

Braunschweigische
Wissenschaftliche Gesellschaft

Jahrbuch 2019

Sonderdruck
Seiten 126–149



J. CRAMER Verlag · Braunschweig
2020

Kontamination und Lesbarkeit der Welt: Die Anfänge der „Deutschen Sammlung von Mikroorganismen“ in Göttingen und Grundlegendes zur Sammlungsforschung*

NICOLE C. KARAFYLLIS

Seminar für Philosophie, Bienroder Weg 80, DE-38106 Braunschweig, E-Mail: n.karafyllis@tu-bs.de

0. Vorbemerkung

Der Beitrag gliedert sich grob in drei Teile: Zunächst wird (1.) das BMBF-Projekt MIKROBIB vorgestellt: in seiner Bedeutung für die Sammlungsforschung und entsprechend auch für den neuen Querschnittsbereich RECOLLECT der BWG. Dabei wird auf den zweiten Teil vorausgewiesen, in dem dann (2.) Zwischenergebnisse aus dem philosophischen Teilprojekt¹ skizziert werden. Zu ihm gehört die Erforschung der Göttinger Anfänge der *Deutschen Sammlung von Mikroorganismen* (DSM), die heute DSMZ heißt und in Braunschweig lokalisiert ist. Der Schlussteil (3.) interpretiert das Vorangegangene in seinem Zusammenhang.

1. Einführung und Projektüberblick MIKROBIB

1.1 Forschungsstand und Forschungsfragen

Das vom BMBF geförderte Verbundprojekt MIKROBIB (2018–2021) widmet sich der Sammlungsforschung und trägt den Titel „Kontamination und Lesbarkeit der Welt: Mikroben in Sammlungen zur Sprache bringen“. Initiiert wurde es und koordiniert wird es von Nicole C. Karafyllis am Seminar für Philosophie der TU Braun-

* Der Vortrag wurde am 18.10.2019 vor der gemeinsamen Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft mit der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen gehalten.

¹ TPA (Kurztitel: ORDO): „Die kontaminierte ‚Welt als Buch‘: Zur Referenzialität der Wissensordnungen von Tot- und Lebendsammlungen am Beispiel von Bibliothek und Mikrobenbank“. FKZ: 01UO1811A. Laufzeit 2018–2021. Der Beitrag ist eine nachträglich erweiterte Fassung des Vortrags von Nicole C. Karafyllis an der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen am 18.10.2019. Die hier vorgelegten Zwischenergebnisse aus dem zweiten Teil des Beitrags sind in Zusammenarbeit mit dem Projektmitarbeiter Dr. des. Alexander Waszynski entstanden und spiegeln den Forschungsstand im Oktober 2019. Eine gemeinsame Veröffentlichung zur Geschichte der DSM mit ausführlichem Quellenmaterial ist in der Begutachtung. – Allen Archivmitarbeitern, Hilfskräften und Zeitzeugen zur Geschichte der DSM, auch den hier nicht genannten, sei herzlich für ihre Auskunft und Hilfe gedankt.

schweig, das bereits mit einem Vorgängerprojekt zu pflanzlichen Samenbanken an *Theorien der Lebendsammlung* (Karafyllis 2018) gearbeitet hat. MIKROBIB besteht aus drei Teilprojekten und ist interdisziplinär zwischen Philosophie, Mikrobiologie und Kulturwissenschaft angesiedelt. Projektpartner sind die DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen GmbH in Braunschweig (Prof. Dr. Jörg Overmann), einst gegründet in Göttingen, und die Universitätsbibliothek Leipzig (Prof. Dr. Ulrich J. Schneider), Hort großer mittelalterlicher Handschriftensammlungen u. a. aus dem albertinischen Sachsen. Im Zentrum des Projekts stehen demnach zwei große Sammlungen von Welt-Wissen, ihre Ordnungen und Referenzialitäten innerhalb und außerhalb der Sammlung. Sie bedeuten auch die scheinbar klare Trennung einer Welt der Kultur von der Welt der Natur, die wir im Projektverbund gemeinsam in Frage stellen. Allerdings werden wir wohl nicht so weit gehen wie die Wissenschaftshistorikerin Lorraine Daston, die Objekten in Totsammlungen (Archive, Museen, Bibliotheken etc.) eine „dritte Natur“ attestiert (Daston 2017). Denn zuerst müsste für Sammlungen der klassische philosophische Begriff von der Kultur als „zweiter Natur“ geschärft werden, z.B. dahingehend, ob *alle* Sammlungen ihre Objekte in irgendeiner Form kultivieren oder zumindest der Kultivierung zugänglich machen (so meine These, die mit Blick auf den Projekttitel auch die nach der „Lesbarkeit“ der Welt berührt). Umberto Eco (1987, 32) hat im Sinne einer Kultivierung von Medien darauf aufmerksam gemacht, dass es für das Überleben von Autoren in Bibliotheken darauf ankommt, ob sie ihre Bücher in einem Qualitätsverlag mit gutem Papier publiziert haben oder nicht. Am Zerfall eines Buches ist also keineswegs nur die mikrobielle Zersetzung Schuld.

Würden also alle Sammlungen „kultivieren“, dann hätten sie und ihre Objekte eine gemeinsame Eigenschaft – Desiderat angesichts der Vielzahl von Untersuchungen zu einzelnen Sammlungen, aber den wenigen zu Theorien des Sammelns (z.B. Sommer 1999) und der Sammlung im Allgemeinen (z.B. für das Archiv Kopp-Oberstebrink 2016). Erst dann könnte auch sinnvoll die Frage bearbeitet werden, ob Sammlungen generell „Kulturgüter“ sammeln. Für Mikrobensammlungen, die realiter Mikrobekulturen in Glasbehältnissen sammeln, ist das Kultivieren definitiv der Fall, womit sie nicht mehr „Natur“ sammeln, wenngleich sie Natur repräsentieren wollen – aber wiederum keinesfalls ausschließlich. Sammlungstheoretisch dient die Lebendsammlung (hier: die DSMZ) der Antithese zu bisherigen Ansätzen, materielle Kultur mittels des Toten zu erforschen. Damit wird das Wagnis der Frage eingegangen, ob das Lebende, Kontaminierende, Zersetzende nicht eine Daseinsberechtigung im toten Kulturgut hat (vgl. Schneider 2017), oder sogar einen Nutzen für das Verständnis seines ‚Lebenswegs‘ durch verschiedene Hände, Besitzer und Sammlungsinstitutionen. Sammeln selbst wird als umfassende Kulturtechnik verstanden, die „Bestand“ (Heidegger) generiert. Aber der Bestand hat eine ihm innewohnende Dynamik, sich beständig zu erweitern – paradoxerweise ist er nie vollzählig. Jeder Sammler kennt das Phänomen des ihm notwendig erscheinenden Weitersammelns. Dafür muss die durch eine Sammlung repräsentierte Welt in ihren Repräsentationen stets

genügend Vakanzen übrig lassen, die sie selbst mit erzeugt, z.B. durch systematische Verschiebungen und Mehrdeutigkeiten, ähnlich wie in der Sprache. Damit seien einige Spannungen aus der zugehörigen BMBF-Förderrichtlinie „Die Sprache der Objekte“ angedeutet, die das Projekt im Großen durchziehen.

Auch wenn „die Bibliothek“ und „das Buch“ nicht selbstverständlich sind und weiterer Theoriearbeit bedürfen, interessieren uns Philosophen bislang vorrangig Ordnungssysteme, Medialitäten und Techniken zur Bestandserhaltung von sog. „Lebendmaterial“ des non-humanen Bereichs (vgl. Karafyllis 2019a). Hier besteht der größte Forschungsbedarf. Denn wenn bezüglich Mikroben Ordnungen kulturwissenschaftlich untersucht wurden, so handelte es sich bislang vorwiegend um Ordnungen der Sichtbarkeit des Unsichtbaren, zuvorderst durch das Mikroskop und die Mikrofotografie (vgl. Geimer 2002). Alternativ ging es um das auch politisch beförderte Erzeugen von imaginativen Unordnungen durch Mikroben, z.B. im Werk *Anthrax. Bioterror als Phantasma* (Sarasin 2004), das aber der bekannten normativen Ordnung folgt, nach der Mikroben nicht „zu uns“ gehören und Gefahr ausstrahlen. Sie sind dort nicht nur das Andere (Alterität), sondern das ‚ganz Andere‘, Fremde, Auszuschließende (Alienität). Jene Wertung gilt auch für die zahlreichen Studien zur Entwicklung der Hygiene und deren Folgen. Eine soziologisch wirkmächtige ist die von Bruno Latour, in der er anhand der französischen Hygienediskurse und Mikrobiologie aufzeigt, wie eine umfassende „Pasteurisierung“ der Gesellschaft diese reguliert und neue soziale Ordnungen schafft. Dies als knapper Stand der Literatur zur Mikrobe im kultur- und sozialwissenschaftlichen Zugriff, von der wir uns im Projekt abgrenzen. Denn für uns geht es darum, ‚die Mikrobe‘ zuerst einmal kennenzulernen und als Teil unserer Welt, einer Welt der Kultur, zu begreifen, bevor etwa – wenn man einigen mikrobiologischen Publikationen folgt – wir Menschen nur noch als ein Teil ihrer Welt gelten mögen (Naturalisierung; vgl. z.B. Nerlich, Hellsten 2007).

Die mit Mikrobensammlungen verbundenen Zwecke sind ja auch keineswegs nur solche der Medizin und Hygiene, sondern sie reichen von Biodiversitäts- über die Agrarforschung sogar bis in den Bereich der Astrobiologie und Raumfahrtforschung. Dabei geht es stets um Weltordnungen, die an die Sammlungen herangetragen werden, sowohl förderpolitisch als auch durch die Inanspruchnahmen von „Welt“ in den Einzelwissenschaften; z.B. bei der planetaren Annahme: Nur wo die Mikrobe leben kann, kann es überhaupt Leben – potenziell auch menschliches – geben. Nur wo Sprache existiert, kann es Kultur, wo Schrift existiert, Hochkultur geben. Was mit „Mikrobe“ oder „Schrift“ jeweils gemeint ist, bleibt klärungsbedürftig, im ersten Fall etwa ein ‚ganzer‘ Organismus oder nur seine Erbinformation, und damit die Beziehung zum zweiten Fall.

Die Differenz im Begreifen der Mikrobe berührt also das Goethesche Diktum, dass die Natur „weder Kern noch Schale“ hat und damit auch die Grenze zum Virus und zur „autokatalytischen RNA“ als Beginn von Leben auf der Welt („RNA-Welt“).

Demnach geht es im Projekt auch um Genealogien sowie unterschiedliche Geschichtsverständnisse, wie lange die Welt, die besammelt werden soll und für die Mikroben und Bücher erhalten werden sollen, jeweils zurück- und vorausreicht,² und wer über ihre Geschichte wie Auskunft geben kann. Denn eine chronologisch gereichte Vergangenheit ist noch nicht Geschichte, der Planet Erde noch keine Welt, was z.B. im aktuellen Anthropozän-Diskurs debattiert wird, in dem Historiker mit Naturwissenschaftlern und Ingenieuren ringen (Bonneuil, Fressoz 2016).

Dabei taucht die Frage auf: Erklärt man den Beginn der natürlichen Welt mit einem ersten Stoffwechsel oder mit Information, d.h. qua Schrift-Metaphorik? Letztere hat sich bekanntlich zur Mitte des letzten Jahrhunderts die Molekulargenetik angeeignet, um die Schrift im „Buch des Lebens“ als genetischen Code zu untersuchen (Kay 2000) und mittlerweile, bioinformatisch und biotechnisch gestützt, sogar umzuschreiben. Der Paradigmenstreit zwischen „Metabolism first!“ und „Information first!“ ist auch ein Streit zwischen Biochemie und Genetik um die methodische Deutungshoheit der Biologie in den 1960er und 1970er Jahren, in die die Gründung der DSM fällt. Alle entscheidenden Akteure der frühen DSM votieren für „Metabolism first!“ und damit indirekt für die Suche nach einem zellulären Organismus, nicht nur nach einem Molekül. So steht bis heute für die DSM paradigmatisch das photosynthetisierende Schwefelbakterium, das vor ca. 3 Mrd. Jahren autark mit den Elementen und ‚seinesgleichen‘ im Schwefelkreislauf lebte. Es erzählt in der Sammlung von einer sauerstofffreien Uratmosphäre und einem dunklen Boden aus Pyrit (Eisensulfid), einer gärenden Welt wie im antiken Chaos, als Licht und Dunkel noch nicht voneinander geschieden waren.

An dieser Stelle wird (1.) klar, dass es bei Sammlungen immer auch um Wissensnormen geht, für wen die besammelte und geordnete Welt *Sinn* ergeben soll (Foucault 1974) – oder wenigstens von Nutzen sein. Naturhistorisches Sammeln für die Taxonomie und anwendungsorientiertes Sammeln für die Biotechnologie stehen sich in Lebensammlungen z.T. unvermittelt gegenüber und generieren Konflikte um die Sammlungsordnungen. Zweitens (2.) ahnt man schon, wie schwierig sich die Kultivierung der vielen neuen Organismen aus bislang fremden Welten (z.B. der Tiefsee) gestaltet, und wie viele verschiedene Medien, Temperaturen und Lichtverhältnisse für ihren Erhalt notwendig sind. Anders als bei Büchern gibt es nicht nur Papier (bei Handschriften: Pergament) als Medium der Bedeutung. Vielmehr müssten für den Erhalt der „mikrobiellen Welt“ alle Medien der Natur in der Sammlung simuliert werden (vgl. dazu unten das Zitat van Niels).

In der Mikrobiologie selbst sorgen versammelte Reinkulturen für Trägerschaft und Evidenz kategorialer Ordnungen und Ordnungssysteme, ähnlich den Papierseiten

² Erinnerung sei daran, dass die Paläographie in Jahrtausenden, die Archäomikrobiologie aber in Millionen bis Milliarden von Jahren denkt.

und Bindungen eines Buches in der Bibliothek – *das* Modell von Weltwissen.³ Die Mikrobensammlung hat legitimierende Funktion für die Mikrobiologie als Naturwissenschaft. Denn eine Mikrobenspezies, die nicht als Isolat in Reinkultur⁴ hinterlegt ist, existiert nicht. Anders als bei Pflanzen gibt es also keine validen Objektbeschreibungen, die sich auf Typenexemplare ‚in freier Wildbahn‘ oder in Botanischen Gärten bezögen.⁵ Wagen wir die Analogie: Ein Geisteswissenschaftler, der kein Buch geschrieben hat, das in einer öffentlichen Bibliothek steht, existiert auch nicht – zumindest nicht als solcher.

Aus diesen und weiteren Gründen ist die Erforschung von Sammlungen eine wichtige Aufgabe für die Philosophie, gerade für die Wissenschafts- und Technikphilosophie, die zum Braunschweiger Profil gehört.

1.2 RECOLLECT: ein transdisziplinärer Querschnittsbereich der BWG

Als Teil der BMBF-Förderrichtlinie „Sprache der Objekte“ analysiert MIKRO-BIB entsprechend die „Sprache der Mikroben“ (zu den Methoden s. 1.3). Dazu gehören ihre verschiedenen Grammatiken in Sammlungen und soziokulturellen Aushandlungsprozessen um Kulturgüter. Beides ist auch im Fokus von RECOLLECT, dem neuen transdisziplinären Querschnittsbereich an der BWG, der Sammlungsforschende zu Archiven, Museen, Bibliotheken mit denen an Botanischen und Zoologischen Gärten, Biobanken transdisziplinär miteinander ins Gespräch bringen soll. Alle Göttinger Kolleginnen und Kollegen diesseits und jenseits der Sammlungsforschung, und über alle Klassen hinweg, sind herzlich zur Mitarbeit eingeladen und können sich bei Interesse an N. C. Karafyllis wenden. Wir untersuchen Verbindungen zwischen Tot- und Lebendsammlung sowie ihrer Objekte, Begriffe und Regulierungen. Bereits oben haben wir exemplarisch gefragt: Könnten Mikroben z.B. auch „Kulturgut“ sein? Bei Kulturpflanzen wäre dies schon sprachlich naheliegend. Politisch fallen die Regulierungen von Sammlungen bislang in sehr verschiedene Ressorts, je nachdem, ob es sich z.B. um Museen, Archive oder

³ Im Vergleich bleibend: Weil der mediale Hintergrund auch das vordergründig Erscheinende (die Schrift) disponiert, kann es keine rein „kombinatorische Universalbibliothek“ aus endlich kombinierbaren Lettern geben, denn „diese hätte keinen Leser“. Es fehlt ein Bezug zur Weltgeschichte als eine, die sich „ereignet“. So kritisiert Blumenberg (2000, 131 u. 133) nicht nur Leibniz' Idee einer Weltchronik, sondern auch kombinatorische Träume der Genetiker und ihrer ‚Buchstaben‘.

⁴ Als Erfinder der Reinkultur-Technik gilt Robert Koch (1843–1910). Die Reproduzierbarkeit isolierter Kulturen brachte nicht nur die Kausalität von Mikrobe und Krankheit hervor, sondern „enabled microbiology to designate itself as a true science – one that could order the microbial world with rigorous experimental investigations.“ (O'Malley 2014, 70).

⁵ Die Sammlung soll qua Identität des Mikroorganismus universelle Reproduzierbarkeit experimenteller Ergebnisse und biotechnologischer Anwendungen gewährleisten. Die Stammmnummer ist in Publikationen anzugeben.

Biobanken handelt. Sammlungen wären also für die Zukunft ein Thema der sog. Bürokratieforschung. Wie werden Sammlungen strategisch aufgeteilt: Wer ist für sie und wofür sind sie selbst zuständig? Wie spiegelt sich Zuständigkeit im Bestand und dessen Beständigkeit? Unter welchen Anforderungen steht der Objekterhalt, auch in zeitlicher und technischer Perspektive (Digitalisierung, Restituierung)? Wie können Sammlungen gesamtgesellschaftliche, nationale oder gar internationale Anforderungen möglichst widerspruchsfrei erfüllen? Wie ist deren Wandel einzuschätzen? Hierzu besteht erheblicher, dank Restitutionsforderungen und Sammelverbotsen auch drängender interdisziplinärer Forschungsbedarf (vgl. z.B. das 2014 in Kraft getretene Nagoya-Protokoll für genetische Ressourcen, hierzu Overmann, Hartmann Scholz 2017).

1.3 Zugänge und Methoden der Objektforschung

Von der Sammlungsforschung wagen wir nun einen Blick auf die Objektforschung. Im MIKROBIB-Projekt sind die Objekte das Buch und die Mikrobe. Wir setzen beim konservatorisch-hygienischen Vorurteil an, dass Mikroben Feinde der Sammlung und somit per se zu vernichten seien. (Unsere radikale Perspektivenänderung ist weniger überraschend, wenn man bedenkt, dass moderne Bibliotheken als eigentlichen Feind ihrer Sammlung den Bibliotheksnutzer und damit den Leser erachten; so auch Eco 1987, 34). Und wieso muss sich die Metapher der „Lebensdauer“ des Kulturguts exklusiv auf tote Objekte und somit Totensammlungen wie Bibliotheken beziehen, und nicht auf das, was wirklich lebt?

Als Reflexionsgegenstand und empirisches Objekt steht das alte und kontaminierte Buch im Fokus, ein gemeinhin besonders bedauertes Objekt. Gegen eine Verfallsgeschichte unter den Vorzeichen der Buchpathologie (Gallo 1953) macht MIKROBIB das Buch neu als Biotop für Mikroben verstehbar, als Ort des Lebens. Wir untersuchen das sogenannte Mikrobiom des Buches. Dafür werden von der DSMZ minimalinvasiv mikrobiologische Analysen von spätmittelalterlichen Sammelbänden (ca. 1250–1500 n. Chr.) im Bestand der Universitätsbibliothek Leipzig vorgenommen und die Ergebnisse mit denen der Buchbiographie verglichen. Die Aussagen werden zu Lesbarkeiten der Welt philosophisch in Bezug gesetzt, in Anlehnung an Hans Blumenbergs gleichnamiges Werk. Die Lesbarkeit der Welt kennzeichnet Blumenberg als einen „Aggregatzustand“, in dem ein „Ganzes von Natur, Leben und Geschichte“ sich sinnspendend erschließt (Blumenberg 2000, 10). Dafür stehen paradigmatisch die Metaphern „Buch der Natur“ und „Bibliothek“ als formiertes Weltwissen. Aber jener Aggregatzustand ist mit Genbanken und Biotechniken in eine neue Phase eingetreten, insofern der versammelte Text im Buch der Natur der Universalbibliothek nun durch die lebenden Organismen scheinbar selbst codiert wird – und das Entschlüsseln des Codes mit dem Lesen von Leben gleichgesetzt wird. Er wird aktuell lesbar gemacht durch molekularbiologische und bioinforma-

tische Techniken wie High-throughput-Genomsequenzierung, Datenbanken (Baker, Dick 2013) und molekulare Marker. Das institutionelle Resultat der versammelten Techniken und Objekte sind sogenannte Biologische Ressourcenzentren (Overmann 2018). Wer liest also welche Welt mit welchen Mitteln? Und welche Rolle spielt dabei die Sammlung? Könnte man nicht sogar die altehrwürdige Bibliothek als Lebendsammlung imaginieren, dem Diktum von Eco entsprechend, „dass es möglich ist, über die Gegenwart oder die Zukunft der existierenden Bibliotheken zu sprechen, indem man reine Phantasiemodelle ersinnt“ (Eco 1987, 10)?

Von Blumenberg übernehmen wir dessen Kritik an Leibniz, dass das Weltwissen weder über eine Weltchronik noch eine Weltformel (wie z.B. die Summenformel der Photosynthese und den Algorithmus eines Programms) hinreichend verstehbar wird, sondern an die Lebenswelt des Menschen angebunden werden muss, an die Wirklichkeit. Aber tritt die Mikrobe uns wirklich nur in ihrer Zerstörung entgegen? Im verschimmelten, verwesenen, vernichteten Objekt? Im Projekt soll die Mikrobe im Buch – gegen die Idee der zerstörerischen Kontamination – als Teil des Kulturguts verstehbar werden und Innovationspotenzial generieren.

So wird an das aufstrebende Feld der Mikrobiellen Archäologie (*Microbial Archaeology*) angeschlossen, das wissenschaftstheoretisch noch nicht klar von einer Archäomikrobiologie abgegrenzt ist. Steht im Fokus der ersten Richtung bislang die Klärung historischer Infektionen und Epidemien, und damit die Indienstnahme der Mikrobiologie für die Zwecke der Archäologie, fokussiert die zweite auf das Vorkommen von Mikroben in der Natur, z.B. in alten Sedimentschichten (Coolen et al. 2002; Coolen, Overmann 2007; Overmann, Lepleux 2016). Hier ist die Mikrobe Geschichtszeichen in einer geologisch vorgeordneten Naturgeschichte.

Wir fragen in diesem Sinne: Kann man das Buch als Biotop verstehen und was bedeutet das in Bezug auf Materialität und Semantik von Buch wie Mikrobe? Inwieweit könnte die Mikrobe im alten Buch ein buchbiographisches Objekt mit Zeichencharakter sein? Hilft sie uns ähnlich einer Sonde, frühere Orte des Buches zu lokalisieren (z.B. in Klosterbibliotheken, die im Rahmen der Säkularisierung aufgelöst wurden)? Könnte die Mikrobe demnach zu einer Instanz der Entstehungsgeschichte der Bibliothek werden, so wie sie bereits als Archaeobakterium (Archaeon) Instanz der Entstehungsgeschichte der natürlichen Welt und ihrer biologischen Reiche ist?⁶ Wie hat sich die Mikrobengemeinschaft dabei selbst verändert, z.B. durch wechselnde Bucheinbände und Papiere, aber auch Lesegewohnheiten und menschliche Hygiene? – Wir blättern z.B. seit einigen Jahren nicht mehr mit dem angefeuchteten Zeigefinger um, und Bibliotheken haben, anders als noch um 1900,

⁶ „Denn nicht nur zwischen den Büchern und der Wirklichkeit besteht eine alte Feindschaft, sondern auch zwischen den Büchern und der Naturwissenschaft eine jüngere. Das Pathos des Experiments ist gegen den Hort der Bibliothek gerichtet [...]“ (Blumenberg 2000, 18).

keine Leihfristen mehr, die an die Inkubationszeit der Tuberkulose gekoppelt wären (Kenwood, Dove 1915).⁷ Der karge aktuelle Forschungsstand spiegelt eine Konfliktlinie der frühen Mikrobiologie zu Mitte des 19. Jahrhunderts (vgl. Lagerkvist 2003, 31–39): ob die Krankheitssymptome durch ein eigenständiges *Contagium* verursacht sind oder durch ein hippokratisches *Miasma*, d.h. eine Ausdünstung der Umwelt bzw. des Aufenthaltsortes, hier: der Bibliothek (weiterführend Briese 2013). Mit Blumenberg zeigt der Satz „Die Luft in Bibliotheken ist stickig“ „die Kraft der Rückschläge“ gegen den „überwältigenden Eindruck“ an, den die Buchkultur als „Unnatur“ gemacht hat (Blumenberg 2000, 17).

2. Die Anfänge der DSM in Göttingen

2.1 Rahmendaten und Eckpunkte

Als Philosophen fragen wir wissenstheoretisch: Welche ordnende Rolle kann die Lebenssammlung für die Totsammlung als Referenz spielen, und umgekehrt? Dazu sind der Projektmitarbeiter Dr. des. Alexander Waszynski und ich selbst in die Archive gegangen, u.a. in das Universitätsarchiv Göttingen (UAG), das Bundesarchiv (BA) Koblenz und das Bayerische Hauptstaatsarchiv, wo die Akten der *Gesellschaft für Strahlenforschung mbH* (GSF) liegen. Wir suchten nach Quellen zur frühen *Deutschen Sammlung von Mikroorganismen* (DSM). Ihre Gründungsgeschichte ist fast unerforscht.⁸ Die Institutionalisierung fand um 1969 hier in Göttingen statt, die Projektierung lief bereits ab spätestens 1966. Da bei Sammlungen die ersten Objekte die Ziele und Ordnungsstrukturen des Sammelns vorgeben, die jahrzehntelang nachwirken, sind die Gründungsjahre von entscheidender Bedeutung auch für das spätere Verständnis der Weltrepräsentationen und ihrer Modellierung als „Welt“.

Angesiedelt wurde die DSM am Institut für Mikrobiologie (IfM) der GSF,⁹ das 1968 gegründet wurde. Dies meinte eine förderpolitische Parallelwelt zum Institut für Mikrobiologie der Universität Göttingen, aber keine personelle und materielle.

⁷ Hier wird das infizierte Buch als archäologisches Objekt der Epidemiegeschichte und als kulturwissenschaftliches Objekt einer Lesegewohnheit verstehbar. Ein weiterer Forschungsstrang untersucht Mycotoxine von Büchern mit Schimmelpilzbefall, die bei Bibliothekaren die „Old Book Disease“ bzw. das „Sick Library Syndrome“ hervorrufen (Hay 1995, Di Paolo et al. 1993). Die Mikrobe steht hier als gefährlicher Stoff im Zeichen des Arbeitsschutzes. Eine jüngere Studie gibt Entwarnung zu vielverliehenen Kinderbüchern (Brook, Brook 1994, 1173). Eine Übersicht der in öffentlichen Bibliotheken gefundenen Mikroorganismen liefern Hempel et al. (2014), wonach v.a. Lüftungs- und Klimaanlageanlagen zur Kontamination beitragen.

⁸ In den institutionengeschichtlichen Studien von Reuter-Boysen (1992) und Scheele (2011) taucht die DSM kursorisch auf.

⁹ Die GSF war am 23.6.1964 in Rechtsform einer GmbH mit Hauptsitz in Neuherberg b. München institutionalisiert worden. Zur Kritik seitens der DFG vgl. von Schwerin (2015).

Denn in beiden Göttinger Instituten herrschte *Hans Günter Schlegel* (1924–2013), Nestor der deutschen Nachkriegs-Mikrobiologie, und mit ihm seine Wasserstoff- oder Knallgasbakterien. (Schlegel war übrigens nicht nur Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, sondern 1986–1988 auch deren Präsident). Neben Schlegel ist, im Vorfeld der Gründung und an der ersten Außenstelle der DSM an der Münchner Ludwig-Maximilians-Universität, der Botaniker Otto Kandler (1920–2017) mit seiner Sammlung von Milchsäurebakterien und (!) seiner Erforschung der erdgeschichtlich weit zurückweisenden Archaea wichtig; letztere wurden in Göttingen kultiviert (von Hans Hippe). Eine überragende Bedeutung für die Gründung hatte neben dem ‚Strippenzieher‘ Schlegel das Göttinger Kultivierungs-genie *Norbert Pfennig* (1925–2008) mit seinen bunten Schwefelbakterien, lebende Fossilien einer „frühen Erde“. Wie und warum wurden sie in der DSM gesammelt? Und wie verschränken sich dabei Objektconstitution und Kultivierungstechnik mit der „Lesbarkeit der Welt“?

Die DSM hatte nach Pfennigs Plan eine dezentrale Struktur mit Zentrale in Göttingen und Außenstellen in Westdeutschland. Bis 1974 hatte sie sieben Satellitenstandorte, maßgeblich Universitätssammlungen (z.B. die Aktinomyceten-Sammlung an der TH Darmstadt), aber auch solche von einstigen oder noch bestehenden Versuchsanstalten, z.B. zur Milchwirtschaft in Weihenstephan (dann Teil der TU München) und an der *Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft* in Berlin-Dahlem (phytopathogene Bakterien und Pilze) und Braunschweig (Pflanzenviren). Die entscheidende Frage „Welche Organismengruppen und welche Teilsammlungen sollen in die Sammlung aufgenommen werden, um genau was in/aus welcher Welt zu repräsentieren?“ musste spezifisch für ein Zeitalter beantwortet werden, das Atom- und Biotechnologie, aber auch die „Ökologisierung“ hervorbrachte. Als zwei miteinander konfligierende Welten stehen sich schon damals eine „frühe Erde“ vor ca. 3 Mrd. Jahren und eine Technosphäre gegenüber (zu letzter vgl. Karafyllis 2019b). Dies meinte auch die Antithese Grundlagenforschung versus angewandte Forschung. Grundlagenforschend wollte man die unbekannte „Welt der Mikroben“ zunächst möglichst weit und tief besammeln, um sie biochemisch kennenzulernen und Bakterien taxonomisch zu bestimmen. Dem stimmte die GSF 1968 im Vorfeld der Sammlungsgründung ausdrücklich zu, aber 1973 nahm man die DSM in den Katalog prioritärer Maßnahmen der „Biotechnologie-Förderung“ auf,¹⁰ was das Gleichgewicht deutlich hin zur angewandten Forschung

¹⁰ Förderprogramm „Biologie, Medizin und Technik“ des Bundes.

¹¹ Die DSM war von mehreren Ausschüssen flankiert, u.a. einem Programmausschuss und einem adhoc-Ausschuss. Ab Herbst 1975 wurde dann ein Sachverständigenkreis eingesetzt, der u.a. mit Vertretern der Firmen Hoechst, Schering, Bayer, Boehringer Mannheim sowie dem Mikrobiologen Hans Reichenbach von der *Gesellschaft für Molekularbiologische Forschung* (GMBF; später GBF) besetzt war. Bei seiner konstituierenden Sitzung stellte der Kreis die gerade erst fundierte Struktur und Organisation der DSM bereits in Frage (Scheele 2011, 266).

verschob.¹¹ Grundlagenforschend sollten (zumindest nach Meinung von Kandler; vgl. Woese et al. 1990) auch die Ursprünge des Lebens im frühen Stoffwechsel der Erde erforscht werden – eine später sogenannte Eisen-Schwefel-Welt noch ohne Sauerstoffatmosphäre; eine stickig-faulige Welt der Anaerobier, die Schwefel- und Wasserstoffkreisläufe zum Zirkulieren brachten. Dieses Erkenntnisinteresse kann man als naturhistorisches Sammeln bezeichnen. Weil Mikroben so gut wie keine Fossilien generieren,¹²meinte dies die Lebenderhaltung; die dafür notwendigen Kultivierungstechniken waren Norbert Pfennigs Metier.

2.2 Bedingung der Sammlungsgründung: Kultivieren-Können

Mit Pfennig kann man die wissenschaftliche *Vorbedingung* zur Sammlungsgründung nachzeichnen: das Versprechen oder besser die Verheißung, die Mikrobe generell in Reinkultur zu bekommen. Denn erst wer sie isolieren und kultivieren kann, kann sie sammeln. Etwa 90% der bekannten Mikroorganismen gelten bis heute als nicht kultivierbar, genannt „dark matter“ der Mikrobiologie. Weil Pfennig mit der Kultivierung der fragilen phototrophen Schwefelbakterien (Pfennig 1961, Schlegel, Pfennig 1961) schon in den 1960ern internationalen Ruhm und mehrere Rufe erlangt hatte, lag eine mikrobielle Modellwelt in Göttingen überhaupt erst im Bereich des Möglichen. 1970 wurde sie wirklich und damit zeitgleich zur Gründung der Genbank für Kulturpflanzen in Braunschweig (Karafyllis, Lammers 2017), ebenfalls als nationale Lebendsammlung der BRD angelegt. Es war die Zeit, in der man realisierte, dass die BRD international rückständig im Bereich moderner Lebendsammlungen¹³ war, und dass man die nun in der DDR liegenden Mikroben- und Kulturpflanzensammlungen des einstigen Deutschen Reichs wohl nicht so schnell zurückbekommen würde. Die Person Pfennig wurde zum strategischen Vorteil für Göttingen gegenüber München. Pfennigs 1970 institutionalisierte IfM-Abteilung zur „Ernährungsphysiologie der Mikroorganismen mit Mikrobenbank“ bezeichnet meines Erachtens das Geburtsjahr der DSM. Dass viele der zentralen Objekte schon früher vorhanden waren, wird unten deutlich, d.h. die institutionengeschichtliche Gründung unterscheidet sich von der objektgeschichtlichen um etwa ein Jahrzehnt.

Wie der überzeugte Anthroposoph (vgl. Pfennig 1993) seine Mikroben kultivierte und in Reinkultur brachte, kann hier nicht erläutert werden; es ist in seinen Publikationen nachzulesen – allerdings bereinigt um den spezifischen Denkstil, der zu seiner Methode führte. Nur so viel, um das besondere Erkenntnisinteresse

¹² Ausnahme: Kieselalgen (Diatomeen).

¹³ Beide lassen sich auf das Gründungsjahr 1938 datieren: die Jenenser Sammlung IMET, an deren Aufbau maßgeblich Hans Knöll am *Zentralinstitut für Medizin und Experimentelle Therapie* (ZIMET) beteiligt war, und die Gaterslebener Sammlung von Hans Stubbe am *Institut für Kulturpflanzenforschung* (IPK), auch zeitweise Zentralinstitut, die um die Jahrtausendwende die Braunschweiger Genbank in sich integrieren sollte (Karafyllis/Lammers 2007).

hervorzuheben: „Er hat beim Phänomen angefangen“.¹⁴ Zum Phänomen gehört das, was sich zeigt (die rot bis purpurne Farbe der Schwefelpurpurbakterien), aber auch dessen wesenhafte Verborgenheit. Es ist bekannt, dass Pfennig eine Schrift von Rudolf Steiner besonders bewunderte: die an Goethe orientierte Lichtlehre im *Ersten Naturwissenschaftlichen Kurs*. Dort heißt es, dass „das Rot sich ergibt als die Aktivität des Lichtes in der Finsternis“ (Steiner 1919/20, 10); umgekehrt das Blau. Pfennig hat mit seinen Bakterien Messungen und Bestrahlungen im Infrarotbereich, im „Rotdunkel“,¹⁵ durchgeführt; und die Kulturen auch im Rotdunkel vorbebrütet. Seine offenbare Nutzung von Steiners Lichtlehre zur Kultivierung ist ebenso überraschend wie der Umstand, dass er alle Rufe ablehnte,¹⁶ um als apl. Professor bei seinen Schwefelbakterien in Göttingen zu bleiben. Zumindest so lange es die Sammlung (institutionell) dort noch gab, d.h. bis 1979. Alle interviewten Zeitzeugen bestätigten, dass Pfennig in seinen Mikrobekulturen gleichsam *lesen* konnte wie in einem Buch. („Er sah ihnen an, wenn es ihnen nicht gut ging.“). Die Glasfläschchen baute er als spektrales „Lichtkabinett“ auf, eine Ordnung von Licht, Farbtönen und Flüssigkeiten. Pfennig hatte seine Phototrophen am Bürofenster (Nordseite) mit Vormontage eines Regals stets direkt vor Augen. Die Ordnung seines gewählten Ausschnitts der Natur-Kultur trat ihm täglich und unmittelbar in die Anschauung. Damit sind zwei wichtige Komponenten des Kulturbegriffs hervorgehoben: Gewohnheit und Alltäglichkeit. Zudem gilt im klassischen Kulturbegriff (*cultura animi*), dass die Kultivierung auch das Individuum und dessen Seele kultiviert (erst später war man „kultiviert“, in einer Sonderbedeutung). Sogar diese Selbstkultivierung könnte man wohl an Pfennig aufzeigen. Sein Lichtkabinett wird auch in mindestens einem von mehreren Filmen gezeigt, die Pfennig und sein Mitarbeiter Eike Siefert zu Lehrzwecken mit dem *Institut für den Wissenschaftlichen Film* in Göttingen produzierten (das seit 1956 bestehende Institut wurde ab 2008 abgewickelt; der Filmbestand liegt in der Technischen Informationsbibliothek Hannover).

Mikroben in die Anschauung bringen, um sich von ihnen anmuten lassen zu können, gehörte zum Arbeitsethos von Pfennig. Dazu stellte Pfennig eine Vergrößerung nicht mit dem Mikroskop,¹⁷ sondern mit der Kultur selbst her: „In Parallele zu der mikroskopischen Vergrößerung, durch die Mikrobekulturen Erscheinung werden, können wir den Stoffwechselvorgang einer Laboratoriumskultur von Bakterien in Nährlösung als eine ‚physiologische‘, besser ‚prozessuale Vergrößerung‘ bezeichnen“ (Pfennig, Bockemühl 2003, 56). Er verglich die Mikrobiologie in dieser Hinsicht mit der Chemie und wie diese „kleinste Teilprozesse“ für das bloße Auge

¹⁴ Prof. Friedrich Widdel im Zeitzeugeninterview vom 25.4.2019 (geführt von A. Waszynski).

¹⁵ Prof. Eike Siefert im Zeitzeugeninterview vom 19.3.2019 (geführt von N. C. Karafyllis).

¹⁶ Darunter an die University of Illinois in Urbana und an die TU Braunschweig.

¹⁷ Dass Pfennig insbesondere für seine taxonomische Arbeit auch fortwährend mikroskopierte, ist selbstverständlich.

sichtbar machte, d.h. als Reaktionen von Substanzen. Ein geschickter Experimentator der Mikrobiologie handele deshalb durch „indirektes Bewirken“: durch ein „Herstellen der Reaktionsbedingungen, unter denen bestimmte Umwandlungen eintreten können“ (ebd., 57). Die Mikrobe begriff er in diesem Handlungsschema als „Prozesskeim“, der eine „Prozessgestalt“ annehmen könne. Pfennig war also ein Wissenschaftler, der mit der Grenze des Möglichen arbeitete. In der Rückschau (so Trüper 2008, 93) ist seine herausragende Leistung zur Kultivierung der phototrophen Schwefelbakterien vergleichbar mit denen zur Kultivierung von Cyanobakterien (durch Roger Y. Stanier), Methanogenen (durch Robert Hungate und Ralph Wolfe, einem der Entdecker der Archaea), Methylophilen (durch Roger Whittenbury), Hyperthermophilen (durch Karl Otto Stetter) und Sulfatreduzierer (durch Friedrich Widdel, einst im Pfennig-Team). An den vielen Organismengruppen sieht man, wie groß die Kultivierungsherausforderungen jener Zeit waren und dank der Entdeckung vieler neuer Arten und Stämme geblieben sind. Allein Schwefel existiert in zahlreichen Oxidationsstufen von Sulfid bis Sulfat, die völlig verschiedene Stoffwechselwege von „Schwefelbakterien“ und mögliche Imaginationen der frühen Erde bedingen.

2.3 Begleitende Strategien der Sammlungsgründung: Generalisieren, Technisieren, Imperialisieren

Neben dem Kultivieren, das philosophisch als Antezedens- und Kontinuitätsbedingung der Mikrobensammlung fungiert, gab es vier Strategien, die die Sammlungsgründung begleiteten und direkt oder indirekt beförderten. Die erste Strategie bestand darin, die Mikrobiologie an große technische Systeme und Weltvisionen¹⁸ anschlussfähig zu machen, was Hans Günter Schlegel zufiel. Neben der Mikrobe gab es ja auch das Atom als förderpolitisch relevantes Welt-Teilchen. Also galt für Schlegel „Think big!“, was dem Visionär nicht schwer fiel. Er stellte in Aussicht, die Ernährung der Weltbevölkerung mit Proteinen zu sichern, die von Knallgasbakterien produziert werden (z.B. Schlegel, Lafferty 1971). Man brauche dafür wesentlich nur Wasser und Energie für dessen Elektrolyse, die aber ja im Atomstrom zur Verfügung stünde, und noch dazu bald kostengünstig, so nahm man damals allgemein an. Gegen die ökologischen Grenzen des Wachstums setzte er die Unbegrenztheit der Atomenergie. Auf Ministerialebene wurde die Gründung von IfM mit DSM beschleunigt durch den Arbeitskreis II/3 „Biologie und Medizin“ der *Deutschen Atomkommission*.¹⁹ 1967 war das Institut (IfM) im Etat

¹⁸ Selbst spätere Atomgegner in der Philosophie wie Hans Jonas waren anfangs Atomenthusiasten.

¹⁹ In diesem saß Otto Kandler. Ziel des Arbeitskreises war die Beratung des Bundes u.a. „auf dem Gebiet der Anwendung radioaktiver Stoffe in der Biologie, Medizin und Landwirtschaft“. Prot. konstit. Sitz. Arbeitskreis II/3 Deutsche Atomkommission, 23.2.1967, 4-5, in: BA B138/3339, Bl. 397f.

der GSF verankert, ein Jahr später folgte die Sammlung.²⁰ Schlegel bekam bald zu seiner Abteilung für Bakterienphysiologie noch eine AG Verfahrenstechnik hinzu, mit eigenem Biotechnikum im Erdgeschoss des Göttinger Neubaus für die Mikrobiologie.²¹ Auch die großzügige Räumlichkeit war eine strategische Bedingung des Zuschlags für eine nationale Sammlung an Göttingen. Sie war im zweiten Obergeschoss untergebracht, Pfennigs Laborräume lagen im dritten, Schlegel residierte in der Beletage.

Aber wie konnte man die Grundlagenforschung gefördert bekommen, die Schlegel wie Pfennig *eigentlich* interessierte? Eine zweite Strategie der Göttinger war, den förderpolitischen Begriff „Strahlenforschung“ auf das ganze Wellenlängenspektrum auszudehnen (weiterführend von Schwerin 2015). So ließ sich die sogenannte Atomforschung mit Photosyntheseforschung verbinden, und damit die Knallgasbakterien mit den phototrophen Schwefelbakterien. Während der Atombefürworter Schlegel für die Erforschung von Enzymatiken mit radioaktiven *tracern* arbeiten durfte und über ein Isotopenlabor verfügte, konnte der Atomgegner Pfennig an seinen phototropen Schwefelliebhabern wie *Chromatium* physiologisch-biochemisch und taxonomisch forschen. Dass sich Pfennig kategorisch weigerte, radioaktiv zu arbeiten (ebenso wie sein Kollege Dieter Claus),²² hat Schlegel stets toleriert. Pfennig war die Integrität der Zelle als anthroposophische Ganzheit nahezu heilig. So lehnte er auch das zellinvasive, molekulargenetische Arbeiten ab. Eine Gemeinsamkeit bestand in der Biochemie als Methode: Pfennig war promovierter Chemiker, Schlegel physiologisch ausgebildeter Botaniker (zur Vita s. Gottschalk 2015). Das Ausbildungsfach Mikrobiologie als solches gab es noch nicht, die Wege dorthin waren vielfältig und schlossen auch die Verfahrenstechnik und das Chemieingenieurwesen mit ein,²³ wie international das Beispiel van Niel zeigt.

Eine dritte Strategie bestand darin, die konstruierten Welten der frühen Erde für die Lösung von Problemen der technischen Zivilisation zu nutzen. Pfennig, der alles andere als ein Technikgegner war, forschte deshalb intensiv zu den neuen Kläranlagen mit biologischer („dritter“) Stufe.²⁴ Denn die archaischen Schwefelbakterien

²⁰ Ihren verbindlichen Namen „DSM“ bekam sie erst 1973.

²¹ In den Neubau in der Grisebachstr. 8 zog die Mikrobiologie mit ihren formal zwei Instituten Ende 1970 ein, auch die Sammlungsobjekte. Zuvor arbeitete und sammelte man in der zweistöckigen Villa in der Goßlerstr. 16.

²² Interview Karl-Heinz Schleifer, 13.3.2019 (geführt von N. C. Karafyllis).

²³ So arbeitete in der Abteilung Pfennig auch der Chemieingenieur Florian Göbel (vgl. Pfennig 1993), in der AG Verfahrenstechnik bei Schlegel der studierte Elektrotechniker Robert M. Lafferty.

²⁴ Vgl. die Projekttitel „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“ und „Untersuchung von schwefelfreien Purpurbakterien“ (beide 1967). 1969 folgt „Untersuchung von schwefelfreien Purpurbakterien und ihren Bakteriophagen, die aus Abwasser und Faulschlamm isoliert sind“. Vgl. Briefe Kultusminister an Kurator 21.2. u. 14.6.1967 sowie 28.1.1969; in: UAG Kur. 11731.

leben auch gerne im dortigen Faulschlamm. Technomorph erschien die ganze mikrobielle Welt der Vorzeit als riesige Kläranlage. Die Dachorganisation GSF hatte sich in der Zwischenzeit auch der Umweltforschung verschrieben, weshalb man in Kohärenz mit dem Förderer arbeitete. Über den ökologischen Zugriff auf die Objekte und ihre Medien wurden Bio- und Technosphäre austauschbar, was die Mikroben zu Mehrzweck-Organismen machte und die Sammlung entsprechend zu einem *multirepräsentativen Weltmodell*. Gerade diese für jede langfristige Sammlung notwendige Offenheit von Welt und Modell sollte aber bei der Evaluation zu einem Negativkriterium werden (s. 2.4.).

Wir konnten unsere Hypothese verifizieren, dass die phototrophen Schwefelbakterien²⁵ nicht die ersten Objekte der Göttinger Mikrobiologie waren, aber die Gründungsobjekte der DSM – womit die Sammlung eine ganz neue Welt repräsentierte, eine des Lichts und des Wassers, der Autarkie und der Vorzeit, aber auch der Reinheit. Aus ‚Sicht‘ der Anaerobier war ihre Welt noch nicht mit freiem Sauerstoff kontaminiert, ihnen stand deshalb der ganze Planet offen, wohingegen sie heute in Rand- und Grenzgebieten leben (Watt, Tümpel, Meer, Kläranlagen, etc.). Die Schwefelbakterien stehen deshalb symbolisch für eine Welt, die sich selbst genug war. Die damaligen Fragen nach Art und Entstehung der Autotrophie, d.h. der Photoautotrophie (Photosynthese) und der Chemo(litho)autotrophie, gebaren ein Spektrum an Forschungen mit Mikroben, zu denen die Göttinger DSM aktiv beitrug. Dieser Fokus auf die Natur der Primärproduktion lässt sich zur Botanik, Chemie und den Agrarwissenschaften zurückverfolgen, und damit auf eine Alternativerzählung zur Geschichte der Mikrobiologie, jenseits von Infektionskrankheiten oder früherer Biotechnik der alkoholischen Gärung.

Diese Geschichte beginnt nicht im Wasser, sondern an Land, genauer: im Boden. Das Mikrobiologische Institut in Göttingen ist Deutschlands ältestes im nicht-medizinischen Anwendungsbereich, gegründet 1901 als Institut für landwirtschaftliche Bakteriologie.²⁶ Sammlungsgeschichtlich waren die frühesten Institutobjekte entsprechend Bodenbakterien (v.a. Nitrifizierer), Bacillen und Clostridien sowie Hefen. Schon unter Schlegels Vorgänger August Rippel (1888–1970)²⁷ sammelte man explizit keine Humanpathogene.²⁸ Die beiden später für die DSM verantwortlichen Mitarbeiter Norbert Pfennig und Dieter Claus (1927–2014) sind noch

²⁵ Zu Phototrophen Gorlenko (2004) mit Verweisen auf die DSM/Z-Akteure Schlegel, Pfennig, Erko Stackebrandt und Jörg Overmann.

²⁶ Auch die um 1925 gegründete *American Type and Culture Collection* (ATCC), zentrale Mikrobebank der USA, generierte sich aus der agrarischen Bakteriologie.

²⁷ Eine Quellenübersicht zur Geschichte des Instituts vor Schlegel im UAG liefert Fimpel (2002).

²⁸ Brief Rippel an Ministerium 28.10.1949, in: Niedersächsisches Landesarchiv Hannover, Nds. 500, Acc. 81/60, Nr. 152. Er betont, „dass am Institut grundsätzlich niemals mit pathogenen Mikroorganismen gearbeitet wurde und auch künftig nicht gearbeitet wird.“ Es stand bis 1953 unter Forschungsüberwachung durch die Alliierten.

von Rippel ausgebildet worden, der ein Spezialist für Bodenbakterien und Hefen des Weinbaus war. Eine Lehrstuhlsammlung lässt sich bereits 1951 spezifizieren: Vorgehalten wurden 300 auf Nachfrage auch abgegebene Kulturen.²⁹ Erst ab der Schlegel-Zeit kommen Phototrophe³⁰ und die heterogene Gruppe der Knallgasbakterien hinzu, die das erste Profil der DSM bilden werden.³¹ Einige Phototrophe hatte Pfennig laut Katalogrecherche von seinem Forschungsaufenthalt an der *Hopkins Marine Station* in Kalifornien mitgebracht.³²

Das Paradeobjekt *Chromatium okenii* – benannt nach dem Philosophen Lorenz Oken – schmuggelte Schlegel 1959 in einem Ein-Liter-Glas durch den Eisernen Vorhang. Er hatte es in einem Teich am Rittergut Ostrau bei Halle „geertet“, wie früher, als er es für seine Hallenser Doktorarbeit zur Phototaxis untersuchte. Den Mikroben blieben im Glas normalerweise nur wenige Stunden Lebenszeit. In Göttingen angekommen, drückte er es dem jungen Pfennig in die Hand mit der Bitte: Kultiviere es! (So zumindest können wir uns die Szene vorstellen.) Diese Handreichung ist vielleicht schon die symbolische Gründung der DSM, denn sie zeigt den Beginn von Vertrauen wie Partnerschaft, und verwandelte die Göttinger Mikrobiologie in eine Intensivstation mit lebenserhaltenden Maßnahmen für schwierige Fälle.

Eine vierte Strategie betraf das zersplitterte und bislang eher anwendungsorientiert arbeitende Fach Mikrobiologie, das Mikroben im Rahmen der Medizin mit der Bekämpfung von Infektionen und Seuchen, im Rahmen der Lebensmitteltechnologie mit Produktion verband, von Bier bis Käse. Ihm fehlte eine theoretische Grundlegung im Sinne einer echten Naturwissenschaft. Schlegel verfolgte deshalb eine Generalisierungsstrategie hin zur „Allgemeinen Mikrobiologie“.³³ Damit ging eine „Ökologisierung“ der Mikrobe einher, in der man ihr haushälterisches Wirken im

²⁹ Brief Rippel an Nds. Minister für Wirtschaft und Arbeit 19.3.1951, in: Niedersächsisches Landesarchiv Hannover, Nds. 500, Acc. 48/62, Nr. 141 (Bl. 10). Im Sammlungskontext erscheint der Mitarbeiter *Karl Heinz Wallhäufer*, später Leiter des Mikrobiol. Untersuchungslaboratoriums der Farbwerke Hoechst AG.

³⁰ Dies deckt sich mit Finanzposten für relevante Gerätschaften aus den Göttinger-Kuratorakten. So hatte Schlegel bereits 1960 um Mittel für „Lichtthermostaten zur Kultur photosynthetischer Bakterien (Selbstbau)“ gebeten. Brief Schlegel an Kurator 24.9.1960, in: UAG Kur. 11730.

³¹ Die licht- und schwefelabhängigen *Chromatium* und *Thiobacillus* zeigen ihr frühes Vorhandensein auch im DSM-Katalog an den nur dreistelligen Akzessionsnummern ab ca. Nr. 170 (man katalogisierte numerisch aufwärts und ist heute im siebenstelligen Bereich). Im ersten Katalog begann *Chromatium* bei Nr. 169, später kam es zu minimalen Verschiebungen.

³² Pfennig sammelte laut der Fundorte im Katalog offenbar auch gerne im Urlaub (u.a. Wattenmeer, Norwegen) sowie vor der Göttinger Haustür in Teichen, Wäldern und Gärten. Gleiches galt für seinen Kollegen Dieter Claus, der als Wissenschaftler die DSM administrativ leitete und auf den hier nicht näher eingegangen wird.

³³ In diesen Kontext fällt die Abspaltung der Sektion „Naturwissenschaftliche Mikrobiologie“ aus der Deutschen *Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie* (DGHM), die 1985 zur Gründung der *Vereinigung für Allgemeine und Angewandte Mikrobiologie* (VAAM) führte.

Kleinen wie im Großen betonte.³⁴ Es ist daher kein Zufall, dass Schlegel parallel zur Sammlungsgründung ein gleichnamiges Lehrbuch veröffentlichte (1969), das bis heute als internationales Standardwerk gilt. Dies geschah nach Vorbild der US-amerikanischen Photosyntheseforscher Cornelis B. van Niel und Roger Y. Stanier, mit denen wiederum Pfennig eng zusammengearbeitet hatte. Als selbsterklärter Holist (van Niel 1967) war van Niel wichtigster Propagator einer *General Microbiology*,³⁵ die die Mikrobiologie als Grundlagenwissenschaft der Biologie verstand: An Purpurbakterien und Grünen Schwefelbakterien hatte der Chemieingenieur die Bakterienphotosynthese untersucht und 1931 durch Analogiesetzung von gespaltenem H₂O und H₂S die Summenformel *jeglicher* Photosynthese erreicht (van Niel 1931, vgl. Schlegel 2004, 80f.). Mit dieser Weltformel³⁶ der Produktivität ward im doppelten Sinne Licht in der Welt der Mikroben. Van Niel universalisierte: Erst wer das Reich der Bakterien verstehe, werde auch die höheren Reiche biochemisch, physiologisch, ökologisch etc. vollständig verstehen, d.h. das ganze biologische „System“. Als Vertreter der technisch orientierten Delfter Schule erzählte er die Generalisierung der Mikrobiologie über das Mikroskop (Antonie van Leeuwenhoek), die Methode der *Anreicherungskultur* (Martinus W. Beijerinck) – gerichtet gegen Robert Kochs Postulat der Reinkultur – und die „komparative Biochemie“ seines Lehrers Albert Jan Kluver (van Niel 1949). Man müsse die Mikroben wie in ihrem Habitat verstehen und deshalb die Kultivierungsmethoden verbessern bis hin „to the effect on the outcome of enrichment cultures due to such variables as the reaction of the medium, the temperature of incubation, the concentrations of the various nutrient and non-nutrient ingredients, the presence or absence of micronutrients and growth factors, etc.“ Die Techniken müssten so vielfältig sein wie die Natur der Mikroben und sogar die Natur selbst. Damit verbunden war das neue Quantitätsparadigma der Mikrobiologie, das auch den konzertierten Aufbau großer Sammlungen beförderte: „It is very probable that by means of such refinements an ever increasing number of microorganisms will become accessible to isolation by enrichment culture techniques.“ (ebd., 165).

So hatte die Mikrobe nicht mehr nur eine eigene Welt, den Mikrokosmos des 19. Jahrhunderts, sondern sie wurde eine ganze Welt – die „Welt der Mikrobe“ bzw. mit dem Buchtitel von Roger Y. Stanier: *The Microbial World* (1957).³⁷ Seit damals umfasst sie den ganzen Planeten, seine spekulativen Ursprünge und Zukünfte. Es wird an anderer Stelle zu zeigen sein, dass damit innerhalb der Biologie auch eine Imperialisierungsstrategie verbunden war, die auf Kosten der Botanik ging. Denn

³⁴ Diese wurde im 19. Jh. bereits durch den russischen Bakteriologen Sergej Winogradsky vorgedacht, was Schlegel (2004) entsprechend hervorhebt.

³⁵ Die Society for *General Microbiology* (heute: *Microbiology Society*) gründete sich 1945.

³⁶ Zu den Totalitäts-Alternativen Weltformel und -chronik Blumenberg (2000, Kap. X).

³⁷ Mit Hegel könnte man sagen, sie wurde „konkrete Allgemeinheit“ bzw. eine konkrete Universalie.

mit der bakteriellen Photosynthese galten die Pflanzen nicht mehr als vorrangigste, noch als früheste Primärproduzenten der Erde. Aus der einstigen Blaualge ‚machen‘ Stanier und andere ein Cyanobakterium, seiner prokaryotischen Zellstruktur entsprechend. Aber gerade an den kleinsten aller Pflanzen, den Mikroalgen, blieb die Mikrobiologie weltweit interessiert, auch an den eukaryotischen, zumal diese bereits in großtechnischen Zusammenhängen zur Massenproduktion von Kohlehydraten und Proteinen erforscht wurden (in West-Deutschland etwa *Chlorella* an der Kohlenstoffbiologischen Forschungsanstalt der Ruhrgas AG in Essen-Brederey, später in Dortmund). Schlegel strebte deshalb an, die berühmte *Sammlung von Algenkulturen* Göttingen (SAG) in seine DSM zu integrieren.³⁸ Die SAG besteht heute noch in Göttingen.³⁹ Sie hatte schon 1964 einen serviceorientierten Katalog mit 912 Stämmen vorlegt (Koch 1964). Aber Schlegel scheiterte. Die Göttinger Botanik bzw. Phykologie wollte die Objekte ihrer Welt – einer Welt des Sauerstoffs, die vergleichsweise direkt zum Menschen führt – verständlicherweise bei sich behalten.

2.4 Jähes Ende – aber nur vorläufig

Kurz nachdem die Göttinger DSM durch unermüdliche Arbeit von Schlegel, Pfennig, Karin Schmidt, Dieter Claus und anderen endlich arbeitsfähig war und ihren ersten Katalog vorgelegt hatte (1974), wurde sie wieder abgewickelt. Trotz ihrer Expertise, Sammeltätigkeit und starken Forschungsorientierung erhielt das IfM mit DSM im Herbst 1976 eine negative Beurteilung⁴⁰ im Rahmen einer Gesamtevaluation der GSF, die Institute abstoßen sollte. Damit ging auch eine neue Profilbildung in Richtung Medizin und Gesundheit einher (vgl. Reuter-Boysen 1992). Bei der Einschätzung gerade von Schlegels Forschung fiel ins Gewicht, dass mittlerweile der Atomstrom doch nicht so günstig produziert werden konnte, wie noch wenige Jahre zuvor angenommen. Dies betraf v.a. die Chancen von Schlegels avisierte Schließung der Eiweißlücke mit Bakterien; er hatte sich von der Atomtechnologie pfadabhängig gemacht. Ein nicht weniger wichtiger, aber ebenso äußerlicher Grund der negativen Beurteilung lag darin, dass mittlerweile die Genetik – nicht mehr die Biochemie – zum Modernisierungsparadigma der Biologie ausgerufen wurde, man aber an der DSM kaum molekulargenetisch arbeitete. Ein direkter Vorwurf an die Sammlungsverantwortlichen war, dass man nicht

³⁸ Prot. 1. Sitz. Sachverständigenkreis (DSM), 6.–7.10.1975, in: BA B196/30978. Prof. Gerhard Gottschalk erinnert (Interview 4.4.2019), dass in den 1970er Jahren v.a. Wolfgang Wießner, Leiter der Abt. „Experimentelle Phykologie“, gegen eine Integration der SAG in die DSM war.

³⁹ Zur Sammlungsgeschichte Mollenhauer (2004).

⁴⁰ Vgl. Auszug aus „Begutachtung der GSF“ (Sept. 1976): „VIII. Institut für Mikrobiologie, Göttingen“, 59–65, in: BA B196/59286.

„repräsentativ“ gesammelt habe – gemessen an Zwecken der Biotechnologie. Es sei generell zu viel Grundlagenforschung betrieben worden, etwa zur Taxonomie und Physiologie. Nicht zuletzt tritt in der Evaluation eine Paradoxie zutage: Man habe mittlerweile mehrere Lehrstühle für „naturwissenschaftliche Mikrobiologie“ in der BRD, Göttingen mache demnach nichts Besonderes (mehr). Schlegel, der an fast allen jener Lehrstuhlbesetzungen beteiligt war, verlor also durch den strategischen Erfolg seiner „Allgemeinen Mikrobiologie“ sein eigenes Alleinstellungsmerkmal – ein Beispiel für das auch philosophisch schwierige Verhältnis von Einzelem, Besonderem und Allgemeinem im historischen Verlauf, der hier aber nicht mal ein Jahrzehnt ausmacht.

Ab 1979 wurde die DSM mit Abteilung Pfennig in die *Gesellschaft für Biotechnologische Forschung* (GBF) in Braunschweig integriert, die Objekte wurden aber erst ab 1987 dorthin verbracht. Pfennig ging nicht mit, weil er seine akademische Freiheit eingeschränkt sah, und wechselte zunächst auf eine Konstanzer C3-Professur, dann auf das Ordinariat für Limnologie der Universität Konstanz. Trotz zahlreicher Umbrüche sind seine Schwefelbakterien und ihr Leben auf der frühen Erde immer noch ein Forschungsschwerpunkt der heutigen DSMZ. Sie ist mittlerweile eines der größten mikrobiellen Ressourcenzentren weltweit. Deshalb kann man aus Braunschweig dankbar auf das Göttinger Duo Schlegel und Pfennig zurückblicken, das einst den Antrag zum „Aufbau einer Kulturensammlung“⁴¹ schrieb und diesen Aufbau wirklich werden ließ.

3. Schluss und Schlüsse

Zusammenfassend wurde mit Blick auf die Anfänge der DSM zunächst zu zeigen versucht, wie sammelnde Wissenschaft, gerade wenn sie auf die Welt ausgreift, letztlich immer durch Kontingenzen geprägt bleibt und zum Teil geprägt bleiben muss. Dazu gehören – wiederum notwendig – die unterschiedlichen Erkenntnisinteressen der beteiligten Wissenschaftler, aber seit den 1970er Jahren auch die zunehmenden Schwankungen und Kurzlebigkeiten der Förderpolitiken, die den langfristigen Zielen einer Sammlung entgegen stehen. Die Sammlung als Modellwelt ist deshalb immer eine Welt im Fluss, in der die weiterlebenden Sammlungsobjekte aber das Kontinuum bilden, d.h. der Bestand befördert seine Beständigkeit⁴² – wenn man sich seiner nicht entledigt. Im Falle der Schwefelbakterien ist dies bis dato nicht geschehen. So bildeten die ersten Sammeltätigkeiten und Erkenntnisinteressen der

⁴¹ Vgl. H. G. Schlegel: Aufbau einer zentralen Kulturensammlung am Institut für Mikrobiologie der GSF in Göttingen, 22.4.1968 (14 Bl.), in: BA B138/3340 (Bl. 16–29).

⁴² Dass die gesammelten Objekte leben und an sich keinen Bestandscharakter haben, wird dadurch aufgehoben, dass sie sich reproduzieren bzw. immer wieder technisch verjüngt werden. Strenggenommen befördert deshalb der Bestand zwar seine Beständigkeit, aber nicht seine Identität.

DSM-Gründer die Ordnungsmatrix einer mikrobiellen Welt, deren Gerüst über Jahrzehnte stabil und doch flexibel blieb. Denn die DSMZ ist nach wie vor auf die Bereiche Agrar, Umwelt und Biotechnologie spezialisiert und forscht weiter am Schwefelkreislauf. In diese ordnende Trias konnte sie wegen ihrer weiterhin starken Grundlagenforschung ab etwa 2000 dann zwanglos die nun förderpolitisch aktuell gewordene Biodiversitätsforschung integrieren – ein Forschen zur unbekannte Fülle der mikrobiellen Welt, was die größtmögliche Legitimation für das Weitersammeln bedeutet.

Ferner wurden das Kultivieren der Mikrobe und das Generalisieren des Fachs Mikrobiologie als wichtige Bedingung bzw. Strategie zum Aufbau einer Mikrobensammlung hervorgehoben, die eine mikrobielle Welt repräsentieren und ihr entsprechend nahe kommen soll. Dafür wiederum ist taxonomisch orientiertes Sammeln notwendig, damit man weiß, mit wem man es zu tun hat und was vom Betreffenden davon zu erwarten ist. An die multifunktionale, weltoffene Konzipierung der gesammelten Mikroben, die in den Welten der Bio- und Technosphäre doppelt zu Hause sein konnten, wurde im Rahmen der Evaluation 1976 ein reduktionistischer Anspruch herangetragen: die eineindeutige Funktion der biotechnologischen, v.a. gentechnischen Nutzung (nicht der Nutzbarkeit). Es interessierte nicht mehr, wie die Mikrobe lebt und welche Medien sie selbst nutzt, sondern welche ‚Schriftstücke‘ ihrer DNA/RNA sie für die Umschrift in synthetische Produktionsbedingungen bereitstellt (vgl. Karafyllis, Waszynski 2020). Überspitzt formuliert lässt sich hier aufzeigen, wie eine Lebenssammlung in ein Archiv von Flugblättern oder anderen bruchstückhaften Texten verwandelt werden sollte (nicht etwa in eine Bibliothek, denn die Organismen als Ganze, gleichsam die Bücher, interessierten nicht). Außerhalb ihres situativen Kontextes ergeben Flugblätter aber keinen Sinn, die historischen Ereignisse, auf die sie referieren, müssen zur Erschließung im Archiv bekannt sein – und sie bleiben eben historische Ereignisse. Damit sei der Primat des naturhistorischen Sammelns vor dem biotechnologischen, zukunftsorientierten – begrifflich genauer: provisionsorientierten – Sammeln markiert. Die wissenschaftskapitalistischen Forderungen der passgenauen Nutzenorientierung und Profilbildung im Wettbewerb stehen jenen genannten Strategien des Sammelns, die auf Wahrheit und Wirklichkeit von Welt abheben, entgegen – soweit der übergeordnete Erklärungsversuch des frühen Scheiterns der DSM. Für alle Sammlungen gilt, dass die mit ihr repräsentierte Welt nicht auf einen Begriff gebracht werden kann, aber versuchsweise auch nicht darf. Die Sammlung wäre dann nur noch ein Vorratslager für bestehende Werkzeuge, generierte aber keine neuen, potenziell geeigneten für die unabsehbaren Lebenslagen in einer offenen Zukunft. Vielmehr sorgt in der Sammlung die „konkrete Allgemeinheit“ (Hegel) der Welt dafür, dass auch deren einzelne Bestandteile Welten sein können, wenn wir sie subjektiv zu solchen machen – indem wir Sammlungen für Wissenschaft im strengen Sinne des Wortes zu Rate ziehen. Diese Doppelaspektivität von „Welt“ – im Ganzen und im Partikulären – zeigt eindrücklich die Rede von der „Welt als Buch“ in ihrer Ver-

bindung zur „Welt als Bibliothek“, beides Wissenswelten. Buch und Bibliothek teilen weltbildende Relationen, die aber weder unidirektional noch monofunktional sind, und die letztendlich durch den Leser von „Welt“ und seine eigene Situiertheit in ihr konkretisiert werden. Dies entspricht Blumenbergs Einsicht, dass wir, wenn wir lesen, nicht gleichzeitig darüber reflektieren können; wir lesen mit einer bestimmten „Einstellung“, deren Reflexion wir dabei „ausschalten“ (Blumenberg 2018, 403). Ein gutes Buch vermag es, die Einstellung im Lauf des Lesens wie des Lebens zu ändern. So ist die „Welt als Buch“ eine offene Welt, wie vielleicht auch irgendwann die Welt als Mikrobe.

Mit dem Beispiel Pfennig, der in seinen Kulturen mit bloßem Auge ‚lesen‘ konnte, sollte zudem angedeutet werden, wie kultivierte Mikroben zu einer Instanz der All-Vergegenwärtigung werden und wie wir eine wirkliche Welt mit ihnen teilen können, trotz der eigentlichen Unsichtbarkeit der Mikrobe. Dieses Problem stellt sich auch dem zunehmend unsichtbar gewordenen Buch, das man in Bibliotheken immer weniger als solches in der Hand hat, sondern als Microfiche, Fotokopie oder Digitalisat liest (vgl. Eco 1987). Sammlungen eint also eine rasant zunehmende Medienvergessenheit der Entstehung und der Beständigkeit ihrer Objekte, vom Papier in der Bibliothek bis zum Nährmedium in der Mikrobenbank. Damit geht, so eine Hypothese, auch ein Vergessen der zugehörigen Kulturtechniken einher, nicht etwa nur des Papierschöpfens, Leimens, Buchbindens und Druckens, sondern vielleicht sogar des Lesens und Schreibens – in der Mikrobenbank des Erntens, Impfens, Kochens, Bebrütens etc. Ob man lesen kann ohne Schrift, sondern auch mittels anderer Ordnungsstrukturen (z.B. in den Farben des Lichtspektrums, die Mikroben in eigener Phänomenalität ausdrücken), gilt es noch weiter zu erforschen. „Lesen“ meint in jedem Fall mehr als eine mentale oder sogar digitale Operation der Buchstaben- und Textverarbeitung. Und „Lesbarkeit“ bedeutet, die Bedingungen ihrer Möglichkeit mitlesen zu können, im Buch ähnlich wie beim Hören des Hintergrundknisterns einer abgespielten Schallplatte.

Ist es also tatsächlich die Mikrobe, die unsere Welt einschließlich der „Kulturgüter“ kontaminiert und Phantasien zu ihrer Reinigung erzeugt? Reinigen wir die Welt nicht vielmehr von unseren eigenen Kontaminationen, d.h. von den technisch für defizitär befundenen kulturellen Erzeugnissen, in dem wir das Funktionale aus ihnen herausdestillieren (die sog. Information) – ein *Aufreinigen*?

Die Frühgeschichte der DSM zeigte in summa den besonderen Mehrwert des grundlagenforschenden Lebendsammelns: In der Sammlung erzeugen Mikrobenkulturen eine anschauliche Wirklichkeit der mikrobiellen Welt, die uns an sich stets unsichtbar bleibt und über die wir nur spekulieren können. Es bleibt eine Modellwelt des lebendigen Augenblicks, denn das Leben verweigert sich der Form- und Bestandserhaltung. Die Sammlung zeigt uns dabei auch unsere Ordnungsvorstellungen von Welt, die wir – ebenfalls spekulativ – in sie hineingelegt haben. Bei diesem Spekulieren aber gilt es, uns selbst zu kultivieren und die Mikrobe aus dem

gängigen Feind-Schema zu befreien und so unsere Einstellung beim Lesen der Welt zu ändern. Die Mikrobe statt als Herrscher unseres Planeten als weltoffenen Kosmopoliten zu sehen, der auch die Welt der Bücher bewohnt, könnte ein Anfang sein. Vielleicht wird sie der letzte Zeuge sein, ein Pathologe unserer Kultur, der Späteren Zeugnis darüber ablegen kann, dass im frühen 21. Jahrhundert ein Buch noch in der Hand gehalten wurde.

Literatur

BAKER, B.J. & G.J. DICK (2013): Omic Approaches in Microbial Ecology: Charting the Unknown. – *Microbe Magazine* **8**: 353–360.

BLUMENBERG, H. (2000): *Die Lesbarkeit der Welt* [1981]. 5. Aufl., Frankfurt/M.

BLUMENBERG, H. (2018): Beschreibung des Lesens, in: ders.: *Phänomenologische Schriften 1981–1988*. Berlin 401–404.

BONNEUIL, C. & J.B. FRESSOZ (2016): *The Shock of the Anthropocene. The Earth, History and Us*. London 2016.

BRIESE, O. (2013): Die Regeln von der Ausnahme. Das epidemiologische Dilemma. In KASSUNG, C. & T. MACHO (Hg.): *Kulturtechniken der Synchronisation*. München 77–100.

BROOK, S.J. & I. BROOK (1994): Are public library books contaminated by bacteria? – *Journal of Clinical Epidemiology* **47**(10): 1173–1174.

COOLEN, M.J.L., H. CYPIONKA, A. SMOCK, H. SASS & J. OVERMANN (2002): Ongoing modification of Mediterranean sapropels mediated by prokaryotes. – *Science* **296**: 2407–2410.

COOLEN, M.J.L. & J. OVERMANN (2007): 217,000 year old DNA sequences of green sulfur bacteria in Mediterranean sapropels and their implications for the reconstruction of the paleoenvironment. – *Environmental Microbiology* **9**: 238–249.

DASTON, L. (2017): „Introduction: Third Nature“, in dies. (Hg.): *Science in the Archives. Pasts, Presents, Futures*, Chicago/London 1–14.

DI PAOLO, N. et al. (1993): Acute Renal Failure from Inhalation of Mycotoxins. – *Nephron* **64**: 621–625.

ECO, U. (1987): *Die Bibliothek* [ital. 1981]. München.

FIMPEL, M. (2002): *Spezialinventar zur Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften an der Universität Göttingen von 1880–1933. Ein Führer zu den archivalischen Quellen*. Göttingen.

FOUCAULT, M. (1974): *Die Ordnung der Dinge. Eine Archäologie der Humanwissenschaften*. Frankfurt/M.

- GALLO, M. (1953): Das Institut für Buchpathologie „Alfonso Gallo“ in Rom. – *Libri* **5**(1): 35–40.
- GEIMER, P. (Hg.) (2002): Ordnungen der Sichtbarkeit. Fotografie in Wissenschaft, Kunst und Technologie. Frankfurt/M.
- GORLENKO, V.M. (2004): History of the Study of Biodiversity of Photosynthetic Bacteria. – *Microbiology* **73**(5): 541–550.
- GOTTSCHALK, G. (2015): Nachruf auf Hans Günter Schlegel. – *Jahrb. d. Göttinger Akad. d. Wissenschaften* 1/2014, Berlin u. Boston 180–185.
- HAY, R.J. (1995): Sick library syndrome. – *The Lancet* **346**: 1573–1574.
- HEMPEL, M. et al. (2014): Bacterial and fungal contamination in the library setting: a growing concern? – *Environmental Health Review* **57**(1): 9–15.
- KARAFYLLIS, N.C. & U. LAMMERS (2017): Big Data in kleinen Dosen. Die Geschichte der ‚Braunschweig Genetic Resources Collection‘ (1970–2006) und ihrer Biofakte. – *Technikgeschichte* **84**(2):163–200.
- KARAFYLLIS, N.C. (Hg.) (2018): Theorien der Lebensammlung. Pflanzen, Mikroben und Tiere als Biofakte in Genbanken. Freiburg 2018 (Reihe: Lebenswissenschaften im Dialog, Bd. 25).
- KARAFYLLIS, N.C. (2019a): Zur Medialität der Samenbank, oder: Die Nacht der Substanz. – *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* **10**(1): 39–61.
- KARAFYLLIS, N.C. (2019b): Interaktionen in der Technosphäre und Biofakte, in: K. LIGGIERI & O. MÜLLER (Hg.), *Mensch-Maschine-Interaktion*, Berlin, 106–113.
- KARAFYLLIS, N.C. & A. WASZYNSKI (2020): Re-Collecting Microbes with Hans Blumenberg’s Concept of „Reoccupation“ („Umbesetzung“): from Isolating/Cultivating towards Digitizing/Synthesizing. – *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* **11** (in review).
- KAY, L.E. (2000): *Who wrote the Book of Life? A History of the Genetic Code*. Stanford 2000.
- KENWOOD, H. & E.L. DOVE (2015): The risks from tuberculous infection retained in books. – *The Lancet* **186**: 66–68.
- KOCH, W. (1964): Verzeichnis der Sammlung von Algenkulturen am Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Göttingen. – *Archiv für Mikrobiologie* **47**: 402–432.
- KOPP-OBERSTEBRINK, H. (2016): Arbeit am Archiv. Formen und Funktionen von Archiven zwischen Begriff und Metapher, in SCHMIEDER, F. & D. WEIDNER (Hg.): *Ränder des Archivs. Kulturwissenschaftliche Perspektiven auf das Entstehen und Vergehen von Archiven*. Berlin 15–46.
- LAGERKVIST, U. et al. (2003): *Pioneers of Microbiology and the Nobel Prize*. New Jersey.
- LATOUR, B. (1993): *The Pasteurization of France*. Cambridge, MA/London.

- MOLLENHAUER, D. (2004): 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.
- NERLICH, B. & I. HELLSTEN (2007): Beyond the human genome: Microbes, metaphors and what it means to be human in an interconnected post-genomic world. – *New Genetics and Society* **28**(1): 19–36. DOI: 10.1080/14636770802670233.
- NICKELSEN, K. (2015): Explaining photosynthesis. *Models of Biochemical Mechanisms 1840–1960*. Dordrecht u.a.
- NIEL, C.B. VAN (1931): On the Morphology and Physiology of the Purple and Green Sulfur Bacteria. – *Archiv für Mikrobiologie* **3**: 1–112.
- NIEL, C.B. VAN (1949): The “Delft School” and the Rise of General Microbiology. – *Bacteriological Review* **13**(3): 161–174.
- NIEL, C.B. VAN (1967): The Education of a Microbiologist; Some Reflections. – *Annual Review of Microbiology* **21**: 1–31.
- O’MALLEY, M.A. (2014): *Philosophy of Microbiology*. Cambridge.
- OVERMANN, J. & C. LEPLEUX (2016): Marine Bacteria and Archaea: Diversity, Adaptations, and Culturability, in: L.J. STAL & M.S. CRETOIU: *The Marine Microbiome. An Untapped Source of Biodiversity and Biotechnological Potential*. Cham/Schweiz 21–55.
- OVERMANN, J. & A. HARTMAN SCHOLZ (2017) *Microbial Research under the Nagoya Protocol: Facts and Fiction*. – *Trends in Microbiology* **25**(2): 85–88.
- OVERMANN, J., B. ABT & J. SIKORSKI (2017): Present and Future of Culturing Bacteria. – *Annual Review of Microbiology* **71**: 711–730.
- OVERMANN, J. (2018): Konzeption, Relevanz und Zukunftsperspektiven moderner biologischer Ressourcenzentren am Beispiel des Leibniz-Instituts DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, in N.C. KARAFYLLIS (Hg.): *Theorien der Lebend-sammlung*. Freiburg 229–249.
- PFENNIG, N. (1961): Eine vollsynthetische Nährlösung zur selektiven Anreicherung einiger Schwefelpurpurbakterien. – *Die Naturwissenschaften* **48**: 136.
- PFENNIG, N. (1993): Reflections of a microbiologist, or how to learn from the microbes. – *Annual Review of Microbiology* **47**: 1–29.
- PFENNIG, N. & J. BOCKEMÜHL (2003): Mikrobielle Prozesse und Pflanzenleben – Schlüssel zu einer Chemie des Lebendigen. – *Elemente der Naturwissenschaft* **78**(1): 54–73.
- REUTER-BOYSEN, C. (1992): *Von der Strahlen- zur Umweltforschung. Geschichte der GSF 1957–1972*. Frankfurt a.M.
- SARASIN, P. (2004): „Anthrax“. *Bioterror als Phantasma*. Frankfurt/M.

- SCHEELE, I. (2011): Kontinuität und Wandel. Die Geschichte der Gesellschaft für Biotechnologische Forschung (GBF) mbH und ihrer Vorgängerinnen 1965–1990. Habil.schrift Universität Hamburg 1995, online publiz. über die Digitale Bibliothek Braunschweig.
- SCHLEGEL, H.G. & N. PFENNIG (1961): Die Anreicherungskultur einiger Schwefelpurpurbakterien. – *Archiv für Mikrobiologie* **38**: 1–39.
- SCHLEGEL, H.G. (1974³): *Allgemeine Mikrobiologie* [1969], Stuttgart.
- SCHLEGEL, H.G. & R.M LAFFERTY (1971): Novel energy and carbon sources. A: The production of biomass from hydrogen and carbon dioxide. – *Advances in Biochemical Engineering* **1**: 143–168.
- SCHLEGEL, H.G. (2004²): *Geschichte der Mikrobiologie*. Halle.
- SCHNEIDER, U.J. (2017): Das Buch und sein Wurm, in U.GLEIXNER et al. (Hg.): *Biographien des Buches* 277–290. Göttingen.
- SCHWERIN, A. VON (2015): *Strahlenforschung: Bio- und Risikopolitik der DFG, 1920–1970*. Stuttgart.
- SOMMER, M. (1999): *Sammeln. Ein philosophischer Versuch*. Frankfurt/M.
- STANIER, R. Y. (1957): *The Microbial World*. Englewood-Cliffs.