, existiert nicht, anders als bei Pflanzen. Die Identität des Mikroorganismus soll Reproduzierbarkeit experimenteller Ergebnisse und Standardisierung für biotechnologische Anwendungen gewährleisten. Die Stammmummer ist in Publikationen anzugeben. Hinterlegen Wissenschaftler ihre Kulturstämme nicht in registrierten Banken, gilt dies als Verweigerung der Zeugenschaft.²³

Aber *wie* – nicht nur: *was?* – soll in der Sammlung weltrepräsentativ kultiviert werden, welche Medien, Temperaturen und Lichtverhältnisse sind zu eruieren und zu simulieren? Visioniert wird eine gärende Welt wie im antiken Chaos, in dem Licht und Dunkel noch nicht voneinander geschieden sind. Fragen nach Art und Entstehung der Autotrophie, d.h. der Photo-²⁴ und Chemosynthese (Chemolithoautotrophie), generieren ein Spektrum an Forschungen mit Mikroben, zu denen die Göttinger DSM aktiv beiträgt. Dies ist die Stoffwechselferspektive, die sich systemtheoretisch so stellt: Wer garantiert die höchste Primärproduktion auf der

15 Vgl. die am 28. 12. 1974 in Betrieb genommene Vorzeige-Anlage der BASF, siehe Geschäftsberichte BASF 1974, S. 50f.; und 1976, S. 25.

16 GOTTSCHALK 2010, S. 14.

17 KAPP [1877] 2015, S. 40ff.

18 Vgl. KAPP 1845.

19 Für den medizinischen Bereich JONES 2017.

20 LANDECKER 2007, S. 16f.

21 Auf die Geschichte der Gefriertrocknung muss hier verzichtet werden. Zur technologischen Macht der Kryokonservierung siehe FRIEDRICH 2017.

22 Als Erfinder der Reinkultur-Technik gilt Robert KOCH. Die Reproduzierbarkeit isolierter Kulturen „enabled microbiology to designate itself as a true science – one that could order the microbial world with rigorous experimental investigations“. MALLEY 2014, S. 70. Vgl. auch WASZYNSKI und KARAFYLLIS 2020.

23 Exemplarisch der Streit um zwei nicht hinterlegte Hefen; vgl. BARNETT 1993.

24 Zu Phototrophen GORLENKO 2004, S. 541–550; mit Verweisen auf die Forscher der DSM/Z.

Erde? Es wird klar: Die Pflanzen sind es nicht (mehr). Mit der Photosyntheseforschung²⁵ hat die Mikrobiologie Botanik und Chemie als Mediatoren wie Antagonisten. Das betrifft auch die Rolle der metaphysischen Welthintergründe: Licht und Dunkel, Liquidität und Rigidität. Die Helden des neuen mikrobiellen Weltzugriffs sind nicht Mediziner wie KOCH, sondern der Agrar-Bakteriologe und Chemosyntheseforscher Sergej N. WINOGRADSKY (1856–1953),²⁶ der Mikroalgenforscher Ernst Georg PRINGSHEIM (1881–1970), mit seiner von SCHLEGEL begehrten Algensammlung, und der Chemie-Ingenieur und Photosyntheseforscher Cornelis B. VAN NIEL (1897–1985). Eingedenk VAN NIELS Diktum einer „General Microbiology“, die einer quasi-natürlichen Vielfalt an Kultivierungstechniken bedürfe und die Anreicherungsstatt der von KOCH postulierten Reinkultur im Fokus haben solle,²⁷ ist es kein Zufall, dass SCHLEGEL zeitgleich zur Sammlungsgründung das Lehrbuch *Allgemeine Mikrobiologie* (1969) publiziert. Es wird internationales Standardwerk. Im Vorwort lesen wir die Universalisierungsabsicht, zu den „Grundproblemen der Biologie“ beizutragen, wie auch den Versuch der Imperialisierung der „traditionellen Fächer“ Botanik und Zoologie dank Quantität, Flexibilität und „leichte[r] Handhabbarkeit“ der Mikroben.²⁸ „Technik“ fällt hier nicht. Denn die sich vom Hygiene-Narrativ abgrenzenden Ausdrücke „Technische“ und „Industrielle Mikrobiologie“²⁹ mit Alkohol- und Antibiotikaproduktion sind den Mikrobiologen an Universitäten zu praxisorientiert. Sie wollen ihr Fach *theoretisch* grundlegen. Daraus erklärt sich der im Folgenden immer wieder artikulierte und bewusst gegen die Förderpolitiken zu Neuen Technologien (von denen man generell profitierte) gerichtete Anspruch, *taxonomisch* arbeiten zu wollen, wofür es der Sammlung bedürfe. Denn nur so ließ sich das Quantitätsparadigma der mikrobiellen „Mannigfaltigkeit“ (SCHLEGEL) untermauern; heute: „Biodiversität“.

1.2 Technik als Erwartung: eine positive und negative Technikgeschichte der Mikrobiologie

Die einstige Geognostik als Lehre, in der Erde lesen zu können, sollte in der DSM im Kultivierungsgefäß ankommen. Die chemischen Elemente verkörperten über ihre verlebendigten Stoffwechselwege in Form von Schwefelbakterien, Wasserstoffbakterien und Alkaliphilen (alle Göttinger Forschungsobjekte) die Erdgeschichte und Epochen von Milieus, aber auch biotechnologische Zukünfte. Das Mikrobensammeln scheint deshalb vor einem spezifischen Technikverständnis auf: *Technik als Erwartung*.³⁰ Dabei geht es

- (1.) um Vertrautheitserwartungen (in bewährte Kultivierungs- und Konservierungstechniken und ihre Routinen),
- (2.) um Funktionierbarkeitserwartungen (der Isolierung und Instandhaltung des Lebendobjekts, auch wenn noch keine Technik zur Hand ist), und
- (3.) um Potenzialerwartungen an neue Technologien, hier vor allem Bio- und Atomtechnologien (als Möglichkeit neuer Möglichkeiten).

25 NICKELSEN 2015.

26 ACKERT 2013.

27 Vgl. VAN NIEL 1949, S. 165. Mit seinem Schüler Roger Y. STANIER entwickelte VAN NIEL einen mikrobiellen Holismus.

28 SCHLEGEL 1969, S. V.

29 Vgl. die unter Beratung des Jenaer ZIMET übersetzte *Industrial Microbiology* (1949) von Samuel C. PRESCOTT und Cecil G. DUNN; PRESCOTT und DUNN 1959.

30 KAMINSKI 2010.

Das IfM mit Mikrobebank wurde im GSF-Programm „Neue Technologien“ gefördert. Mit Potenzialerwartungen ist eine Negation tradierter Weltkonzepte verbunden: „Eine Technologie erscheint umso potenzialreicher, je stärker sie vertraute Welt negiert; je unvertrauter die Welt durch sie würde.“³¹ Nichts ist unvertrauter als eine „frühe Erde“. Gleichzeitig lässt sich mit der Kappschen Organprojektionsthese die Potenzialerwartung als bidirektional in die Zeit ausstrahlend begreifen: als Projektion und Rückprojektion, miteinander und mit Theorien unterschiedlicher Hierarchieebene wechselwirkend, wie in der Ökologie üblich. Es scheint dann technomorph so, als hätte schon vor drei Milliarden Jahren jemand Göttliches oder die personalisierte Erde selbst Mikroben kultiviert. Je nachdem, wovon das zu projizierende Organ ausgeht, könnte umgekehrt auch eine allmächtige Mikrobe die Erde kultiviert oder gar synthetisiert haben ... (Abschnitt 5).

Die doppelte Leserichtung der technischen Möglichkeiten zeigt sich auch in Eigennarrativen. Dass die Zentralsammlung *American Type and Culture Collection* (ATCC) der USA und die heutige *Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen* (DSMZ) ihren agrarischen Beginn als möglichst „kleine Welt“ stilisieren (die Objekte hätten im Fall der ATCC einst „in einen Reisekoffer“,³² im Fall der DSM „in einen einzigen Kühlschrank“ gepasst), ist kein Widerspruch zum ideellen Ausgriff auf das Weltganze. Wir finden hier eine konstruierte Gleichursprünglichkeit der Biosphäre und der Modellwelt der Mikrobebank: Die Welt war vorläufig und dynamisch, aus der Not des Überlebens unter unwirtlichen Bedingungen geboren, die Objekte waren einfach und wenig diversifiziert, und scheinbar noch nicht technisiert. Von dort aus lässt sich zwanglos das Quantifizierungsparadigma der jüngeren Mikrobiologie erzählen. Es handelt von immer mehr neu entdeckten Mikroben an stets unvermuteten Stellen – von der Tiefsee über die Atmosphäre bis jüngst zum menschlichen Gehirn. Obwohl die 806 im *World Data Centre of Microorganisms* registrierten Sammlungen 3 305 699 Stämme vorhalten,³³ wird betont, dass man noch nicht einmal 0,1 % der gewählten Mikroben gesammelt habe.³⁴ Man hat also noch viel zu erwarten. Mit Blick auf gescheiterte Kultivierungsversuche gilt jedoch das Gros der beprobten Mikroben als *microbial dark matter*.

Beim Mikrobensammeln geht es der Extension nach um alles Einzellige im weitesten Sinne. Deshalb benutzen Sammlungen den alten Begriff „Mikrobe“ für Kleinstlebewesen bis dato gerne als Universalie.³⁵ Dahinter verbirgt sich eine technische Selbstreferenz. Denn was als „Bakterium“ oder „Einzeller“ zu gelten hat und von ihm zu erwarten ist, unterliegt nicht nur dem technikinduzierten Wandel, sondern wird durch ihn erst hervorgebracht (von Mikroskop bis Kultivierungsapparatur). Die Begriffserweiterung von „Mikrobe“ kann grundlagenforschend oder biotechnologisch motiviert sein, letzteres z. B. bei den ab 1987 in die DSM integrierten Zellkulturen von Pflanze, Tier und Mensch, was ab 1996 das „Z“ im Namen indiziert: DSMZ.

Entsprechend obiger Ambivalenzen argumentiert der Artikel zweigleisig: Vor einem technikphilosophischen Hintergrund stellt er als *positive Technikgeschichte* Kultivierungstechniken, Artefakte und technologische Anwendungsfelder der Sammlungsobjekte vor; als *negative Technikgeschichte* betont er diejenigen Konzeptualisierungen, die sich gerade vom

31 Ebenda, S. 71; vgl. MCKITRICK 2018. In diesem Sinne auch ABEL 2014, S. 113; zu Sammlungen als „meta-epistemischen“ Objekten.

32 CYPESS und SIMIONE 2016, S. 8. Am Rande zur ATCC STRASSER 2019, S. 33–53.

33 Vgl. www.wfcc.info/ccinfo/ [Stand: 6.6.2019].

34 So auch OVERMANN 2018, S. 230.

35 „Mikroorganismus“ schließt Viren aus, die mangels Stoffwechsel keine Organismen sind.

biotechnologisch-hegemonialen Narrativ der Industriellen Mikrobiologie lösen wollten, aber gleichwohl auf Technikeinsatz beruhten. Die negative Technikgeschichte manifestiert sich in Objekten, die zum Zeitpunkt der Akzessionierung keinen industriellen Nutzen hatten und für die Grundlagenforschung, zuvorderst die Taxonomie, gesammelt wurden. Noch heute ist die identitätsstiftende Arbeit der DSMZ die sogenannte polyphasische Taxonomie, was auch die mehrheitliche Kontinuität der Sammlungsobjekte seit wenigstens den 1960er Jahren bedingt.³⁶ Im anwendungsorientierten Fokus stehen die Bereiche Agrar, Umwelt und Biotechnologie; auch dies von Anfang an. Ferner ist der stets auch kommerzielle Charakter der Objekte zu nennen, die im Rahmen der „Servicefunktion“ als Waren vertrieben werden, was die Mikrobebank von der Arbeitssammlung unterscheidet. Als erste³⁷ Mikrobebank gilt die an der Deutschen Universität Prag 1890 vom Laborglas-Spezialisten František KRÁL (1846–1911) angelegte Kollektion.³⁸

1.3 Gliederung, Quellenlage und Stand der Forschung

Der zeitliche Fokus der Untersuchung ist 1965 bis 1973, in den die fast unerforschte Gründungsgeschichte der DSM und des übergeordneten IfM fällt. Davon ausgehend interessieren technikvermittelte Forscher-Objekt-Beziehungen, vor allem SCHLEGELS und PFENNIGS, und wie sie in förderpolitischen Kontexten situiert werden (Abschnitt 2). Nicht beleuchtet wird die DSM als Patenthinterlegungsstelle.³⁹ Objekt- und sammlungsgeschichtlich betrachtet werden dann Struktur und Zusammenschluss der DSM mit ihren Teilsammlungen (Abschnitt 3). Schon 1979 findet die Göttinger DSM mit dem IfM ein vorläufiges Ende, dessen Gründe eruiert werden (Abschnitt 4). Ein Über- und Ausblick (Abschnitt 5) bündelt die Ergebnisse.

Obwohl nach Quellenlage (inklusive Interviews) kein fixes Gründungsdatum auszumachen ist, feierte die DSMZ 2019 ihr 50-jähriges Jubiläum.⁴⁰ Die Rückdatierung auf 1969 deckt sich *grosso modo* mit den hier vorgelegten Ergebnissen. Eine Institutsgeschichte liegt bis dato ebenso wenig vor wie eine technik- oder wissenschaftshistorische Gesamtdarstellung, bereits untersucht wurde eine Teilsammlung der Hefetechnik (nachfolgend „Berlin II“).⁴¹ Technikphilosophisch wurde das Mikrobensammeln noch nicht betrachtet. Selbst in SCHLEGELS Lehrbuch und seiner *Geschichte der Mikrobiologie*⁴² fehlt die Sammlung. Ein knappes biologisches Eigennarrativ nur zur universitären Institutsgeschichte liefern Gerhard GOTTSCHALK (*1935) und SCHLEGEL (1982).

36 *Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft* 2013, S. A6.

37 Der Vergleich von Gründungsdaten ist schwierig, da Sammlungstyp mit Isolierungsform des Objekts relevant sind (siehe unten).

38 LONE et al. 2013, S. 53.

39 Zu nennen sind im Zeitraum (1.) das Rote Taube-Urteil (BGH 27.3.1969, Az. X ZB15/67, in: BGHZ 52, 14, 1969, S. 74–85), demgemäß „die planmäßige Ausnutzung biologischer Naturkräfte und Erscheinungen“ „nicht grundsätzlich vom Patentschutz ausgeschlossen“ ist und die Biologie neu als „technische Lehre“ firmierte; (2.) die *European Patent Convention* (1973, in der BRD in Kraft getreten 1977) und (3.) der *Budapester Vertrag* (1977, in Kraft getreten 1980) als internationale Weichenstellung der Patentierung von Mikroorganismen mit dafür notwendiger Hinterlegungsstelle.

40 EBERHARD 2019. Vgl. zur Gründung 1969 den DSM-Katalog 1993, S. I.

41 BUD 1993, S. 28, 34–36 und 148–154; sowie MARSCHALL 2000, S. 4–86. Vgl. nachfolgenden Abschnitt 3.

42 SCHLEGEL 2004.

Aus institutionengeschichtlicher Sicht auf die DSM sind die Studien von Imtraut SCHEELE (*1947)⁴³ und Christiane REUTER-BOYSEN (*1948)⁴⁴ zentral. Allerdings bleiben wegen des Fokus auf Großforschungseinrichtungen die Erläuterungen knapp und Objekte, Techniken wie Personen dunkel, analog zu den Akten der Trägerinstitutionen der DSM *Gesellschaft für Biotechnologische Forschung mbH* (GBF) und GSF.⁴⁵ Zur Erhellung wurden hier Kuratorakten des Universitätsarchivs Göttingen (UAG) ausgewertet. Im Bayerischen Hauptstaatsarchiv (BayHStA) wurde mit den GSF-Beständen „Deutsche Sammlung für [sic!] Mikroorganismen“ (Lz. 1968–1977) und „Mikrobiologie II“ (Lz. 1965–1979) gearbeitet (GSF 9 u. 7). Für weitere Akten wurde vom GSF-Nachfolger *Helmholtz Zentrum München GmbH* nur beschränkte Einsicht gewährt.⁴⁶ Mutmaßlich ist dies anhängenden Verfahren zum atomaren Endlager Asse geschuldet. SCHLEGEL führte 1968 im Auftrag der GSF fünfwöchige Analysen zur „Verhinderung mikrobieller Zersetzungsprozesse“ in Gefäßen mit Tierkadavern durch, die in der Kaverne Asse II eingelagert werden sollten (er empfahl vorab Trocknung); sie gehörten zum chemisch-toxischen, nicht zum radioaktiven Abfall.⁴⁷ Über solche Fässer wurde erst 2009 öffentlich berichtet, als man im Zuge der Asse-Aufarbeitung auch Überreste zweier Menschen fand. Genutzt wurden zudem Akten im Bundesarchiv (BArch) Koblenz, Niedersächsischen Landesarchiv Abteilung Hannover (NLA HA), Archiv der Technischen Universität (TU) Braunschweig (UABS) und Leopoldina-Archiv in Halle, zum Teil erstmalig. Verwertet wurden auch erstmals Laborunterlagen von PFENNIG aus dem Privatbesitz von Jörg OVERMANN (*1961; Braunschweig). Als weitere Quellengattungen dienten u. a. DSM-Kataloge, Geschäftsberichte, Autobiographien bis hin zu Zeitzeugen-Interviews⁴⁸ sowie Recherchen im DSMZ-Online-Katalog und Begehungen der Sammlung.

Zur Güte der Quellen: Bei Interviews fiel auf, dass sich am heutigen DSMZ-Standort Braunschweig offenbar über Dieter CLAUS (1927–2014), Leiter der DSM 1979–1991, ein legendenartiges Bild-Narrativ entwickelt hatte, das die einst Göttinger Sammlung mit Gründung 1969 als „in einen einzigen Kühlschrank“ passend zeigte, so auch im Artikel der Claus-Schülerin Dagmar FRITZE.⁴⁹ Dies ist stark zu hinterfragen, ferner offenbaren die Kuratorakten mehrere vernichtende Kühlschrankbrände. Bei FRITZE fehlen zudem SCHLEGEL und PFENNIG. CLAUS' dortige Dominanz ist einem „verspäteten Blick“ auf den Neuanfang um 1980 ge-

43 SCHEELE 1995, 2011.

44 REUTER-BOYSEN 1992, S. 162–170.

45 Bei nicht angegebenen Seitenzahlen sind die Akten unpaginiert.

46 Genehmigt wurden GSF 4, 247 und 274–278, nicht: GSF 49, 74, 183 und 194.

47 SCHLEGEL an GSF 3.10.1968 (mit Bericht), in: BayHStA, GSF 7. Zur Tiefierungsforschung der GSF REUTER-BOYSEN 1992, S. 140–159; ohne Hinweise auf die Aktion SCHLEGELS.

48 Von November 2018 bis Mai 2019 wurden Zeitzeugeninterviews geführt mit den Mikrobiologen und Professoren Dr. Karl-Heinz SCHLEIFER (*1939; Schüler KANDLERS, Mitglied im AR DSMZ), Dr. Meinhard SIMON (*1953; Freund und Kollege PFENNIGS in Konstanz), Dr. Eike SIEFERT (ab 1969 Diplomand und „Hiwi“ bei PFENNIG, dann Doktorand SCHLEGELS in Abteilung Pfennig, 1979–1984 an DSM/GBF), Dr. Gerhard GOTTSCHALK (Schüler und Kollege SCHLEGELS, Abteilungsleiter am IfM) und Dr. Friedrich WIDDEL (*1950; ab 1976 Doktorand bei PFENNIG, Mitglied im AR DSMZ), alle per Telefon; persönlich mit den Professoren Dr. Erko STACKEBRANDT (*1944; Schüler von KANDLER und WOESE, 1993–2009 Leiter DSMZ), Dr. Jörg OVERMANN (Konstanzer Schüler PFENNIGS; seit 2010 wissenschaftlicher Direktor DSMZ) und Dr. Joachim KLEIN (*1935; Geschäftsführer GBF ab 1984), ferner mit Ministerialdirigent a. D. Dr. Christian HODLER (*1931; vormals Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Mitglied AR DSMZ) und Dr. Hanno BIEBL (ab 1973 in Abteilung Pfennig, später GBF). Ferner gaben Dr. Heinz Martin SCHUMACHER und Dr. Peter SCHUMANN (beide DSMZ) Hinweise. Allen sei herzlich für ihre Hilfe gedankt. Dr. Johannes KÜHL (*1953), Vorsitzender der Naturwissenschaftlichen Klasse des *Goetheanums*, sei Dank für die Kontaktherstellung zu anthroposophischen Kollegen PFENNIGS.

49 FRITZE 2009, S. 121.

schuldet, betrifft aber nicht die Gründung. Alles spricht vielmehr dafür, SCHLEGEL, PFENNIG und zum Teil auch KANDLER als Begründer der DSM zu sehen. Die folgende Darstellung betritt demnach Neuland.

2. Die DSM als Ort sammelnden Forschens: Technisierte Welten mit Mikrobekulturen

2.1 Die Gründung des Instituts für Mikrobiologie (IfM) der GSF mit Sammlung

Als Teil der Abteilung „Ernährungsphysiologie der Mikroorganismen mit Mikrobekbank“⁵⁰ ging die DSM aus einer „Arbeitsgruppe Pfennig“ ab 1968 hervor, deren offizieller Abteilungsleiter PFENNIG 1970 wurde⁵¹ – das institutionelle Geburtsjahr der DSM. Die Abteilung mit Sammlung gehörte zum GSF-finanzierten *Institut für Mikrobiologie* (IfM), das formal vom 1. 1. 1967 bis 31. 12. 1979 existierte und durchgängig von SCHLEGEL geleitet wurde.⁵² Zusammen mit seinem universitären Institut war es an der Universität Göttingen angesiedelt und bildete den Entstehungskontext auch bezüglich technologischer Erwartungen. Bereits 1964 war SCHLEGEL an das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF) und die eben gegründete GSF mit dem Ansinnen der Förderung eines „hochschulfreien“ „Zentrallaboratoriums für Mikrobiologie“ (mit Sammlung) herangetreten,⁵³ vor allem um den Anschluss an die USA nicht zu verlieren.⁵⁴ Er nutzte eine Internationalisierungsstrategie, zumal die BRD mit einer offiziellen Sammlungseinrichtung ‚spät dran‘ war. Die *American Type and Culture Collection* (ATCC) wurde schon 1925 gegründet,⁵⁵ wie die DSM mit agrarbakteriologischem Hintergrund. Fokus von SCHLEGELS Institut sollte zunächst Strahlenmikrobiologie sein,⁵⁶ aber mit engem Bezug zur Grundlagenforschung, was im Göttinger Fall hieß: Biochemie, Physiologie, Taxonomie. Gerade die Biochemie führte er als profilbildend und modern gegenüber der ATCC ins Felde, deren Expertise in der Taxonomie er als für Sammlungen üblich erwähnt und damit auf ihre Herkunft aus einem naturhistorischen Museum anspielt. Gegen das Gefährdungsnarrativ der Hygieniker ließ der gelernte Botaniker SCHLEGEL Mikroben als „Nützlinge“ und sogar „neuzeitliche Kulturpflanzen“⁵⁷ auftreten, was ihre Produktivität und seinen Ausgriff auf die Botanik betonte. Während der Projektierung wurde auf Bundesebene die Radiobiologie umsituert zu den Universitäten; die Großforschung fokussierte neu Biotechnologie, die GSF auch Umweltforschung.⁵⁸ Dies war SCHLEGELS großem Wurf förderlich. 1966 erstellte er sein Gutachten zur Rückständigkeit der westdeutschen Mikrobiolo-

50 In den Akten trägt die Abteilung variierende Namen.

51 PFENNIG, Lebenslauf, Nov. 1969, S. 2, in: UABS AII G:79: Mikrobiologie. Mit dieser Abteilung rekonstruiert auch SCHEELE 1995, S. 266; die Gründung der DSM.

52 Auszug Protokoll Sitzung AR (GSF), 12. 12. 1979, in: BArch B196/59286.

53 Halbjahresbericht der GSF (1. Halbjahr, Neuherberg 1965, S. 2) in: BayHStA GSF 277. Zur Finanzierung (durch BMwF und z. T. EURATOM) Kurator-Vermerk 3.6.1964, in: UAG Kur. 11730.

54 Zur Rückständigkeit vgl. die Rezension der 3. Aufl. von PRESCOTT und DUNN, *Industrial Microbiology* (1949): Man berufe sich bei der Herstellung zellfreier Enzyme immer noch auf Eduard BUCHNER (1860–1917) und Aleksandr Nikolaevich LEBEDEV (1869–1937), zwei ‚alte Europäer‘; FOSTER 1960, S. 600.

55 CYPRESS und SIMIONE 2016, S. 12.

56 So REUTER-BOYSEN 1992, S. 164f. Vgl. GSF, Wirtschaftsplan 1966 (1. 6. 1965), S. 6; in: BArch B196/22764.

57 SCHLEGEL an BMwF 23.6.1964 (13 Bl.), S. 1, in: UAG Kur. 11730.

58 Ausführlich REUTER-BOYSEN 1992.

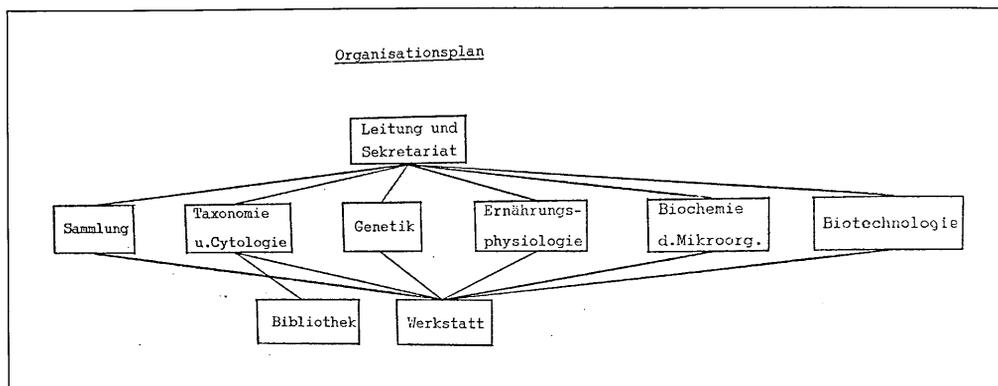


Abb. 1 SCHLEGELS Entwurf des „zentralen Forschungsinstituts für Mikrobiologie“ (später: IfM), März 1966, aus: SCHLEGEL 1966b, S. 34.

gie mit Entwurf zur Einrichtung eines „zentralen Forschungsinstituts“ für biochemische und -technische Untersuchungen.⁵⁹ Dem stimmte der Verwaltungsrat (VR) der GSF mit Wirkung zum 1. 1. 1967 zu.⁶⁰

Abbildung 1 zeigt SCHLEGELS Konzept (1966) des späteren IfM mit sechs avisierten Abteilungen, darunter die Sammlung noch als eigenständige, sowie Bibliothek und Werkstatt. Auffallend ist, dass die Bibliothek nur mit der (nicht genehmigten) Abteilung Taxonomie/ Cytologie verbunden ist, eine Allianz des alten, historisierenden Weltwissens; alle anderen Abteilungen hingegen mit der Werkstatt, d.h. dem Bau von Instrumenten und Kultivierungsapparaturen. Bis 1970 – plausibelstes Gründungsjahr der DSM – wird die GSF drei Abteilungen in die Förderung aufgenommen haben; zuerst ab Mai 1966 die sammlerisch irrelevante Abteilung für „Mikroben-genetik“ des Phagen-genetikers Hermann H. PRELL (1925–2019), der mit SCHLEGEL in stetem Konflikt sein wird⁶¹ und sich anfangs auf die Mutagenität ionisierender Strahlung konzentrierte. Im selben Jahr folgte SCHLEGELS eigene Abteilung für „Bakterienphysiologie“, die größte und teuerste des IfM mit späteren Subdivisionen für Ökotoxikologie und Bioverfahrenstechnik; dann PFENNIGS. Die Entwicklung des IfM mit DSM bündelt Abbildung 2.

PFENNIG erarbeitete, „wie Strahlung durch photosynthetische Organismen in chemische Energie und Reduktionskraft umgewandelt wird“.⁶² Hier ging es um den sichtbaren Wellenlängenbereich: Licht. Aber „Strahlung“ meinte im Gründungskontext des IfM das ganze Spektrum bis hin zu ionisierender Strahlung. Für den Atomgegner PFENNIG galt trotzdem: „Die einzige Strahlung [...] war das Licht für die Schwefelkulturen – und das [kam] durch die Fenster.“⁶³ Radioaktivität war SCHLEGELS Metier: Im Fragebogen der EURATOM gab er 1967 an, dass man am IfM „Isotopenmethoden unter Verwendung von ³H, ¹⁴C, ³²P, ³⁵S, ¹³⁷Cs, ⁸⁹Sr, ¹³¹I“ anwende und „Laboratorien für Arbeiten mit radioaktiven Isotopen bis zur 100-fa-

59 SCHLEGEL, Die Entwicklung der Mikrobiologie in Deutschland und Begründung zur Errichtung eines zentralen Forschungsinstitutes, Göttingen, März 1966 (50 Bl.), Anl. zu: GSF an BMwF 11.5.1966, in: BArch B196/22760.

60 Protokoll, 5. Sitzung VR (GSF), 21. 6. 1966, in: BayHStA GSF 7, zum Etat S. 10f.

61 So auch REUTER-BOYSEN 1992, S. 170.

62 GSF, Jahresbericht 1966, Neuherberg 1967, S. 101, in: BayHStA GSF 276.

63 Interview H. BIEBL 25. 4. 2019.

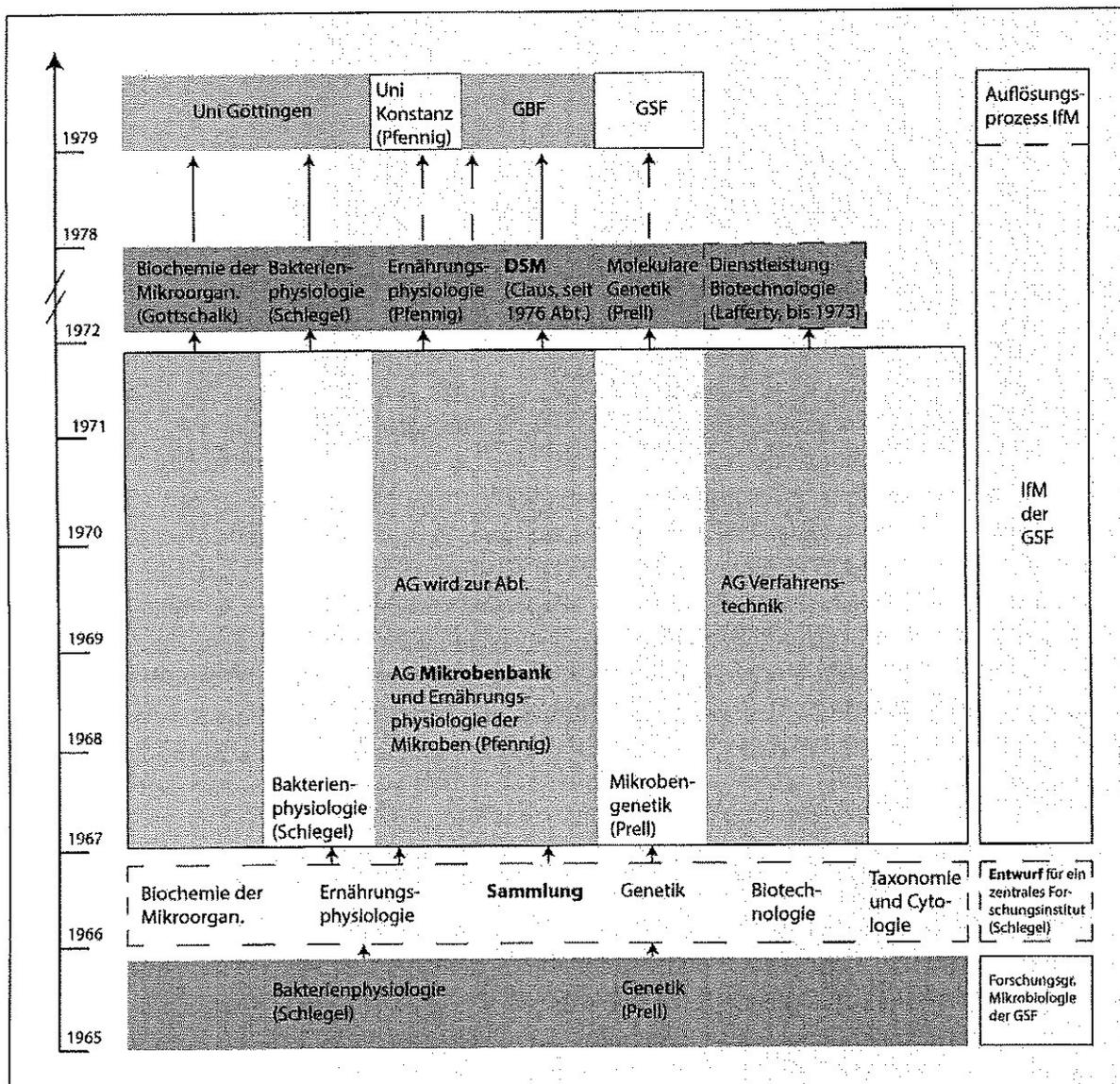


Abb. 2 Diagramm der Abteilungen des IfM (1967–1979/82) mit Mikrogenbank DSM. Erstellt von J. Maximilian DIETZ nach Angaben der Autoren.

chen Freigrenze“ zur Verfügung stünden.⁶⁴ Letzteres dürfte sich strategisch auf die Ausstattung der Göttinger Physik und Chemie beziehen; es bleibt unklar, ob SCHLEGEL jenseits von Stoffwechsexperimenten mit *Tracern* arbeitete, für deren Einsatz Starkstrahler wie Cäsium ungewöhnlich waren.⁶⁵

Auf Ministerialebene wurde die Gründung von IfM mit DSM beschleunigt durch den Arbeitskreis (AK) II/3 „Biologie und Medizin“ der *Deutschen Atomkommission* (DAK), in dem KANDLER saß. Ziel war die Beratung des Bundes u. a. „auf dem Gebiet der Anwendung

64 EURATOM, Enquête über die Forschung in Biologie, Medizin und Landwirtschaft, Fragebogen, I. 4, 1967, S. 4 und 8, in: BayHStA GSF 7. Zu EURATOM im GSF-Kontext REUTER-BOYSEN 1992, S. 58–76. Zur Gründung der EURATOM RADKAU und HAHN 2013, S. 56–110.

65 Interview J. OVERMANN 2. 5. 2019.

radioaktiver Stoffe in der Biologie, Medizin und Landwirtschaft“.⁶⁶ 1967 war das IfM im Etat der GSF verankert, ein Jahr später folgte die Sammlung. SCHLEGEL und PFENNIG hatten dafür dem AK die erbetene Planung für den „Aufbau einer zentralen Kulturen-Sammlung“⁶⁷ (22. 4. 1968) vorgelegt. Der empfahl, die Göttinger Kernsammlung zur *nationalen* Sammlung zu erweitern (Abschnitt 3). Hierfür wurde ein „Programmausschuss“ eingesetzt, u. a. mit SCHLEGEL und KANDLER, und im Juli 1968 der Sammlungs-aufbau beschlossen.⁶⁸

Welche Welt sollte die Sammlung gemäß Projektträger repräsentieren? 1968 konzipierte die GSF, dass sich das IfM der Grundlagenforschung zum „Umweltfaktor Mikroorganismen“ widme, darunter der Strahlenwirkung. Außerdem sollten die „medizinisch-biologisch wichtigsten Mikroorganismen lebensfähig gespeichert werden“.⁶⁹ Aber gerade dieser Sammlungsbereich wird kurz darauf ausgeschlossen. Ein Jahr später galt die Sammlung dem Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) förderpolitisch schon als „notwendige Vorstufe für biotechnologische Nutzenanwendung“.⁷⁰ Die Sprache des Objekts Mikrobe zeigt sich in der nur kurzen Projektierungsphase semantisch unerschöpflich und spiegelt die Vielfalt der technischen Erwartungen. Deshalb wurde auf sammlungsmethodischer Ebene bald auch problematisch, *wie* die DSM die mikrobielle Welt repräsentieren soll: als (wie von SCHLEGEL konzipiert) „Kultursammlung“⁷¹ oder als „Typensammlung“. Die ATCC führt beides als „Type and Culture Collection“ im Namen. Ein Typstamm geht auf eine einzige isolierte Zelle statt einer Kolonie zurück,⁷² was eine erhöhte Standardisierung auch für biotechnologisches Arbeiten bedingt. Deutlich wird, dass Sammlungen die Mikrobe doppelaspektiv handhaben, als *Ding* (Typstamm) und *Prozess*, d.h. Kultur, die beständig am Leben und in Form erhalten werden muss.

2.2 Forschungsbiographische Skizzen: H. G. Schlegel, N. Pfennig, O. Kandler

Im Folgenden werden die wichtigsten Akteure der DSM forschungsbiographisch mit ihren Objekten vorgestellt. Letztere materialisieren Weltanschauungen, die die Modellwelt DSM bestimmen. Mit Blick auf die Differenzen würden wir philosophisch nicht so weit gehen, bei Sammlungen generell von einer „agreed-upon ontology for the collective production of knowledge“ zu sprechen,⁷³ sondern eher von einem „Gefüge“.

Zeitzeugen beschreiben Hans Günter SCHLEGEL⁷⁴ als extrem arbeitsam und visionär, bisweilen sogar mit „naturphilosophischen Anwendungen“.⁷⁵ Dazu gehörte eine produktionsorientierte Verschränkung von Bio- und Technosphäre zur Verschiebung der Grenzen des

66 Protokoll konstit. Sitzung AK II/3 DATK, 23. 2. 1967, S. 4–5 (Bl. 397f.), in: BArch B138/3339.

67 SCHLEGEL 1968, Aufbau einer zentralen Kultursammlung am Institut für Mikrobiologie der GSF in Göttingen, 22. 4. 1968 (14 Bl.), in: BArch B138/3340 (Bl. 16–29).

68 Protokoll 5. Sitzung AK II/3 DATK, 12. 7. 1968, S. 3–4 (Bl. 5f.), in: BArch B138/3340.

69 GSF, Wirtschaftsplan 1969 (7. 5. 1968), S. 5, in: BArch B196/22764.

70 SCHEELE 1995, S. 150.

71 Bezogen auf den Kulturstamm (engl. *strain*), der „usually is made up of a succession of cultures ultimately derived from an initial single colony“. STALEY und KRIEG 1984, S. 1.

72 Zu auch technischen Problemen MALIK und CLAUS 1987.

73 STRASSER 2019, S. 63. Trotz Hinweisen, wie wichtig Kultivierung sei, wird sie als solche nicht betrachtet. Dies zeigt bei Lebendsammlungen auch STRASSERS gewählter Begriff „stock collections“ (statt „living collections“), mit dem er das Lebende als Bestand bereits vorfindet. Vgl. KARAFYLLIS 2018, S. 126–128.

74 Zur Vita SCHINK 2004, S. 103f.; sowie die Nachrufe auf SCHLEGEL von Bärbel FRIEDRICH 2013 und GOTTSCHALK 2015.

75 So GOTTSCHALK im Interview 4. 4. 2019.

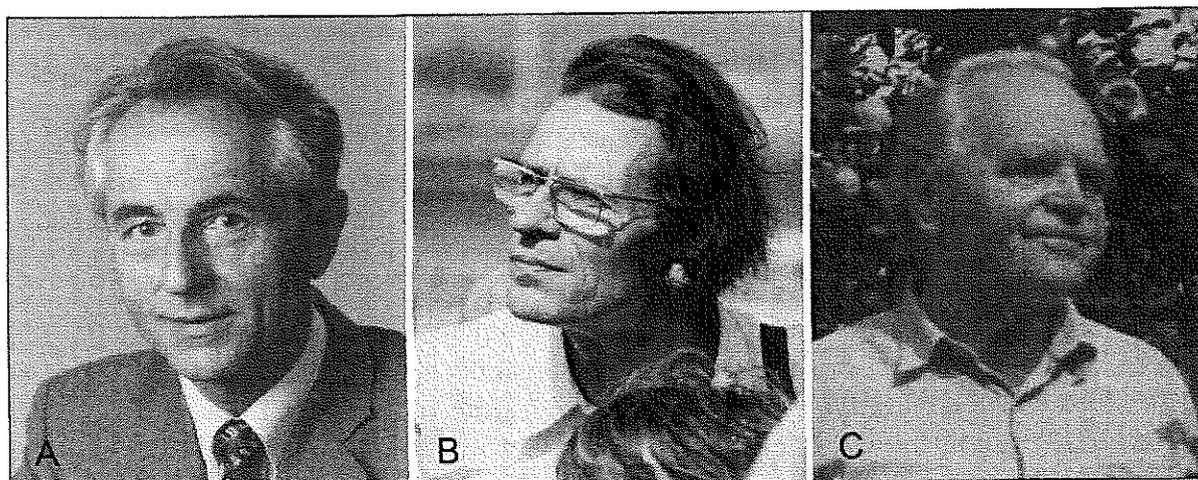


Abb. 3 (A) Hans Günter SCHLEGEL (vor 1980), (B) Norbert PFENNIG (1972), (C) Otto KANDLER.⁷⁶

Wachstums (noch vor dem Meadows-Report), konkret: bakteriell erzeugte Nahrungsmittel und Beschränkung von Geburten.⁷⁷ SCHLEGEL ging von einer begrenzten Tragekapazität der Erde aus und hoffte, wie so viele, auf die Unbegrenztheit der Atomenergie. Zum Wintersemester 1958 gelangte er aus Halle – über Aufenthalte am Münchner Labor des Biochemikers Feodor LYNEN (1911–1979)⁷⁸ und in Cleveland (Ohio, USA) – auf den Göttinger Lehrstuhl für Mikrobiologie.⁷⁹ In Halle hatte der sächsische Lehrersohn bei dem Pflanzenphysiologen Johannes BUDER (1884–1966) zur Phototaxis von Purpurbakterien promoviert (die in Göttingen PFENNIGS Objekte werden). Er und der Bayer KANDLER,⁸⁰ ebenfalls von LYNEN unterrichtet, kannten sich schon zu SCHLEGELS DDR-Zeiten seit 1952, als KANDLER ihn am *Institut für Kulturpflanzenforschung* (IPK) in Gatersleben besuchte. Dank des dortigen „Weltsortiments“ an Pflanzen hatte SCHLEGEL bereits Erfahrungen mit einer nationalen Lebendsammlung gemacht. Sein IfM-Konzept (Abb. 1) zeigt Parallelen mit der damaligen IPK-Struktur in der Abteilungsaufgliederung und ihrer Vernetzung mit der Sammlung,⁸¹ abzüglich Biotechnologie. Am IPK verbrachte SCHLEGEL seine Post-Doktoranden-Zeit beim Biochemiker Kurt MOTHS (1900–1983), der sein Mentor blieb.⁸² Fazit: Das Sammeln von Kulturpflanzen war erkenntnisleitend für das der Mikroben, was auch hier den Begriff „Kultivierung“ an agrikulturelle Praxen rückbindet.

Der Gärtnersohn Otto KANDLER promovierte in München in Botanik und erwarb seine biotechnologische Vertiefung am *Bakteriologischen Institut der Süddeutschen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft* in Freising-Weihenstephan. Von 1957 bis 1965 war er dessen Direktor, ab 1960 parallel zur Professur für Angewandte Botanik an der Technischen

76 Bildnachweise: SCHLEGEL, Leopoldina-Archiv, © Fotostudio Hans WILDER, Göttingen; PFENNIG, privat, Fotograf unbekannt, mit freundlicher Genehmigung von M. SIMON; Otto KANDLER, Leopoldina-Archiv.

77 Er empfahl der Bundesregierung „[w]eltweite Propagierung des Zwei-Kinder-Systems“; SCHLEGEL an GSF 18. 4. 1972, S. 2, in: BayHStA GSF 7.

78 Vgl. SCHLEGEL 1976, S. 136ff. Zu LYNEN siehe WILL 2011, mit Zitat aus SCHLEGELS oben genannten Erinnerungen.

79 „Er wurde als DDR-Bürger berufen, nicht als DDR-Flüchtling.“ Interview GOTTSCHALK, 4. 4. 2019.

80 Zur Vita MÜLLER 1998, S. 83–87.

81 Vgl. STUBBE 1982.

82 SCHLEGEL wird 1961 unter Präsident MOTHS Leopoldina-Mitglied.

Hochschule (TH), und forschte intensiv an Lactobacillen und ihrer Systematik. Auch als KANDLER 1968 Ordinarius für Allgemeine Botanik an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München wird, führt er seine biochemischen Zellwanduntersuchungen mit der dort hin transferierten Sammlung fort, die zur ersten Teilsammlung der DSM wird. Parallel pflegte er sein Interesse für Urbakterien und fokussierte auch hier dasjenige, das eine Entität ausmacht: die Grenze. Das Murein der (eu)bakteriellen Zellwand wird er 1976 bei den Methanogenen als Pseudomurein differenzieren, was zu den „Archaeobakterien“ (später: Archaea) und einem phylogenetischen Paradigmenwechsel führte.

Mit Blick auf den akademischen ‚Mittelbau‘ in Göttingen ist die Geschichte des ältesten universitären, nicht-medizinischen Mikrobiologie-Instituts in Deutschland relevant. Es wurde 1901 als *Landwirtschaftlich-Bakteriologisches Institut* mit Berufung von Alfred KOCH (1858–1922) gegründet und in einer Villa in der Goßlerstraße 16 untergebracht, bis Ende 1970 (Bezug des Neubaus) auch erster Sitz der Sammlung. KOCHS Nachfolger August RIPPEL (1888–1970)⁸³ bildete die später für die DSM verantwortlichen Mitarbeiter Norbert PFENNIG und Dieter CLAUS aus. Er war Spezialist für Bodenbakterien („Boden-Impfstoffe“) und Hefen des Weinbaus, d.h. für Objekte der frühen, agrikulturell geprägten Biotechnologie. Anders als der naturhistorisch denkende Botanikersohn CLAUS, der lebenslang an *Bacillen* und Verwandten arbeitete, hat sich der chemisch-physiologisch interessierte PFENNIG in Methoden, Techniken und Objekten mehrfach umorientiert. Es dauerte, bis er – unter SCHLEGEL und geprägt durch ein Forschungsjahr bei VAN NIEL und Roger Y. STANIER (1916–1982) in Kalifornien 1962/63 – zu ‚seinen‘ Schwefelbakterien und ihrer technischen Modellierung im Chemostaten kam. Noch 1955/56 an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich experimentierte er beim Gärungsbiologen Torsten O. WIKÉN (1912–1995)⁸⁴ mit Weinhefen, d.h. RIPPELS Objekten. Dort erwarb er aber nicht nur das Rüstzeug für Kultivierungstechniken, sondern bildete sich auch limnologisch weiter zu seiner „old love for the world of plankton“, die noch eine Rolle spielt.⁸⁵

Der einem Künstlerhaushalt entstammende PFENNIG dachte die Welt in Licht und Farben und war überzeugter Anthroposoph. Er brachte viele derjenigen Phototrophen erstmals in Reinkultur, an denen sammelnde Kollegen verzweifelten, zuvorderst VAN NIEL. Nicht nur diese Expertise trug PFENNIG in den 1960er Jahren mehrere Rufe ein, von der *University of Illinois* bis zur TU Braunschweig.⁸⁶ Aber er lehnte alle ab und blieb Göttingen so lange wie möglich treu. Auch weil man mit dem Profil agrarische Bakteriologie wegen des „übermächtigen Gegners“ Agrikulturchemie⁸⁷ in der Forschungsförderung nicht punkten konnte, wandten sich SCHLEGEL und PFENNIG neuen Gebieten und Organismen zu (siehe unten). Der frisch berufene SCHLEGEL konnte also auf zwei erfahrene, mit ihm fast gleichaltrige Kräfte zurückgreifen, die er bald für den Aufbau der Sammlung zielgerecht einzusetzen wusste.

83 Vgl. zur Vita Eintrag RIPPEL in BÖHM 1997, S. 261f.

84 WIKÉN kam wie VAN NIEL aus der Delfter Schule der Mikrobiologie.

85 PFENNIG 1993, S. 7. Dort auch Hinweise auf die Anthroposophie.

86 Vgl. Besetzung des 1969/1970 neuen Lehrstuhls für Mikrobiologie der TU Braunschweig, Protokoll Sitzung Senat, 18. 2. 1970 (S. 12, Bl. 182), in: UABS AH C.2:2 T.2.

87 UEKÖTTER 2010, S. 224.

2.3 Die billige Schließung der „Eiweißlücke“: Schlegels Knallgasbakterien und der Atomstrom

Der in großen Chemosynthesen denkende SCHLEGEL lässt sich unschwer einer positiven Technikgeschichte zuordnen, wenn auch nicht exklusiv. Für die GSF-Finanzierung seiner Abteilung „Bakterienphysiologie“ stellte er die „Eiweißsynthese aus Bakterien“ in Aussicht, was an die Verheißungen der aktuellen Biotechnologie wie auch an die alte Rhetorik der agrarischen Kriegsforschung zur Schließung der „Eiweißlücke“ anknüpfte.⁸⁸ Seine Vision war, die wachsende Weltbevölkerung mit Proteinen und Kohlehydraten aus Wasserstoffbakterien⁸⁹ zu versorgen. Biotechnisch gehörte dies zur Schlüsseltechnologie der *Single Cell Proteins* (SCP).⁹⁰ Verfahrenstechnisch geregelte SCHLEGELS Knallgasbakterien gasförmigen Wasserstoff und Sauerstoff, erzeugt durch Elektrolyse von Wasser. Die Energie dafür sollte aus Atomstrom kommen, von dem SCHLEGEL begeistert war. So hat er Mitarbeiter in seinem neugebauten Haus in Bovenden stolz darauf hingewiesen, dass es unabhängig von Erdöl und netztechnisch an das neue Atomkraftwerk Würgassen angebunden sei.⁹¹ Mit der angenommenen Unbegrenztheit des Atomstroms – Wasserstoff und Sauerstoff ließen sich durch Elektrolyse „leicht herstellen“ – kam seine Produktionsvision fast einer energetischen Schöpfung aus dem Nichts gleich, vor allem bei *Hydrogenomonas*-Arten, die „sich in einem einfachen Mineralmedium [...] aus Böden leicht anreichern und isolieren lassen“.⁹² Sammelnde Kultivierung war also kein Problem, auch weil es sich hier um Aerobier handelte (anders die großtechnische Umsetzung). Mit Einfachheit wird ein naturwissenschaftliches, der Mathematik entlehntes Gütekriterium in Anschlag gebracht, das auf Generalisierung abzielt. SCHLEGELS Atomeuphorie erreichte 1972 einen grotesken Höhepunkt, als er mit dem Physiker und systemanalytischen Weltmodellierer Cesare MARCHETTI (*1927) in Erwägung zog, mit dem heißen Wasser in Atomreaktoren durch einen Dreifach-Katalysator thermisch Wasserstoff zu erzeugen, der *Hydrogenomonas* zur Proteinherstellung dient – potenziell für Nahrungsmittel.⁹³ Ferner experimentierte er mit erdölabbauenden Spezies⁹⁴ und hatte Mikroalgen als Massenproduzenten im Blick, d.h. Chemo- und Photosynthese und damit die Gesamtheit einer möglichen Steuerung der Primärproduktion von Biomasse.

Die GSF förderte mit der „Abteilung Algenforschung und Algentechnologie“ ab 1974⁹⁵ auch die Algensammlung der Kohlenstoffbiologischen Forschungsanstalt der Ruhrgas AG in Essen-Brederey, die 1961 nach Dortmund umgezogen war. Im Forschungsbericht wird schon 1951 hervorgehoben, dass man in Essen bereits wie „in Amerika“ mit „geschlossenen, kontinuierlichen Systemen“ arbeite, während man hierzulande noch „Röhrenkulturen“ nutze.⁹⁶ Eben jene kontinuierlichen Systeme interessierten die Göttinger für ihre Phototrophen, wes-

88 Vgl. HEIM 2003.

89 Die Termini Wasserstoff- und Knallgasbakterien werden synonym verwendet und bezeichnen eine heterogene Bakteriengruppe, die auf Basis von gasförmigem Wasserstoff (Elektronendonator) und Sauerstoff (Elektronenakzeptor) unter *aeroben* Bedingungen autotroph CO₂ fixieren kann. Einige tun dies fakultativ und können ferner organische Substrate verwerten (fakultative Chemolithoautotrophie). Vgl. Eintrag „Knallgasbakterien“ in: *Römppl Lexikon Chemie* 10/1997, Bd. 3, S. 2176.

90 SCHLEGEL 1975.

91 Interview STEFERT 19. 3. 2019. Das AKW Würgassen ging 1971 ans Netz.

92 SCHLEGEL 3/1974, Zitate S. 291f.

93 SCHLEGEL an GSF 16. 11. 1972, in: BayHStA GSF 7.

94 Zum Projekt siehe SCHLEGEL an Kurator 2. 2. 1970, in: UAG Kur. 11731. Zur SCP-Technik in den Laboren der Ölindustrie BUD 1993, S. 173–181.

95 REUTER-BOYSEN 1992, S. 167f.

96 MEFFERT und STRATMANN 1953, S. 4.

halb Anfang der 1970er Jahre PFENNIG und sein Doktorand Eike SIEFERT (*1945) die Kollegen an der Ruhr besuchten.⁹⁷ Zudem versuchte SCHLEGEL vergeblich, PRINGSHEIMS „Sammlung von Algenkulturen Göttingen“ (SAG)⁹⁸ in die DSM einzugliedern,⁹⁹ die für ihre 912 Stämme schon 1964 einen serviceorientierten Katalog¹⁰⁰ vorgelegt hatte. Physiologisch und nominell als „Mikroben“ noch Allianzpartner, werden Mikroalgen und Bakterien biotechnologisch zu Konkurrenten. Als Vorteil von Bakterien galt die Fähigkeit, ohne Licht schnell Biomasse zu produzieren. Denn künstliches Licht ist teuer, natürliches unsicher. Umgekehrt konnte man an der Ruhr *low-tech* arbeiten und das kostenlose Sonnenlicht für die Verwertung von CO₂ aus Kohlekraftwerkabgasen durch Mikroalgen nutzen. Entsprechende Reinigungsstrategien wurden zeitgleich in Göttingen mit Bakterien verfolgt.

SCHLEGELS Knallgasbakterien waren auch die Hoffnungsträger im 1967 vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung (BMwF) bewilligten Projekt „Regeneration der Atemluft in geschlossenen Systemen“,¹⁰¹ das für die Raumfahrt- und Militärforschung sowie den ABC-Schutz wichtig war. SCHLEGEL avisierte die Reinigung der Atemluft auf bemanneten Raumstationen mit „Bioregeneration“ bei gleichzeitiger Produktion von Nahrungsmitteln aus dem CO₂.¹⁰² Generell wurde zu der Zeit die Reinigung von Abwasser und Abluft in die biotechnologische Produktion von Ressourcen transformiert. Zu Mikroben als Abbaugeräten experimentierten die Göttinger auch mit verstrahltem Wasser: 1969 wurde das Projekt „Dekontamination von radioaktiv verseuchtem Oberflächenwasser“ gefördert.¹⁰³

Auch die Kläranlagenprojekte SCHLEGELS und PFENNIGS (siehe unten) gehörten zum Nexus von *biodegradation*, *bioinstrumentation* und *bioproduction*. Nach den Ölkrisen ist eine konzeptuelle Umkehr bei der Syntheserichtung für Algen und Bakterien auszumachen: Sie sollten nun nicht Erdöl und Abgase abbauen, sondern Öle und Gase (vor allem Erdgas/Methan) aufbauen. Aufbauprozesse wurden in der zeitgleich eingerichteten AG Verfahrenstechnik des IfM untersucht. Dort arbeiteten SCHLEGEL und seine Knallgasbakterien schon bald mit bzw. in 500-Liter-Fermentern im „Biotechnikum“,¹⁰⁴ geregelt von Robert M. LAFFERTY (*1929), der schon lange ‚an Bord‘ war, dabei 1962/63 als „wissenschaftlicher Angestellter des Atomministeriums“.¹⁰⁵ SCHLEGELS hauseigenes Biotechnikum fällt als Pionierleistung knapp noch vor die Zeit, in der auch die westdeutsche Chemische Industrie Firmenbiotechnik baute,¹⁰⁶ so zuerst die Bayer AG 1972. Aber bei der Bioverfahrenstechnik interessierte SCHLEGEL, anders als LAFFERTY, eher die biochemische Grundlagenforschung. Hier zeigt er sich im Rahmen einer negativen Technikgeschichte. Immer wieder widmete er GSF-Mittel der Verfahrenstechnik um, u. a. für die Erforschung von Enzymatiken. Die (eher kurzfristig

97 Interview SIEFERT 19. 3. 2019.

98 Zur Sammlungsgeschichte: MOLLENHAUER 2004, FRIEDL und SCHLÖSSER 2001.

99 Protokoll 1. Sitzung SK (DSM), 6.–7.10.1975, in: BArch B196/30978.

100 KOCH 1964. Die SAG hatte auch Bakterien und Moose.

101 Kultusminister an Kurator 2. 6. 1967, in: UAG Kur. 11731.

102 SCHLEGEL ³1974, S. 292.

103 Involviert war der Chemiker Hans FORMANEK (*1930, Promotion 1962).

104 Vgl. SCHLEGEL und LAFFERTY 1971.

105 Vgl. LAFFERTYS Lebenslauf in *Anonymus* 1979, S. 11. LAFFERTYS leitete von 1969 bis 1973 die AG Verfahrenstechnik am IfM und ging dann an die Technische Universität Graz, wo sein Aufbau der Bioprozesstechnik prägend für die österreichische Biotechnologie wurde.

106 BUCHHOLZ 1979.

gedachte)¹⁰⁷ Anwendung geriet ins Hintertreffen, wie auch die GSF bemerken wird. Dafür hatte SCHLEGEL bis Mitte der 1970er Jahre ein anderes Ziel der Größe erreicht: Als die Kollegen Marvin P. BRYANT (1925–2000) und Ralph F. WOLFE (1921–2019) aus den USA das Göttinger Doppel-Institut besuchen, stellen sie anerkennend fest, dies sei „die größte Mikrobiologie der Welt“.¹⁰⁸

2.4 Kläranlage, Anthroposophie und Thiologie: Pfennigs Schwefelbakterien und der Chemostat

PFENNIG und sein Team von Kultivierungsspezialisten arbeiteten am Schwefelkreislauf, ein basaler Stoffwechsel schon der „frühen Erde“, und damit an den vielen Organismengruppen, die Schwefel in Oxidationsstufen von Sulfid bis Sulfat umsetzen. Sein Schüler Hans G. TRÜPER (1936–2016) nannte dies im Rückblick humorvoll „Thiologie“.¹⁰⁹ PFENNIGS eigene Forschungsobjekte waren dabei die Phototrophen, die wie Algen Photosynthese betreiben und pigmentiert sind, aber statt H₂O als Wasserstoffquelle H₂S nutzen. Er konnte in ihren schwefeligen Kulturen phänomenologisch lesen, in ihrer jeweiligen Farbschattierung, Trübung, Konsistenz usw., und damit jenseits einer molekularen Schriftmetaphorik, die zu der Zeit vor allem durch die Genetik prominent wurde. Anders als viele Kollegen hatte der Anthroposoph keinen planetar-geologischen, sondern einen medialen Weltzugriff, der prozessual-flüssig gedacht war: Leben entstand mit GOETHE aus dem Wasser, Mikroben waren ihm „Prozesskeime“ im multipotenziellen „Weltenwasser“.¹¹⁰ Dies setzte er technisch um, wie seine Kläranlagen-Projekte am IfM zeigen, z. B.: „Untersuchungen von schwefelhaltigen Purpurbakterien und grünen Bakterien, die aus Abwasser und Faulschwamm isoliert worden sind, auf die Verwertung von Schwefelquellen, Faulgasen und in Abwasser enthaltener organischer [sic!] Verbindungen“ (1967).¹¹¹ Grundlagenforschend untersuchte er die farbigen Schwefelbakterien im Zusammenspiel von Licht, Dunkel und Medium. Dabei ging es weder nur um Ästhetik noch um Metaphysik, sondern um mögliche neue Bakterien des Schwefelkreislaufs, die PFENNIG gerade in technischen Anlagen mit stickig-fauligen Milieus erwartete, sie dann mit Hilfe einer Winogradsky-Säule in Anreicherungskultur brachte, isolierte, reinkultivierte, biochemisch untersuchte und zum Teil auch taxonomisch bestimmte. Er sammelte im Biotop (z. B. im Watt) und Technotop und bis ins hohe Alter verschiedene „Schwärzen“ (durch Eisensulfid/Pyrit) von Faulschlamm in Kläranlagen.¹¹² Bei Technik differenzierte PFENNIG genau, ob sie zum Lebewesen innerlich oder äußerlich war. Da ihm die Integrität der Zelle als Ganzheit nahezu heilig war, weigerte er sich kategorisch, radioaktiv zu arbeiten (ebenso CLAUS).¹¹³ Auch das zellinvasive molekulargenetische Experimentieren lehnte er ab. SCHLEGEL hat dies toleriert.

Bereits ab 1959 entwickelte PFENNIG mit SCHLEGEL Kultivierungstechniken für H₂S-spaltende Bakterien, die man bis dato lebend aus Brackwasser „erntete“ und die im Labor schnell

107 Denn in den 1980er Jahren wird auf Basis der genaueren biochemischen Kenntnis der Enzyme die sogenannte *Biokatalyse* in größerem Maßstab entwickelt, d.h. die technische Nutzung biologischer Enzyme für die Umsetzung nicht-natürlicher Substrate, Garant des Konzepts „biologische Abbaubarkeit“.

108 Interview SIEFERT 19. 3. 2019.

109 TRÜPER 2008.

110 PFENNIG 2011, S. 10f. Postum gekürzte Fassung von 1999.

111 Kultusminister an Kurator 21. 2. 1967; in: UAG Kur. 11731.

112 Interviews SIMON 18. 3. 2019, WIDDEL 25. 4. 2019: „Er hat beim Phänomen angefangen.“

113 Interview SCHLEIFER 13. 3. 2019, übereinstimmend SIEFERT 19. 3. 2019.

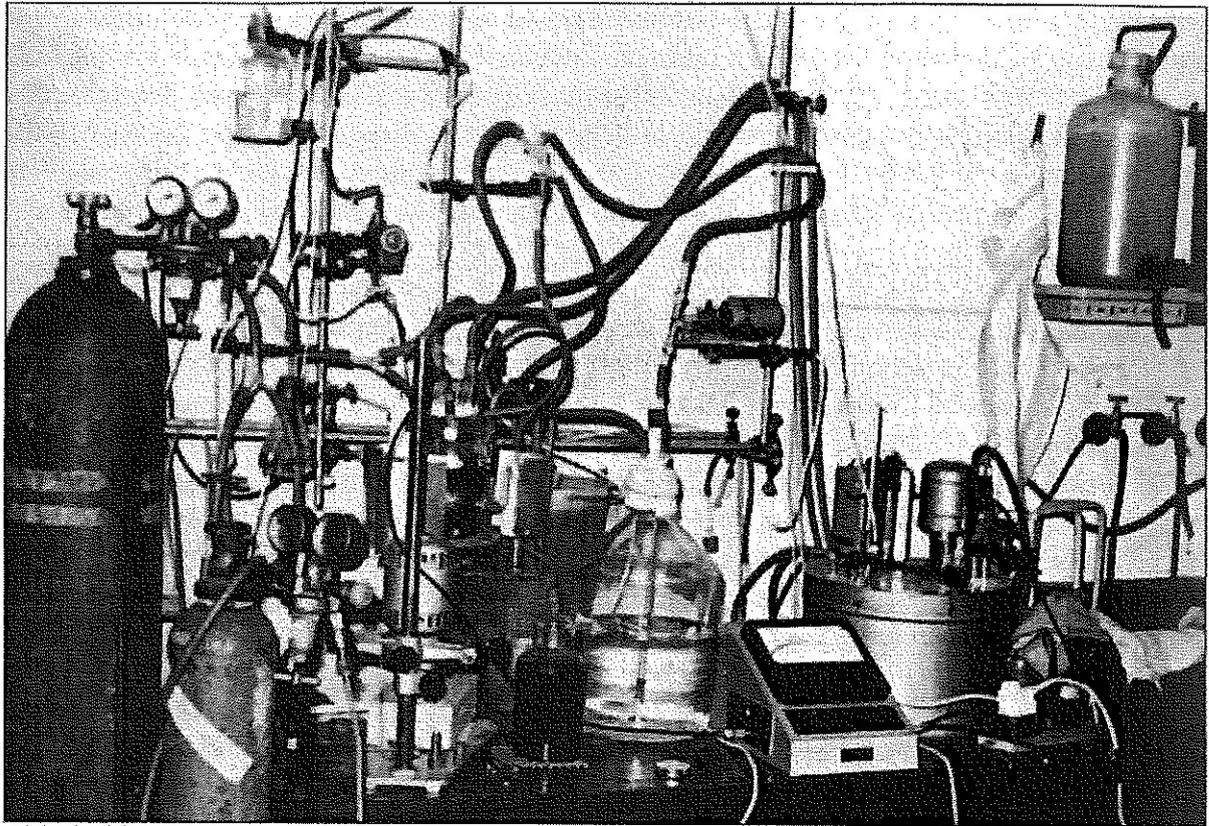


Abb. 4 PFENNIGS Chemostat für *Chlorobium thiosulfatophilum*, Aufnahme Herbst 1966.¹¹⁴

verstarben. Weltweit wurde er der Erste, der sie durch pipettierende Schwefel-Fütterung und spezielle Nährlösungen („Pfennig Medium“) in Langzeiterhaltung brachte.¹¹⁵ Er sammelte bzw. hielt sie in seinem Büro am ausgerüsteten Nordfenster, auf das er im Göttinger Alt- wie Neubau bestanden hatte. Die durch die anthroposophische Farbenlehre inspirierte Steuerung der Lichtverhältnisse seiner purpurroten bis grünen Objekte war für die Kultivierung zentral. So hat er Messungen und vorbebrütende Bestrahlungen auch im Infrarotbereich, im „Rotdunkel“, durchgeführt;¹¹⁶ gemäß der Lichtlehre Rudolf STEINERS (1861–1925), dass sich Rot im Dunklen aktiviert. Wegen seines anthroposophischen Hintergrunds hatte PFENNIG vom mikrobiologischen *Mainstream* stark abweichende Erwartungen an die ureigenen Potenziale von Mikroben, die zwar zum Teil belächelt wurden, ihm aber im Kultivierungserfolg Recht gaben. Seine Kultivierungsexpertise ließ eine beständig zu erweiternde Mikrobensammlung technisch überhaupt erst möglich werden.

Darüber hinaus modellierte er Schwefelbakterien verfahrenstechnisch. Für die Kultivierung vor allem neu entdeckter Bakterien aus der Meerestiefe brauchte man anaerobe Bedingungen mit geregelter Druckausgleich sowie spezifische Substrate und Vitamine. Fermentationstechnik aus dem Brauereiwesen reichte nicht hin, zumal andere Temperaturbereiche zu regulieren waren. Deshalb arbeitete neben PFENNIG auch der promovierte Chemie-Ingenieur Florian Gö-

114 Bildarchiv Norbert Pfennig, Privatbesitz Jörg OVERMANN, mit freundlicher Genehmigung.

115 PFENNIG 1961, SCHLEGEL und PFENNIG 1961.

116 Interview SIEFERT 19. 3. 2019.

BEL, ebenfalls Anthroposoph, am „Chemostat“ (Abb. 4) – ein Bioreaktor mit voreingestellter Verdünnungsrate (anders beim Turbidostat), in dem die Bakterien so lange exponentiell wachsen, bis ein Faktor dies limitiert. Bei Phototrophen war der genaue Wellenlängenbereich relevant. PFENNIG entschied sich für monochromatisches Licht als limitierenden Wachstumsfaktor, gesteuert per Zeiss-Spektralphotometer. Für den Lebenserhalt der Schwefelbakterien musste zudem ihr produzierter Schwefel regelmäßig abgeführt werden. Ökologische Gleichgewichte, die in der Natur über Lebensgemeinschaften mit Stoffwechseelpartnern erreicht werden, waren also zu simulieren und technisch zu erzeugen – denn man wollte für die Sammlung Reinkulturen (heute werden auch Kokulturen genutzt).

Bei der „homokontinuierlichen Kultur“ ging es aus Ingenieursicht um die Berechnung von *steady-state kinetics*. Erprobt wurden zuerst Spezies von *Rhodospseudomonas*, deren Biomassewachstum in Abhängigkeit von u. a. der Substratkonzentration exakt berechenbar wurde – Ausgangsmethodik für die „weiße Biotechnologie“. An der Entwicklung beteiligte sich auch der mit PFENNIG und VAN NIEL befreundete Gewässerkundler Holger W. JANNASCH (1927–1998).¹¹⁷ Die Limnologie, JANNASCHS Fachgebiet und PFENNIGS ‚Hobby‘, hatte bereits das „ökologische Fließgleichgewicht“ konzipiert und so die Idee einer Homöostase im offenen System mathematisch berechenbar gemacht. Als evolutionsbiologisches „Paradox of the Plankton“¹¹⁸ galt die Biodiversität im vergleichsweise isotropen Medium Wasser, d.h., alle Mikroben konkurrierten vermeintlich um die gleichen Nährstoffe und Lichtbedingungen, bis Experimente zur spezifischen Lichtnutzung folgten. Das Gewässer selbst wurde zunächst gemäß Organprojektionsthese wie ein technisches System, ein Fermenter, modelliert; aus dieser Technomorphie dann reale Sachtechnik wie der Chemostat entwickelt. In ihm fand eine Synchronisierung der Objekte statt, denn maßgeblich war die stetige Verjüngung der Zellen: „Durch die experimentell erzeugte Kontinuität aller Faktoren im homokontinuierlichen System verliert die Kultur ihr physiologisches Alter.“¹¹⁹ Der Chemostat erreichte einen Zustand mikrobieller Zeitlosigkeit, der im eigentümlichen Gegensatz zur genealogischen Suche nach Urbakterien stand, wie sie der Münchner DSM-Kollege KANDLER verfolgte.

Noch ein komparativer Blick auf die Widerständigkeit der Objekte: Für eine Langzeitlagerung im etwaigen „Gründungskühlschrank“ (Abschnitt 1.3) waren die von CLAUS beforchten *Bacillen* wegen ihrer Robustheit, aeroben Lebensweise und Sporenbildung ideale Objekte, anders als PFENNIGS fragile Phototrophe. Dies führt zu theoretisierenden „Familienähnlichkeiten“¹²⁰ von Biobanken. Denn auch die Samenbanken des Agrarbereichs sammelten lange bevorzugt die technisch einfach zu lagernden „orthodoxen Samen“ mit fester Samenschale, vor allem von Getreide. Die sortenreine Konservierung – analog zur Norm der Reinkultur – der Gewebe aus den ‚feuchten‘ Zwiebeln und Knollen gelang erst mit moderner Kryokonservierung, zuvorderst die der Kartoffel. Ihr Kryostandard wurde um 1990 an der DSM mit entwickelt.¹²¹ Aus vergleichender Sicht auf Biobanken haben also Kartoffel und Schwefelbakterium ihre technische Widerständigkeit gemeinsam.

117 Vgl. PFENNIG und JANNASCH 1962.

118 HUTCHINSON 1961.

119 PFENNIG und JANNASCH 1962, S. 93.

120 ABEL 2014, S. 109.

121 Vgl. KARAFYLLIS und LAMMERS 2017.

3. Standardisierung und Repräsentanz: Die DSM als dezentrale Sammlung und Modellwelt

Sammlungsgeschichtlich waren frühe Objekte der Göttinger Kernsammlung Bodenbakterien (vor allem Nitrifizierer, Bacillen und Clostridien), Hefen (VON RIPPEL) sowie ab der Schlegel-Zeit Phototrophe und die heterogene Gruppe Knallgasbakterien, die SCHLEGEL schon in Gatersleben bearbeitet hatte.¹²² Einige Schwefelliebhaber brachte PFENNIG von der *Hopkins Marine Station* in Kalifornien mit. Humanpathogene wurden nicht gesammelt.¹²³ Dass Phototrophe mit SCHLEGEL ihren Dienst antraten, deckt sich mit Finanzposten für Geräte, so für „Lichtthermostaten zur Kultur photosynthetischer Bakterien (Selbstbau)“.¹²⁴ Schon 1960 wandte sich SCHLEGEL an den Atomminister zwecks Einrichtung eines Isotopenlabors aus Geldern zur „Assimilation von Kohlendioxid“.¹²⁵ Über den Mittelbegriff „Strahlenforschung“ mit maximaler Begriffsexension verband der Antragsstrategie *Atom- mit Photosyntheseforschung* schon vier Jahre vor seinem Aufschlag bei der GSF mit der gleichen Strategie (Abschnitt 2.1). Epistemologisch wählte er verschiedenste Modellorganismen aus, um über sie biochemisch relevante Methoden zu erschließen, die sich dann mit Rückgriff auf die Sammlung diversifizieren und variieren ließen, bis hin zum Ausloten des biotechnischen Potenzials. Dies korrelierte mit dem Zuwachs taxonomischer Erkenntnisse, weil Bakterien bereits chemotaxonomisch systematisiert wurden. Mikroben wurden also gleichzeitig als biotechnisch und naturhistorisch relevante Modelle konzipiert.

Nach Vorlauf wurde die Sammlung 1970 PFENNIGS IfM-Abteilung unterstellt, administrativ aber von CLAUS betreut.¹²⁶ Erst im Herbst 1973 fasste man das dann bestehende Netzwerk nominell unter „Deutsche Sammlung von Mikroorganismen (DSM)“ und nahm es in das biotechnologische Förderprogramm „Biologie, Medizin und Technik“ des Bundes auf. Zugleich setzte das BMFT einen „ad hoc-Ausschuß“ für die DSM ein. Ab Herbst 1975 wurde er abgelöst vom „Sachverständigenkreis“ (SK, bis 1977), der u. a. mit Vertretern der Firmen Hoechst, Schering, Bayer, Boehringer Mannheim sowie der *Gesellschaft für Molekularbiologische Forschung* (GMBF; später GBF) besetzt war.

Die sich schätzenden Akteure KANDLER und SCHLEGEL hatten bei Gründung „schon einen Kampf“, denn „es ging ja um's Geld, Geld vom Bund. Das wollte jeder für sich“.¹²⁷ Aber es ging auch um Sammlungsordnungen. Eingedenk BLUMENBERGS „Welches war die Welt, die man haben zu können glaubte?“¹²⁸ verknüpften sich Fragen der In-/Exklusion mit denen der Repräsentanz. Welche Welt sollten die zu sammelnden Mikroben repräsentieren? Der milchwirtschaftlich erfahrene KANDLER erwies sich als biotechnologisch orientiert, aber mit SCHLEGEL legte er Wert auf biochemische Grundlagenforschung. Während SCHLEGELS

122 Vgl. Widmung SCHLEGELS auf Vorabdruck (SCHLEGEL 1966a) zu Kurt MOTHES' 65. Geburtstag (1965), in: Leopoldina-Archiv N31-021/1/6.

123 RIPPEL an Ministerium 28. 10. 1949, in: NLA HA, Nds. 500, Acc. 81/60, Nr. 152.

124 SCHLEGEL an Kurator 24. 9. 1960, in: UAG Kur. 11730.

125 Kurator an Kultusminister 28. 11. 1960, ebenda.

126 GSF, Forschungsprogramm 1971 (Dezember 1970), S. 162, in: BayHStA GSF 276.

127 Interview SCHLEIFER 14. 3. 2019. Die Fördersumme der DSM betrug 1974/1975 knapp 750 000 DM; vgl. Zuwendungsbescheid BMFT an GSF, 22. 4. 1974, in: BayHStA GSF 9.

128 BLUMENBERG 1981, S. 10.

April-Entwurf in Göttinger Tradition bei der Diversität der Bodenbakterien angesetzt hatte¹²⁹ (*bottom up*), ging der am 7. Oktober 1968 von KANDLER und dem Weihenstephaner Chemiker Helmut SIMON (1927–2016) unterbreitete Vorschlag *top down* von den biologischen Reichen aus. Wegweisend seien Herbarien sowie botanische und zoologische Gärten. Das „weitgehend maximale Programm“ umfasste biotechnologisch relevante gram-positive Bakterien (u. a. der Milch), Streptomycceten (Antibiotikaproduktion) sowie Human-, Tier- und Pflanzenpathogene.¹³⁰ SCHLEGEL ging im Sinne von „Technik als Erwartung“ davon aus, dass die Zahl der industriell nutzbaren Arten in Zukunft steigen wird. Die Sammlung sollte „erweiterungsfähig“, auf Expansion angelegt sein.¹³¹ Hier zeigt sich philosophisch der Konflikt zwischen Weltoffenheit und Modellcharakter der Sammlung, der Geschlossenheit impliziert, ferner das Problem der internen Relationen von Weltbezugnahmen und Modellbestandteilen. Der überbreite Radius der Sammlungsgebiete ging auf KANDLERS Interesse an Querverbindungen zwischen den Reichen zurück. Fallen gelassen wurden die Humanpathogenen, wohl um nicht mit dem Robert-Koch-Institut (RKI) in Konkurrenz zu treten. Nach Bewilligung des Rahmenantrags zur „Gründung einer Deutschen Kulturensammlung“ (KANDLER und SCHLEGEL, 3. 11. 1969) fand ab 1970 die Erweiterung statt. Die dezentrale, sich damit bewusst von der ATCC absetzende Struktur war PFENNIGS Idee. Dem USA-Kenner schwebten für die BRD „acht bis zehn größere, jeweils auf bestimmte Mikroorganismen spezialisierte Sammlungen an verschiedenen Orten“ vor.¹³² Es sollten kurzzeitig acht werden mit folgenden Standorten: Göttingen (DSM-Zentrale), München (LMU, Institut für Botanik, Otto KANDLER, Fokus Lactobacillen), Berlin I (Institut für Gärungsgewerbe und Biotechnologie, Siegfried WINDISCH, Fokus Hefen), Berlin II (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft/BBA, Berlin-Dahlem, Fokus: Phytopathogene Pilze und Bakterien), Universität Hamburg (dann Bayreuth; Heinz STOLP [1921–2018], Fokus Pseudomonaden und marine Bakterien), TH Darmstadt (Hans Jürgen KUTZNER/Reiner M. KROPPESTEDT, Fokus Strepto- und Actinomyceten), TU München/Freising-Weihenstephan (Martin BUSSE, Fokus: gram-negative Enterobakterien, vor allem Kontaminanten der Milch), BBA Braunschweig (Rudolf BERCKS, Pflanzenviren). Eine Allgemeine Mikrobiologie und Repräsentanz ihrer Welt konnte nur arbeitsteilig realisiert werden.

Verglichen mit der Theorie sah die Sammlungspraxis viel pragmatischer aus, was sich später in der Evaluation negativ niederschlagen wird. Denn angegliedert wurden Sammlungen, die verfügbar waren, z. B. dank persönlicher Kontakte und Berufungen. Das Spektrum der Mikroben war entsprechend breit. Summarisch führte ein aus Göttingen angeleitetes Standardisierungsverfahren a) die ‚Qualität‘ des kultivierten Stammes, b) die Konservierung und c) die Katalogisierung betreffend dazu, dass die über Jahrzehnte lokal kultivierten und indizierten Kulturen zu enthistorisierten, mobilen Objekten wurden. Die Serviceorientierung mit Versand erwies sich als Technisierungseffekt, der bald die Translokation der DSM selbst mit ermöglichen wird. 1974, als auch der erste Katalog erschien, hatte die

129 Neben den Phototrophen seien dies: „Nitrifizierer, Schwefeloxydanten, H₂-oxydierende, Methan-oxydierende Bakterien, Kohlenwasserstoffe-oxydierende Bakterien, Denitrifikanten, Desulfurikanten, freilebende stickstoffbindende Bakterien, aerobe Sporenbildner (Bacilli), Corynebakterien, Mykobakterien, Nocardien sowie Aktinomyceten“. SCHLEGEL 1968, S. 8 (= Bl. 23 der Akte).

130 Zitiert nach KANDLER und SIMON an BMwF 7. 10. 1968 (7 Bl.), in: BArch B138/3340 (Bl. 548ff.).

131 SCHLEGEL 1968, S. 8 (= Bl. 23 der Akte).

132 REUTER-BOYSEN 1992, S. 167.

DSM die größte Netzwerkausbreitung. Technikphilosophisch interessante Teilsammlungen seien kurz hervorgehoben.

Mit den Hefen der „Teilsammlung Berlin II“ am *Institut für Gärungsgewerbe und Biotechnologie*¹³³ konnte die DSM ab 1972 wirkmächtige Ursprungsobjekte der Biotechnik beheimaten. Anfänge reichen auf ein Sortiment aus Hefen, Pilzen, Bakterien und Algen (!) zurück, das Paul LINDNER (1861–1945), bis 1928 Leiter der Biologischen Abteilung der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin, spätestens 1909 an der hiesigen Landwirtschaftlichen Hochschule angelegt hatte. Er nutzte die bei Robert KOCH erlernte Reinkulturtechnik, die er gewerbeorientiert zur „Reinzuchtmethode“ bzw. „Tropfenkultur“¹³⁴ in der Hefetechnik modifizierte. Als Sammler von Organismen auch weit jenseits des Braugewerbes war er ein früher Vertreter der Allgemeinen Mikrobiologie, die als Grundlagenforschung „Vorrang gegenüber den technischen und medizinischen Anwendungsgebieten“ haben sollte.¹³⁵ LINDNER betonte die unbedingte Relevanz der Taxonomie. Zudem galt ihm die Mikrobe nicht als Feind, sondern als Arbeitstier und Partner. Laut seinem Nachfolger Siegfried WINDISCH (1913–2000) sei die Sammlung noch „im Sommer 1945“ die größte ihrer Art in Deutschland gewesen.¹³⁶ Privatfinanziert erweiterte er sie bis 1971 auf ca. 1270 Stämme.¹³⁷ Im Rahmen der GSF-Förderung wurde die neue Hefe *Pichia lindnerii* bestimmt,¹³⁸ ein Ehrentaxon für LINDNER und hinterlegt als Typstamm DSM-70718. Gleichzeitig sah sich WINDISCH veranlasst zu schreiben: „Meist fehlt das Verständnis für die Bedeutung oder gar den Wert solcher Arbeiten, und sie werden demgemäß als überflüssige Spielerei abgetan, zumal sie sich chemischen Gesichtspunkten nicht erschließen.“ Er betonte, dass Taxonomie und Sammlung sich ordnend bedingen, was erst „die planmäßige Suche nach neuen Partnern menschlicher Arbeit möglich“ mache.¹³⁹ Kurz: Was man nicht systematisch kennt, kann man nicht auf sein technisches Potenzial hin ermes sen.

Auch bei der folgenden Sammlung zeigt sich ein förderpolitischer Konflikt zwischen Taxonomie und Biotechnologie beim Sammeln. Die kurzlebige DSM-Sammlung gram-negativer Enterobakterien wurde 1972 von KANDLERS Nachfolger an der Milchforschungsanstalt in Weihenstephan Martin BUSSE (1926–2013) in die DSM eingebracht. Problematisch wurde, dass BUSSE Bakterien mit dem Ziel akkumulierte, Verfahren der numerischen Taxonomie auszubauen,¹⁴⁰ und so in Konflikt mit dem Sachverständigenkreis geriet. Der wollte nicht verwandtschaftliche Tiefe, sondern forderte biotechnologische Breite wie die Aufnahme der für „Fisch- und Fleischwirtschaft interessanten Stämme“.¹⁴¹ Die Forderung nach lebensmitteltechnologischer Nutzbarkeit reichte bis in die Ordnungsstruktur der Sammlung und wertende Normierung ihrer Objekte. „Schädlinge“ sollten in einer „industriegerechte[n] Klassifikation“¹⁴² zu „Nützlingen“ modelliert werden, was BUSSE ablehnte.

Die von der TH Darmstadt 1974 eingespeiste Teilsammlung der bakteriellen „Strahlpilze“ (Aktinomyceten) war in Obhut des Agrarwissenschaftlers Hans Jürgen KUTZNER (*1928) und

133 Vormal: Institut für Gärungsgewerbe und Stärkefabrikation.

134 Vgl. TEICH 2003, S. 161.

135 MARSCHALL 2000, S. 52.

136 WINDISCH 1974, S. 111.

137 WINDISCH an BMBW 3. 5. 1971, S. 1, in: BayHStA GSF 9.

138 HENNINGER und WINDISCH 1975, S. 47f.

139 WINDISCH 1974, S. 116.

140 Vgl. BUSSE an PFENNIG 13. 4. 1971, in: BayHStA GSF 9.

141 Protokoll 1. Sitzung SK (DSM), 6.–7. 10. 1975 (14 Bl.), S. 12, in BArch B196/30978.

142 PFENNIG an GSF 8. 7. 1971 (7 Bl.), S. 3, in: BayHStA GSF 9.

seines Assistenten Reiner M. KROPFENSTEDT (*1942; 1991–1993 Interims-Leiter der DSM). Diese Organismen generierten überraschend diverse Erwartungshaltungen: Während die auch auf Aktinomyzeten spezialisierte Mikrobensammlung der DDR am *Zentralinstitut für Mikrobiologie und experimentelle Therapie* (ZIMET) jene explizit zur Antibiotikaproduktion vorhielt, betonte KUTZNER ihre Vielseitigkeit für Hygiene, Landwirtschaft, Umweltschutz und Biotechnologie, d.h., er modellierte sie als multifunktionale Organismen bzw. Allzweckwaffen. Das Spektrum reichte von Kompostierung bis Enzymproduktion.¹⁴³

Von 1972 bis 1976 war die Pflanzenviren-Sammlung von Rudolf BERCKES (*1910) an der BBA Braunschweig Teil der DSM. Schwerpunkt waren Mosaikviren mit dem wichtigen Modell Tabakmosaikvirus. Nachdem BERCKES, der ordnend zur serologischen Virustaxonomie beigetragen und auch die BBA-Bibliothek (!) geleitete hatte, Ende 1975 in den Ruhestand ging, wurde die Teilsammlung abgestoßen. Denn dem SK schien sie nur aus agrarischer, nicht aus biotechnischer Sicht interessant. Eingedenk der zeitnahen gentechnischen Nutzung von vektorialen Viren war der Ausschluss der Teilsammlung kurzfristig (sie wurde dann um 1990 wieder in die DSM geholt). Zugrunde lag eine falsche Einstellung beim Lesen der Welt der Mikroben: Denn das Virus wurde nur als infektiöses Agens, nicht aber als potenziell technisches Mittel verstanden; man erwartete zu wenig. Mit BLUMENBERG: „[...] auch Mikrobe und Virus haben das Recht auf ‚Befall‘ dessen, was für sie doch ‚Medium‘ ihres Lebens, der jeweils bessere Wirt ist, zu dem alles wandert, was wandern kann.“¹⁴⁴

4. Von der GSF zur GBF: Der Schiffbruch der DSM 1976

Ab 1. Januar 1979 wurde SCHLEGELS IfM sukzessive aufgelöst, Folge einer vernichtenden Evaluation gut zwei Jahre zuvor.¹⁴⁵ Sie fand im Rahmen einer Gesamtevaluation der GSF durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) im Herbst 1976 statt, die zu große Heterogenität der Arbeitsgruppen attestierte. Darauf begann ein langer Umstrukturierungsprozess,¹⁴⁶ der auch die DSM betraf und als Verdrängung der Notwendigkeit von Kultivierung und ihrer physiologisch-biochemischen Vorarbeit interpretiert werden kann. Schon im April 1976 war die DSM aus der Abteilung PFENNIG herausgelöst und am IfM unter CLAUS weitergeführt worden.¹⁴⁷ Tenor der IfM-Gutachter war, dass trotz hoher Reputation die Abteilungen SCHLEGEL, GOTTSCHALK und PFENNIG zwar gute, aber kaum mehr einzigartige Forschung leisteten, noch dazu teuer.¹⁴⁸ Denn mittlerweile seien „an den meisten deutschen Universitäten Lehrstühle für naturwissenschaftlich ausgerichtete Mikrobiologie geschaffen worden“,¹⁴⁹ die biochemisch arbeiteten. SCHLEGEL verlor also durch den von ihm getriggerten Erfolg der Allgemeinen Mikrobiologie sein institutionelles Alleinstellungsmerkmal. Noch 1970 konnte er an seinen Mentor Kurt MOTHE eingedenk der Besetzung von vier

143 KUTZNER an GSF 21. 10. 1973, Anl. A (7 Bl.), S. 1–3, in: BayHStA GSF 9.

144 BLUMENBERG 2000, S. 95.

145 Vgl. Auszug aus „Begutachtung der GSF“ (September 1976): „VIII. Institut für Mikrobiologie, Göttingen“, S. 59–65, in: BArch B196/59286.

146 REUTER-BOYSEN 1992, S. 222; u. a. bzgl. neuer Hinwendung zur Gesundheitsforschung.

147 GSF an CLAUS 2. 4. 1976, in: BayHStA GSF 4. Die Herauslösung war spätestens ab 1974 in Planung, inklusive Ausschreibung der Abteilungsleiterstelle (CLAUS); vgl. Auszug Protokoll 61. Sitzung Wiss.-Techn. Rat, 21. 6. 1974, in: BayHStA GSF 9.

148 Die Abteilung „Molekulare Genetik“ (PRELL) wurde noch desaströser bewertet.

149 Auszug aus „Begutachtung der GSF“ (Sept. 1976), S. 61.

Professuren schreiben: „Ich freue mich, daß sich damit die Mikrobiologie auf mehr Schultern verteilt und ich doch vielleicht die Chance erhalte, noch einmal im Labor zu arbeiten, bevor ich mich mit 60 zu diesem Zweck pensionieren lasse.“¹⁵⁰

Evaluativ schwebte über allem der Vorwurf: zu viel Grundlagenforschung! Man liest sogar die unverhohlene Ironie, dass der „Bacillus Grundlagenforschung hoch infektiös“ sei und mit Einbettung in eine biotechnologische Forschungsinstitution wie die G(M)BF „in Quarantäne“ gehalten werden könne.¹⁵¹ Noch dazu erschien der innerhalb des IfM nicht mit SCHLEGEL kooperierende Mikrobengenetiker PRELL den Gutachtern (unter Vorsitz des Münchner Genetikers Fritz KAUEWITZ [1921–2001]) das Innovationsgebot der Stunde in Göttingen zu behindern: die Transformation biochemischer in molekulargenetische, schneller biotechnologisch nutzbare Ansätze. Das Gutachten empfahl bereits eine Zusammenarbeit mit der GBF. An einen Wechsel der Projekträgerschaft sei aber „nicht zu denken“.¹⁵² – Noch nicht.¹⁵³

Entscheidend für das IfM-Ende war das Argument *ad personam*, dass SCHLEGELS dauernde verfahrenstechnische Forschung an Wasserstoffbakterien „viel von ihrer ursprünglichen Aktualität verloren habe“,¹⁵⁴ was aber nur an den wirtschaftlichen Erfolgsaussichten bemessen wurde.¹⁵⁵ Zu seinem Traum einer Schließung der Eiweißlücke befand man, der sei „ausgeträumt“,¹⁵⁶ Pflanzen produzierten einfach viel billiger als Bakterien. Wohlgemerkt bezieht sich dies auf die technische Dimension der Edukte, d.h. die noch wenige Jahre zuvor als kostengünstig erwartete Elektrolyse von Wasser durch Atomstrom. SCHLEGEL hatte sich von der teuren Wasserstofftechnologie pfadabhängig gemacht. Allerdings stieg die GSF zunächst auch aus dem solaren Algenprojekt an der Ruhr aus.¹⁵⁷ (Siehe unten jedoch das Monitum, dass die DSM die Göttinger Algensammlung nicht integriert habe.) Rückblickend wirken die konjunkturellen, zum Teil widersprüchlichen Förderstrategien zum Innovationspotenzial der Mikrobiologie, gekoppelt an die Vielfalt der Erwartungen, wie ein Etappensieg des Konkurrenten Agroindustrie. Denn dieser entwarf parallel seine Vision von der Grünen Gentechnik zur Bekämpfung des „Welthungers“.

Was sollte nun mit der DSM geschehen? Der SK kritisierte vor allem die unklaren Aufnahmekriterien für Objekte und in Folge einen nicht repräsentativen Sammelfokus. Bemängelt wurde, dass die Modellwelt eher Bio- statt Technosphäre repräsentierte bzw. dass das Sammeln naturhistorisch statt produktionstechnisch orientiert war. Schon 1975 hatte der SK eine biotechnologisch „repräsentative Sammlung“ gefordert, aber die DSM unter CLAUS wollte an der „Aufnahme aller Arten, die zweifelsfrei beschrieben und charakterisiert sind“, festhalten.¹⁵⁸ Das welttotalisierende Quantitätsparadigma war dann doch zu viel. Bestärkt durch ein separates DSM-Gutachten, das zudem Effizienzprüfung, Gebührenreduktion, Abtrennung der Patentstämme sowie Aufnahme der Göttinger Algen und „genetisch determi-

150 SCHLEGEL an MOTHES 20. 10. 1970, in: Leopoldina-Archiv N31-021/3/7.

151 [Zweite], „Begutachtung der Abteilung für Molekulare Genetik“ (Okt. 1978) = Anl. 2 (4 Bl., S. 4) zur Begutachtung des IfM im Sept. 1976 (siehe oben).

152 Auszug aus „Begutachtung der GSF“ (Sept. 1976), S. 64f.

153 Der DSM-Standort war aber schon verhandelbar, so Protokoll 3. Sitzung SK (DSM), 1. 12. 1976 (10 Bl.), S. 7. in: BArch B196/30978; KAUEWITZ erläutert dem SK das separate DSM-Gutachten (in Akte nicht enthalten).

154 Auszug aus „Begutachtung der GSF“ (Sept. 1976), S. 62.

155 BMFT an GSF 12. 9. 1977, S. 3, in: BayHStA GSF 7.

156 Vermerk BMFT 23. 11. 1978, S. 2, in: BArch B196/59286.

157 Die „Algentechnologie“ wurde 1979 an der Kernforschungsanlage Jülich GmbH weitergeführt.

158 Protokoll 1. Sitzung SK (DSM), 6.–7.10.1975 (14 Bl.), S. 4f., in: BArch B196/30978.

nierter Stämme“ anmahnte,¹⁵⁹ strebte der SK (Sitzung 27.2.–1.3.1977) eine Ausgliederung der DSM/Abteilung PFENNIG aus der GSF an.¹⁶⁰ Anfang 1979 wurden die Abteilung PFENNIG und die DSM in die Braunschweiger GBF überführt.¹⁶¹ Erst deutlich später (bis 1987) wurden die Objekte nach Braunschweig umgezogen. Für das Personal (16 Planstellen) wurden von der GBF Übernahmeverträge ausgearbeitet, auch für PFENNIG. Aber er unterschrieb nicht, weil er seine akademische Freiheit eingeschränkt sah.¹⁶² Leicht hätte man es ihm dort ohnehin nicht gemacht, denn zumindest der (extern besetzte) Wissenschaftliche Beirat lehnte, anders als der GBF-Aufsichtsrat, „die wissenschaftlich durch nichts zu rechtfertigende Aufnahme einer zweckfremden Arbeitsgruppe“ ab.¹⁶³ Mit Zweckfremde war PFENNIGS physiologische Grundlagenforschung zu Phototrophen gemeint. Die Myopie der Großforschung wurde zu PFENNIGS universitärem Aufschwung. 1980 wechselte er auf eine Konstanzer C3-Professur für Mikrobielle Ökologie und bald auf das Ordinariat für Limnologie. Sein implizites Wissen und seine Intuitionen zur medialen Kultur der Mikrobe nahm er mit. Aus Mikroben-Sicht war PFENNIGS Weggang lebensbedrohlich, denn die Phototrophen konnten, wie CLAUS bald alarmierend schreibt, „bislang durch Gefriertrocknung nicht erhalten werden“, sondern standen nur „mit seiner [PFENNIGS] Hilfe“ durch „fortlaufende Kultur zur Verfügung“.¹⁶⁴

5. Zusammenfassung und Ausblick

„Ein Buch nach vielen Auflagen gleicht einem Schiff, dessen Planken allesamt morsch geworden waren und im Laufe der Zeit ausgetauscht wurden. Ist das Schiff nun neu, oder ist es das alte?“¹⁶⁵ – So wird die 2006 erstmals ohne SCHLEGEL erscheinende Neuauflage von *Allgemeine Mikrobiologie* eingeleitet. Die DSM als Flaggschiff und Versorgungsschiff dieses Konzepts wurde selbst Gegenstand solcher Umbauten. Zunächst war die DSM – frei interpretiert nach dem Modell der Daseinsmetaphorik in BLUMENBERGS *Schiffbruch mit Zuschauer* (1979) – ein Floß aus Sammlungstreibgut, das auf den Wogen der Forschungsförderung schwamm. 1973/74 befuhr sie den Atlantik als voll aufgetakelter Segler mit Beibooten, bis sie 1976 – zwischen Grundlagen- und Anwendungsorientierung schwankend – Schiffbruch im Bermuda-Dreieck aus GSF-, GBF- und Universitätsforschung erlitt. Als wenig teilnehmender Zuschauer, wenn auch nicht an Land, erscheint die GSF, die selbst in Seenot geriet. Am Ende zählten weder Leben noch Schiff, sondern der Profit der Ladung. Die GSF hätte in SCHLEGELS generalplanmäßiger Vorstellung Heimathafen mit Werft sein sollen. BLUMENBERGS fast zeitgleiche Einsicht war, dass es seit Ende des 19. Jahrhunderts existenziell sei, sein Schiff auf hoher See beständig umzubauen. Denn Heimathäfen gäbe es auch für die Wissenschaften nicht mehr.¹⁶⁶ Dazu passt das Fehlen der Jungfernfahrt, d.h. des Gründungszeitpunkts der DSM. Die Gründung erwies sich als fünfjähriger Zeitraum (1965–1970). Statt dann regelmä-

159 Protokoll 3. Sitzung SK (DSM), 1. 12. 1976 (10 Bl.), S. 7, in: BArch B196/30978.

160 Protokoll 4. Sitzung SK (DSM), 27. 2.–1. 3. 1977 (8 Bl.), S. 3, in: BArch B196/30978.

161 Zur Eingliederung SCHEELE 1995, S. 267ff.

162 Interview SIMON 18. 3. 2019, so auch GOTTSCHALK 4. 4. 2019.

163 So Armin FIECHTER, ETH Zürich, an BMFT 15. 2. 1979 in: BArch B196/59285.

164 CLAUS 1980, S. 106.

165 *Autorenkollektiv* 2007, in FUCHS 2007, S. V.

166 Vgl. BLUMENBERG 1979, S. 70–74.

Big Ballast abzuwerfen, sorgte die Vision einer vollständigen „Welt der Mikroben“¹⁶⁷ für zunehmende Krängung des Schiffs. Auf lange Sicht bedeutete der Braunschweiger Hafen GBF den Wiedergewinn der Seetüchtigkeit¹⁶⁸ und neue Ausfahrt in den „neoliberalen Gewässern“ des Wissenschaftsmarktes unter eindeutiger Flagge: biotechnologische Nützlichkeit. Dies wird jedoch auch in der Zukunft der DSM/Z nur eines ihrer Merkmale sein;¹⁶⁹ jeder Versuch, das „Wesen von Sammlungen“ zu bestimmen, „erleidet Schiffbruch“, so die wissenschaftsphilosophische Einsicht von Günther ABEL (*1947).¹⁷⁰

SCHLEGEL hat noch miterlebt, wie die von ihm begründete DSM/Z zu einer der größten Mikrobenbanken der Welt wurde. Aber das Göttinger Ende des IfM mit seiner Sammlung „hat Schlegel sehr getroffen“. Seitdem hat er „etwas resigniert“; sonst hatte er „immer Visionen“.¹⁷¹ Für KANDLER hingegen begann die grundlagenforschende Zusammenarbeit mit Carl R. WOESE (1928–2012) zum neuen „Baum des Lebens“ mit der Domäne Archaea, die in einen berühmten Artikel mündete.¹⁷² WOESE fasst den Zustand des Faches Mikrobiologie bis Anfang der 1970er Jahre selbst als reine „Sammlung“, was SCHLEGELS Strategien rückblickend noch verständlicher werden lässt: „a collection of anecdotal facts given shape by external forces“, d.h. technischen Anwendungen.¹⁷³ Nie gehe es um die Mikrobe an und für sich. WOESE kritisiert auch den „technological adventurism“, mit dem Kollegen die DNA-Decodierung in Gentechnik überführten,¹⁷⁴ und hält dagegen die Molekulargenetik als phylogenetische Sonde hoch. Aber mit WOESES vermeintlich nur naturgeschichtlicher Rückschau auf die Archaea war eine technologische Vorschau verbunden, Organprojektion planetarischen Ausmaßes. Denn die stoffwechselnde Biogeodynamik bekam ein mikrobielles Fundament der chemischen Synthese: „Prokaryotes are the real chemists of this planet.“¹⁷⁵ Im Zusammenspiel von sammelndem Kultivieren, genealogischem Sondieren und quantifizierendem Weltmodellieren wurde aber nicht nur analysiert, wie die kleinen Chemiker riesige Stoffströme umsetzen, sondern dies auch technisch zu imitieren versucht, wie das Beispiel von PFENNIGS Chemostat zeigte. Dies reichte über die Kläranlage als „verlängerter Arm“ der Mikrobe bald weit hinaus und hinein bis in heutige, planetar ausgreifende Forschungsstrategien zur Bioökonomie und zum Geo-Engineering.

Wie sich Welt-Repräsentationen mit technikvermittelten Erwartungen und Projektionen in der Sammlung verschränken, bedarf weiterer Forschungen. Auch die technischen Bedingungen des Sammelns generell sind ein Aufgabenfeld für die Technikphilosophie. Hier wurde gezeigt, wie die Interaktion von kategorial-ordnender Sammlung und medialer Kultivierung nicht nur Ausgangsbedingungen für technische Welten auf Mikrobenbasis erschuf, sondern auch einen „Grenzbegriff“ für eine „primär-prähistorische Lebenswelt“. Dies meint kein utopisches Erfassen der ganzen Welt, aber überzeugt in der „Authentizität“, mit der „Erwartung und Erfahrung, Lebenszeit und Weltzeit“ zur Deckung gebracht werden – in der Sammlung.

167 Zu Vollständigkeit und mikrobiellen Welt-Ausgriffen BLUMENBERG 2000.

168 So auch SCHEELE 1995, S. 268.

169 Vertreter der Pfennig-Schule arbeiten an der DSMZ zum Schwefelkreislauf der frühen Erde, vgl. THIEL et al. 2019.

170 ABEL 2014, S. 109.

171 Interview GOTTSCHALK 4. 4. 2019.

172 WOESE et al. 1990.

173 WOESE 1994, S. 6.

174 QUAMMEN 2018, S. 109.

175 WOESE 1994, S. 7.

Mit ihr wird qua Kultivierung „Wirklichkeit“ des mikrobiellen Daseins erzeugt.¹⁷⁶ Dieser Mehrwert ist kaum zu überschätzen, selbst wenn er sich der Funktionalisierung oft entzieht, wie die Frühgeschichte der DSM zeigt.

Verzeichnis der Archivquellen

Bayerisches Hauptstaatsarchiv (BayHStA):

GSF 4
GSF 7
GSF 9
GSF 274
GSF 276
GSF 277

Bundesarchiv, hier: Standort Koblenz (BArch)

B138/3339
B138/3340
B196/22760
B196/22764
B196/30978
B196/59285
B196/59286

Nds. Landesarchiv Abteilung Hannover (NLA HA)

Nds. 500, Acc. 81/60, Nr. 152

Leopoldina-Archiv

Nachlass Kurt Mothes: N31-021/1/6 und N31-021/3/7

Universitätsarchiv Braunschweig (UABS)

All G:79:Mikrobiologie
All C.2:2 T.2

Universitätsarchiv Göttingen (UAG)

Kur. 11730
Kur. 11731

Literatur

ABEL, Günter: Sammlungen als epistemische Objekte und Manifestationen von Ordnungen des Wissens. In: HASSLER, Uta, und MEYER, Torsten (Hrsg.): *Kategorien des Wissens. Die Sammlung als epistemisches Objekt*. S. 109–132. Zürich: vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich 2014

ACKERT, Lloyd: *Sergei Vinogradskii and the Cycle of Life. From the Thermodynamics of Life to Ecological Microbiology, 1850–1950*. Heidelberg u. a.: Springer 2013

Anonymus: Lafferty, Robert M., Lebenslauf. In: 1929–1979 *Biochemische Technologie Schlögelgasse*, Jubiläumsschrift der TU Graz, Eigenverlag (unpag. Typoskript) 1979, PDF unter history.tugraz.at/incl/FileDownload.php?id=1389793053&typ=institut [Stand: 17.6.2019]

Autorenkollektiv: Vorwort zur 8. Auflage. In: FUCHS, Georg (Hrsg.): *Allgemeine Mikrobiologie*. Stuttgart, New York: Thieme 2007

BARNETT, James A.: Culture deposits. *Nature* 361 (4.2.1993), 391 (1993)

¹⁷⁶ BLUMENBERG 1986, S. 66.

- BASF Aktiengesellschaft (Hrsg.): Geschäftsjahr 1974. Ludwigshafen 1975
- BASF Aktiengesellschaft (Hrsg.): Geschäftsjahr 1976. Ludwigshafen 1977
- BLUMENBERG, Hans: Schiffbruch mit Zuschauer. Paradigma einer Daseinsmetapher. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1979
- BLUMENBERG, Hans: Die Lesbarkeit der Welt. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1981
- BLUMENBERG, Hans: Lebenszeit und Weltzeit. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1986
- BLUMENBERG, Hans: Der Untergang der Welt am Leben. In: BLUMENBERG, Hans: Die Vollzähligkeit der Sterne. S. 92–97. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2000
- BÖHM, Wolfgang (Hrsg.): Biographisches Handbuch zur Geschichte des Pflanzenbaus. München: Saur 1997
- BUCHHOLZ, Klaus: Die gezielte Förderung und Entwicklung der Biotechnologie. In: VAN DEN DAELE, Wolfgang, KROHN, Wolfgang, und WEINGART, Peter (Hrsg.): Geplante Forschung. S. 64–116. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1979
- BUD, Robert: The Uses of Life. A History of Biotechnology. Cambridge: Cambridge University Press 1993
- CLAUS, Dieter: Abschn. „Deutsche Sammlung von Mikroorganismen (DSMZ)“. In: *Gesellschaft für Biotechnologische Forschung: Wissenschaftlicher Ergebnisbericht 1979*, S. 105–109. Braunschweig: GBF 1980
- CYPRESS, Raymond H., and SIMIONE, Frank P.: Transformation of an Icon: ATCC and the New Business Model for Science. Manassas 2016 Eigenpubl. als PDF unter: <https://www.atcc.org/~media/PDFs/Books/Transformation%20of%20an%20Icon.aspx> [Stand: 24.6.2019]
- Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft: Stellungnahme zum Leibniz-Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH (DSMZ) Braunschweig vom 28. 11. 2013. Ohne Ort 2013
- Deutsche Sammlung von Mikroorganismen (DSMZ): Catalogue of Strains 1974. Göttingen: DSM 1974
- EBERHARD, Andreas: Mikroben und Viren: Leibniz-Institut DSMZ feiert 50. Geburtstag. Braunschweiger Zeitung vom 11. 6. 2019
- FOSTER, J. W.: Book Review. *Industrial Microbiology*. Samuel Cate Prescott and Cecil Gordon Dunn. Third edition revised by Cecil Gordon Dunn. McGraw-Hill, New York, 1959, viii + 945 pp. Illus. \$17.50. *Science* 131, 600–601 (1960)
- FRIEDL, Thomas, und SCHLÖSSER, Uwe G.: Die Sammlung von Algenkulturen am Albrecht von Haller-Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Göttingen. In: HOFFMANN, Dietrich, und MAACK-RHEINLÄNDER, Kathrin (Hrsg.): „Ganz für das Studium angelegt“: die Museen, Sammlungen und Gärten der Universität Göttingen. S. 243–248. Göttingen 2001
- FRIEDRICH, Alexander: The rise of cryopower. Life in the age of cryogenic life. In: RADIN, Joanna, and KOWAL, Emma (Eds.): *Cryopolitics: Frozen Life in a Melting World*; pp. 59–69. Cambridge (MA, USA), London: The MIT Press 2017
- FRIEDRICH, Bärbel: Nachruf Hans Günter Schlegel. *BioSpektrum* 19/3, 310–311 (2013)
- FRITZE, Dagmar: History and achievements of the Culture Collection and Patent MIRCEN Braunschweig [Germany]. In: DOELLE, Horst W., ROKERN, J. Stefan, and BEROVIC, Marin (Eds.): *The Role of Microbial Resource Centers and UNESCO in the Development of Biotechnology*. *Biotechnology Vol. XV*, 119–136. Oxford 2009
- FUCHS, Georg (Hrsg.): *Allgemeine Mikrobiologie*. Begründet von Hans-Günter Schlegel: Stuttgart, New York: Thieme 82007
- GORLENKO, Vladimir M.: History of the study of biodiversity of photosynthetic bacteria. *Microbiology* 73/5, 541–550 (2004)
- GOTTSCHALK, Gerhard: *Mikrobiologie 2010*. Entdeckungen und Entwicklungen in den zurückliegenden 25 Jahren. In: 25 Jahre VAAM. S. 4–19. Ohne Ort: Selbstverlag VAAM 2010
- GOTTSCHALK, Gerhard: Nachruf auf Hans Günter Schlegel. In: *Jahrbuch der Göttinger Akademie der Wissenschaften* 2014, I, S. 180–185. Berlin, Boston 2015
- GOTTSCHALK, Gerhard, und SCHLEGEL, Hans G.: Das Institut für Mikrobiologie der Universität Göttingen. *Forum Mikrobiologie* 5, 5–8 (1982)
- HEIM, Susanne: Kalorien, Kautschuk, Karrieren. Pflanzenzüchtung und landwirtschaftliche Forschung in Kaiser-Wilhelm-Instituten 1933–1945. Göttingen: Wallstein 2003
- HENNINGER, Wolfgang, und WINDISCH, Siegfried: *Pichia linderii* sp. n., eine neue Methanol assimilierende Hefe aus Erde. *Archives of Microbiology* 105, 47–48 (1975)
- HUTCHINSON, George E.: The paradox of the plankton. *The American Naturalist* 95/882, 137–145 (1961)
- JONES, Susan D.: Population cycles, disease, and networks of ecological knowledge. *Journal of the History of Biology* 50/2, 357–391 (2017)
- KAMINSKI, Andreas: *Technik als Erwartung*. Grundzüge einer allgemeinen Technikphilosophie. Bielefeld: Transcript-Verlag 2010

- KAPP, Ernst: Philosophische oder vergleichende allgemeine Erdkunde als wissenschaftliche Darstellung der Erdverhältnisse und des Menschenlebens in ihrem inneren Zusammenhange. Braunschweig: Westermann 1845
- KAPP, Ernst: Grundlinien einer Philosophie der Technik [1877]. Hamburg: Felix Meiner 2015
- KARAFYLLIS, Nicole C.: Die Samenbank als Paradigma einer Theorie der modernen Lebensammlung. In: KARAFYLLIS, Nicole C. (Hrsg.): Theorien der Lebensammlung. Pflanzen, Mikrobe und Tiere als Biofakte in Genbanken. S. 39–136. Freiburg (i. Br.): Karl Alber 2018
- KARAFYLLIS, Nicole C.: Interaktionen in der Technosphäre und Biofakte. In: LIGGIERI, Kevin, und MÜLLER, Oliver (Hrsg.): Mensch – Maschine – Interaktion. S. 106–113. Stuttgart: J. B. Metzler 2019
- KARAFYLLIS, Nicole C., and LAMMERS, Uwe: Big Data in kleinen Dosen. Die westdeutsche Genbank für Kulturpflanzen ‚Braunschweig Genetic Resources Collection‘ (1970–2006) und ihre Biofakte. *Technikgeschichte* 84/2, 163–200 (2017)
- KARAFYLLIS, Nicole C., WASZYNSKI, Alexander, und LAMMERS, Uwe: Mikroben-Welten. In: KARAFYLLIS, Nicole C., OVERMANN, Jörg, und SCHNEIDER, Ulrich J. (Hrsg.): Die kontaminierte Bibliothek. Mikroben in der Buchkultur. S. 12–31. Leipzig: Universitätsverlag Leipzig 2021
- KOCH, Robert: Über die neuen Untersuchungsmethoden zum Nachweis der Mikrokosmen in Boden, Luft und Wasser. *Ärztliches Vereinsblatt für Deutschland* Nr. 137 (1883); edoc aus den digital. Gesammelten Werke[n] Robert Kochs (Bd. 1, S. 274–282), zugänglich über Publikationsserver des RKI, permanent URL <http://dx.doi.org/10.25646/5077> [Stand: 4.6.2019]
- KOCH, Wulf: Verzeichnis der Sammlung von Algenkulturen am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen. *Archiv für Mikrobiologie* 47, 402–432 (1964)
- LANDECKER, Hannah: *Culturing Life. How Cells Became Technologies*. Cambridge (MA, USA), London: Harvard University Press 2007
- LONE, Showkat A., MALIK, Abdul, and PADARIA, Jasdeep C.: Microbial resource centers towards harnessing microbial diversity for human welfare. In: MALIK, Abdul, GROHMANN, Elisabeth, and ALVES, Madalena (Eds.): *Management of Microbial Resources in the Environment*; pp. 51–67. Dordrecht: Springer 2013
- MALIK, Khurshed A., and CLAUS, Dieter: Bacterial culture collections: Their importance to biotechnology and microbiology. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews* 5/1, 137–198 (1987)
- MALLEY, Maureen A. O.: *Philosophy of Microbiology*. Cambridge (UK): Cambridge University Press 2014
- MARSCHALL, Luitgard: Im Schatten der chemischen Synthese. Industrielle Biotechnologie in Deutschland (1900–1970). S. 49–86. Frankfurt (Main): Campus-Verlag 2000
- MCKITRICK, Jennifer: *Dispositional Pluralism*. New York: Oxford University Press 2018
- MEFFERT, Maria E., und STRATMANN, Heinz: *Algen-Großkulturen im Sommer 1951*. Wiesbaden: Springer 1953
- MOLLENHAUER, Dieter: Historical aspects of culturing microalgae in Central Europe and the impact of Ernst Georg Pringsheim, a pioneer in algae culture collection. *Nova Hedwigia* 79, 1–26 (2004)
- MÜLLER, Hans E.: Otto Kandler und die moderne Mikrobiologie. *Mikrobiologie* 8, 83–87 (1998)
- NICKELSEN, Kärin: *Explaining Photosynthesis. Models of Biochemical Mechanisms 1840–1960*. Dordrecht u. a.: Springer 2015
- OVERMANN, Jörg: Konzeption, Relevanz und Zukunftsperspektiven moderner mikrobiologischer Ressourcenzentren am Beispiel des Leibniz-Instituts DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen. In: KARAFYLLIS, Nicole C. (Hrsg.): Theorien der Lebensammlung. S. 229–250. Freiburg (i. Br.): Karl Alber 2018
- PFENNIG, Norbert: Eine vollsynthetische Nährlösung zur selektiven Anreicherung einiger Schwefelpurpurbakterien. *Die Naturwissenschaften* 48, 136 (1961)
- PFENNIG, Norbert: Reflections of a microbiologist, or how to learn from the microbes. *Annual Review of Microbiology* 47, 1–29 (1993)
- PFENNIG, Norbert: Die Welt des Wassers. *Das Goetheanum* 42, 10–11 (22.10.2011, postum gekürzte Fassung von 1999)
- PFENNIG, Norbert, und JANNASCH, Holger W.: Biologische Grundfragen bei der homokontinuierlichen Kultur von Mikroorganismen. *Ergebnisse der Biologie* 25, 93–135 (1962)
- PRESCOTT, Samuel C., and DUNN, Cecil G.: *Industrial Microbiology*. New York: McGraw-Hill 1949
- PRESCOTT, Samuel C., und DUNN, Cecil G.: *Industrielle Mikrobiologie*. Übersetzung von Elisabeth ZÖLLER. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1959
- QUAMMEN, David: *The Tangled Tree. A Radical New History of Life*. New York: Simon & Schuster 2018
- RADKAU, Joachim, und HAHN, Lothar: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München: oekom 2013
- REUTER-BOYSEN, Christiane: *Von der Strahlen- zur Umweltforschung. Geschichte der GSF 1957–1972*. Frankfurt (Main): Campus-Verlag 1992
- Römpf Lexikon Chemie*: Römpf Lexikon Chemie. Bd. 3. Stuttgart: Thieme ¹⁰1997

- SCHHEEL, Irma: Kontinuität und Wandel. Die Geschichte der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) mbH und ihrer Vorgängerinnen 1965–1990. Habilitationsschrift Universität Hamburg 1995, online publiziert über die Digitale Bibliothek Braunschweig 2011
- SCHINK, Bernhard: Hans Günter Schlegel 80 years old. *Archives of Microbiology* 182, 103–104 (2004)
- SCHLEGEL, Hans G.: Physiology and Biochemistry of Knallgasbacteria. *Advances in Comparative Physiology and Biochemistry* 2, 185–236 (1966a)
- SCHLEGEL, Hans G.: Die Entwicklung der Mikrobiologie in Deutschland und Begründung zur Errichtung eines zentralen Forschungsinstitutes, Göttingen: März 1966 (Typoskript, 50 Bl.). Anl. zu: GSF an BMWf 11.5.1966, in: BArch B196/22760. (1966b)
- SCHLEGEL, Hans G.: Aufbau einer zentralen Kultursammlung am Institut für Mikrobiologie der GSF in Göttingen, 22.4.1968 (Typoskript, 14 Bl.). In: BArch B138/3340 (Bl. 16–29 der Akte). (1968)
- SCHLEGEL, Hans G.: Allgemeine Mikrobiologie. Stuttgart: Thieme 1969
- SCHLEGEL, Hans G.: Allgemeine Mikrobiologie. Stuttgart: Thieme 1974
- SCHLEGEL, Hans G.: Hydrogen utilizing bacteria as potential source of single cell protein. In: HASEGAWA, Takezi (Ed.): Proceedings of the First Intersectoral Congress of the International Association of Microbiological Societies. Vol. 5, pp. 14–23. Tokyo: Science Council of Japan 1975
- SCHLEGEL, Hans G.: April–Oktober 1956. In: HARTMANN, Guido R. (Hrsg.): Die aktivierte Essigsäure und ihre Folgen. Autobiographische Beiträge von Schülern und Freunden Feodor Lynens. S. 136–138. Berlin, New York: De Gruyter 1976
- SCHLEGEL, Hans G.: Geschichte der Mikrobiologie. *Acta Historica Leopoldina* Nr. 28. Halle (Saale): Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina 2004
- SCHLEGEL, Hans G., and LAFFERTY, Robert M.: Novel energy and carbon sources. A: The production of biomass from hydrogen and carbon dioxide. *Advances in Biochemical Engineering* 1, 143–168 (1971)
- SCHLEGEL, Hans G., and PFENNIG, Norbert: Die Anreicherungskultur einiger Schwefelpurpurbakterien. *Archiv für Mikrobiologie* 38, 1–39 (1961)
- SOMMER, Manfred: Sammeln. Ein philosophischer Versuch. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1999
- STALEY, James T., and KRIEG, Noel R.: Classification of procaryote organisms: an overview. In: KRIEG, Noel R., and HOLT, John G. (Eds.): *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 1, pp. 1–4. Baltimore: Williams & Wilkins 1984
- STANIER, Roger Y., DOUDOROFF, Michael, and ADELBERG, Edward A. (Eds.): *The Microbial World*. Englewood Cliffs: Prentice Hall 1957 (zahlreiche Auflagen)
- STRASSER, Bruno J.: *Collecting Experiments: Making Big Data Biology*. Chicago: The University of Chicago Press 2019
- STUBBE, Hans: *Geschichte des Instituts für Kulturpflanzenforschung Gatersleben der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1943–1968*. Berlin: Akademie-Verlag 1982
- TEICH, Mikuláš: *Bier, Wissenschaft und Wirtschaft in Deutschland 1800–1914. Ein Beitrag zur deutschen Industrialisierungsgeschichte*. Wien, Köln, Weimar: Böhlau 2003
- THIEL, Joana, BYRNE, James M., KAPPLER, Andreas, SCHINK, Bernhard, and PESTER, Michael: Pyrite formation from FeS and H₂S is mediated through microbial redox activity. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 116/14, 6897–6902 (2019)
- TRÜPER, Hans G.: Sulfur and light? History and “Thiology” of the phototrophic sulfur bacteria. In: DAHL, Christiane, and FRIEDRICH, Cornelius G. (Eds.): *Microbial Sulfur Metabolism*; pp. 87–111. Berlin, Heidelberg: Springer 2008
- UEKÖTTER, Frank: *Die Wahrheit ist auf dem Feld. Eine Wissensgeschichte der deutschen Landwirtschaft*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2010
- VAN NIEL, Cornelis B.: The „Delft School“ and the rise of general microbiology. *Bacteriological Review* 13/3, 161–174 (1949)
- WÄCHTERSCHÄUSER, Günter: Groundworks for an evolutionary biochemistry: The iron-sulphur world. *Progress in Biophysics and Molecular Biology* 58/2, 85–201 (1992)
- WASZYNSKI, Alexander, and KARAFYLLIS, Nicole C.: Re-collecting microbes with Hans Blumenberg's concept of “reoccupation” (Umbesetzung): from isolating/cultivating towards digitizing/synthesizing. *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 11/1, 95–115 (2020)
- WILL, Heike: „Sei naiv und mach' ein Experiment“. Feodor Lynen. Biographie des Münchner Biochemikers und Nobelpreisträgers. Weinheim: Wiley-VCH 2011
- WINDISCH, Siegfried: 100 Jahre mikrobiologische Forschung. In: *Versuchs- und Lehranstalt für Spiritusfabrikation und Fermentationstechnologie in Berlin* (Hrsg.): 100 Jahre Institut für Gärungsgewerbe und Biotechnologie zu Berlin. 1874–1974. S. 110–119. Berlin 1974

- WOESE, Carl R.: There must be a prokaryote somewhere: Microbiology's search for itself. *Microbiological Reviews* 58/1, 1–9 (1994)
- WOESE, Carl R., KANDLER, Otto, and WHEELIS, Mark L.: Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains archaea, bacteria, and eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 87, 4576–4579 (1990)
- ZUCKERKANDL, Emile, and PAULING, Linus: Molecules as documents of evolutionary history. *Journal of Theoretical Biology* 8, 357–366 (1965)

Prof. Dr. Nicole C. KARAFYLLIS
Technische Universität Braunschweig
Seminar für Philosophie
Bienroder Weg 80
38106 Braunschweig
Bundesrepublik Deutschland
E-Mail: n.karafyllis@tu-braunschweig.de

Dr. Alexander WASZYNSKI
Universität Greifswald
Institut für Deutsche Philologie
Rubenowstraße 3
17485 Greifswald
Bundesrepublik Deutschland
E-Mail: alexander.waszynski@uni-greifswald.de