

Mikroskopische Medien

Werkzeuge zur Beobachtung von Mikroorganismen



- Artikeltyp: Material
- Autor:in: Filippo Bertoni
- Übersetzer:in: Jan-Peter Herrmann
- Textlizenz: CC BY-SA
- DOI: 64y2-m311/60

Auf einem Objektträger präparierte Radiolarien, die im Rahmen eines [Deep-Sea-Drilling-Projekts](#) gesammelt wurden, liegen zur Betrachtung unter dem Mikroskop des Mikropaläontologen Johan Renaudie am Museum für Naturkunde Berlin; dazu die entsprechende vergrößerte Ansicht auf dem Computerbildschirm. (Foto: Filippo Bertoni/MfN. Alle Rechte vorbehalten.)

Anhand von Mikroorganismen soll im Folgenden die Verwandlung von Tieren in Objekte für Naturalien- oder zoologische Sammlungen nachgezeichnet werden. Allerdings offenbaren die mikrobiellen Welten, die sie bewohnen und formen, dass weder der Begriff des Tieres noch der des Objekts wirklich zutreffend ist. Strenggenommen sind Mikroorganismen nämlich keine *Tiere*: Stattdessen zeigen sie uns, wie unsere Ordnungssysteme Lebensformen in bestimmte Kategorien einteilen, während Letztere nicht an diese Kategorien gebunden sind und sie nicht selten sprengen.¹ Hinzu kommt, dass mikrobielles Leben durch seine Existenz außerhalb unserer Wahrnehmung auch den etablierten Vorstellungen von Objekten als abgegrenzte, eigenständige Dinge entgegensteht. Da Mikroorganismen mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen sind, erfordert ihre Untersuchung und Beobachtung ein breites Medien- und Technikinstrumentarium, mit dessen Hilfe sie sichtbar gemacht werden können. Somit offenbart unser Blick niemals Mikroorganismen 'an sich', sondern erfasst immer nur einen mittels bestimmter technischer Anordnungen ermöglichten Ausschnitt. Das unten verlinkte Video veranschaulicht dies: Vier verschiedene

und relativ einfache Aufnahmetechniken der Lichtmikroskopie führen zu vier verschiedenen, miteinander nicht vergleichbaren Darstellungen von Mikroorganismen. Dabei ist keine der Versionen ‘echter’ als die anderen, da sich Mikroorganismen jenseits unseres Wahrnehmungsspektrums bewegen und jede dieser Techniken jeweils nur einen Teilausschnitt beschreibt bzw. eine partielle Sichtweise liefert. Dies ist ein wichtiger Hinweis darauf, dass die Art und Weise, *wie* wir die Natur wahrnehmen und verstehen, niemals universell oder neutral ist. Mehr noch: Anstatt uns lediglich eine Beschreibung der Welt zu liefern, transformieren jene Vermittlungsformen, die wir nutzen und von denen wir abhängig sind, die Welt, die wir kennen und in der wir leben. Zur Veranschaulichung dieses Aspekts lege ich in dieser Geschichte den Schwerpunkt auf einen ganz bestimmten Mikroorganismus – *Cycladophora davisiana* – und zeichne seine Vermittlungsweisen nach, durch die ich zum ersten Mal auf ihn aufmerksam wurde, und die die Welt und unsere Sicht auf sie verändern. Es geht bei diesen Vermittlungsweisen insbesondere um mikroskopische Medien, die Forschenden die Untersuchung von und Erkenntnisse über Mikroben ermöglichen. Beginnen werde ich bei den Mikroskopen, Objektträgern und Laborgeräten aus Glas – den wohl offensichtlichsten Instrumente zur Betrachtung von Mikroorganismen. Im Anschluss soll es aber auch um die weniger offenkundigen Werkzeuge und Techniken gehen, darunter Listen, Datensätze, Publikationen, digitale Datenbanken, die in der *Dokumentation und Aufzeichnung ihrer Welten* eine ebenso wichtige Rolle spielen. Damit einher gehen die umfangreicheren und aufwendigeren technischen Verfahren und Systeme, wie *Tiefseebohrungen*, *taxonomische Ordnungen* und die naturhistorischen Sammlungen selbst – wie beispielsweise die *Lamont-Doherty-Sammlung* oder die *NSB Datenbank*. In diesem Sinne weisen die durch die technischen Hilfsmittel erzielten Vermittlungen, die für unser Wissen über *C. davisiana* und andere Mikroorganismen nötig sind, weit über die Grenzen des eigentlich Sichtbaren und der Mikroskopie hinaus.²

Hier wird einmal mehr deutlich, dass die Welt keine abgeschlossene, stabile und endgültige Ordnung darstellt, die wir nur noch entschlüsseln müssen, sondern, dass das Ordnen und das Verstehen, als fortlaufende Prozesse, eng mit der Wandelbarkeit unseres Planeten und dem permanenten *Werden* verbunden sind, deren Teil (neben vielen anderen) auch wir selbst sind. Zugleich wird klar, dass unsere Versuche, die Natur besser zu begreifen, immer konkret verortet sind und lediglich nur einen Ausschnitt erfassen, wobei es außerdem stets gilt, eine vereinfachende Sichtweise zu vermeiden, die von klar abgegrenzten Subjekten in einer Welt gleichförmig umgrenzter Objekte ausgeht – und die noch immer allzu oft in westlichen Vorstellungen von Wissen und Wahrnehmung mitschwingt. Objektivität ist eine hart erkämpfte und zerbrechliche Errungenschaft, die nur durch die umfangreiche Tätigkeit vieler verschiedener Menschen sowie anderer Lebewesen und Objekte möglich ist und von einer Vielzahl permanent stattfindender Vermittlungen abhängt. Diese Einsicht ist zentral für ein Verständnis von der Funktion naturhistorischer Sammlungen und ihrer Bedeutung für die *Gestaltung* der Welt, in der wir leben – und trägt hoffentlich künftig zu einer gerechteren und kritischeren Rolle solcher Sammlungen bei.

Microbes Don't Actually Look Like Anything



In dieser Folge der großartigen Web-Serie "Journey to the Microcosmos" werden vier verschiedene Verfahren der Lichtmikroskopie vorgestellt. Die jeweils unterschiedlichen Darstellungen des Mikrokosmos unterstreichen die zentrale Bedeutung von Medien und technischen Hilfsmitteln für die Erforschung von Mikroorganismen (und die Natur im Allgemeinen). Mit der Art und Weise, wie wir etwas betrachten, verändert sich auch das, was wir sehen. (Source: Journey to the Microcosmos/YouTube)

Wie ich in der Geschichte über die [Suche nach Cycladophora davisiana](#) ausführe, wurde das erste wissenschaftlich dokumentierte Exemplar dieses Organismus im Jahr 1859 im Rahmen von Vermessungsarbeiten vor der Küste Grönlands für eine letztlich niemals verlegte transatlantische Telegrafenteleleitung vom Grund der Davisstraße geborgen. Die während dieser Expedition gesammelten Sedimentproben wurden zur Analyse an Christian Gottfried Ehrenberg nach Berlin geschickt, der als Experte auf dem Gebiet der damals als [Infusorien](#) bezeichneten Mikroben galt. Angekommen im Zoologischen Museum (dem späteren Museum für Naturkunde Berlin) durchliefen die in den Proben enthaltenen Mikroorganismen verschiedene Formwandlungen, ehe sie Ehrenberg zur [Klassifikation](#) dienten. Diese Klassifikation und Verankerung von *Cycladophora davisiana* in [taxonomischen Ordnungen](#) beruhte maßgeblich auf Ehrenbergs mikroskopischen Beobachtungen. Er platzierte die gesiebten und gewaschenen Proben auf transparenten Glimmerplättchen unter einem Lichtmikroskop – einem Apparat, der durch die Verwendung von Linsen und die dadurch erzielte Brechung und Manipulation von Licht eine stark vergrößerte Ansicht winziger Präparate ermöglicht.³ Basierend auf dieser Anordnung konnte Ehrenberg die winzigen Details der mikroskopisch kleinen Überbleibsel des Mikroorganismus beobachten, beschreiben und als *Cycladophora davisiana* klassifizieren. Aufgrund der wichtigen Bedeutung dieser technischen Vermittlung wird die Geschichte der Erforschung von Mikroorganismen auch häufig als Abfolge technischer Neuerungen im Feld der Mikroskopie dargestellt.⁴ Wenngleich Lichtmikroskope und ihre zahlreichen Nachfolgeversionen für diese Vermittlungsleistung ohne Frage entscheidend sind, haben Wissenschaftshistoriker:innen gezeigt, dass Letztere auch auf einer Reihe weiterer Instrumentarien, technischer Hilfsmittel und Verfahren beruht: Dazu zählen beispielsweise die Definition und Standardisierung optischer Größen und des Auflösungsvermögens sowie der entsprechenden Maßeinheiten;⁵ die Entwicklung einheitlicher Laborglaswaren⁶ wie

mikroskopische Objektträger und Petrischalen;⁷ aber auch die Nutzung von [Etiketten](#), [Listen](#), [Illustrationen](#), [Fotografien](#), [Videos](#)⁸ und anderer Medien zur [Dokumentation und Aufzeichnung](#) der Vielfalt der Natur; sowie die parallel dazu verlaufende Entwicklung von Erfassungs- und Archivierungspraktiken und der politischen Ökonomie des Sammelns. In der mikrobiologischen Forschung beinhalteten diese Entwicklungen auch die Entdeckung von Nährböden zur Züchtung von Mikroben im Labor (darunter Agar,¹⁰ das gängigste Geliermittel für Nährböden für Mikrobekulturen), sowie die verschiedenen komplexen Kultivierungsverfahren, die Forschende bis heute in die Lage versetzen, Mikroben unter kontrollierten Bedingungen zu züchten.¹¹

Während die Mikropaläontologie von den Erfahrungen mit diesen Techniken und den aus diesen Verfahren gewonnen Erkenntnissen profitiert, beschäftigt sie sich meist mit Mikrofossilien, d.h. mit den sterblichen Überresten einstiger Lebensformen, die stabiler und leichter zu untersuchen und manipulieren und weniger aufwendig in der Aufbewahrung sind.¹² Und da die Laborkultivierung von *C. davisiana* bis heute nicht gelungen ist, umgeht die Untersuchung ihrer fossilen Überreste die unstillen lebendigen Formen und konzentriert sich stattdessen auf die Morphologie und biochemische Zusammensetzung der widerstandsfähigen, mikroskopisch kleinen Schale dieses Organismus, die auch Test genannt wird. Genau diese Eigenschaft führte zur frühen [Klassifikation](#) von *Cycladophora* und brachte außerdem eine Reihe von Möglichkeiten ihrer [Verwendung](#) hervor, die zu unserem heutigen Verständnis sowohl von diesem Organismus als auch von der Welt, die er bewohnt, wesentlich beigetragen haben. Ein Beispiel hierfür ist die nach wie vor unverzichtbare Verwendung von Mikrofossilien wie *C. davisiana* in der [Biostratigraphie](#): Als wichtiger Indikator geologischer und erdgeschichtlicher Veränderungen werden die fossilen Tests genutzt, um die Abfolgen und Zusammenhänge zwischen [mikropaläontologischen Formationen](#) zu entschlüsseln. Diese mikropaläontologischen Studien ermöglichen den Forschenden die Rekonstruktion der biogeochemischen Verbindungen zwischen [Mikroben und dem Planeten](#): Die Erhebung, Sammlung und Visualisierung von Daten, Präparaten und [Bohrkerne](#) ebneten den Weg für die heutigen Modelle von dynamischen planetaren Prozessen und beeinflussen nach wie vor unseren Umgang mit dem Planeten insgesamt. Gleichzeitig spielen Mikrofossilien im Kontext der Entwicklung der [industriellen Mikropaläontologie](#) eine maßgebliche Rolle bei der nicht nachlassenden Ausbeutung von [fossilen Brennstoffen](#), die wiederum Auswirkungen auf das Klima und damit auf uns alle hat. In diesem Sinne offenbaren die Vermittlungsformen, die mikroskopische Welten für uns sichtbar machen, nicht nur den Blick durch die Objektive und Linsen der Mikroskope selbst: Die Perspektive auf die molekularen Details physikalisch-chemischer Materien geht direkt in die planetare Perspektive über, die die detaillierte [Kartierung](#) der globalen Verteilung und Veränderungen mikrofossiler Formationen eröffnet. Außer zur vereinfachten Darstellung von ansonsten kaum vergleichbaren Größenordnungen beizutragen, veranschaulicht die auf dieser Website thematisierte Verwandlung von Tieren in Objekte außerdem, dass die Art, *wie wir die Welt begreifen*, sich auch darauf auswirkt, *welchen Welten – von wem – welche Bedeutung beigemessen wird*. Statt klar umgrenzter und autonomer ‘Dinge-an-sich’ sind die Objekte, in die *C. davisiana* verwandelt worden ist, jeweils konkret verortete und temporäre Darstellungsformen, die nur durch die Kenntnis ihrer komplexen Wechselbeziehungen untereinander überhaupt konkrete Formen annehmen können. Eben diese Relationalität, sowie die

zahllosen Vermittlungsvorgänge, die zu ihrer Entdeckung nötig sind, unterstreichen einmal mehr, dass die Art und Weise, wie wir die Natur wahrnehmen, sich im Gegenzug auch darauf auswirkt, welche Natur sich uns offenbart. Ebenso wie das Mikroskop selbst, verwandeln naturkundliche Sammlungen wie die des Museums für Naturkunde Berlin mikrobielle Lebensformen in wissenschaftliche Forschungsobjekte und Daten, wodurch sie nicht nur sichtbar gemacht werden, sondern sich ihre weit über ihren eigenen Mikrokosmos hinausgehende Rolle für den ganzen Planeten offenbart.

Fußnoten

1. Für eine Übersicht, wie die aktuelle Biologie, und insbesondere die Mikrowissenschaften, traditionelle Vorstellungen von abgegrenzten individuellen Lebewesen in Frage stellt, siehe Scott F. Gilbert, J. Sapp, and A.I. Tauber. "A Symbiotic View of Life: We Have Never Been Individuals". *The Quarterly Review of Biology* 87, Nr. 4 (2012): 325-41. <http://doi:10.1086/668166> ↵
2. Für ein bessere Verständnis der komplexen Fragestellungen, die sich aus der menschlichen Sinneswahrnehmung für die wissenschaftliche Forschungsarbeit ergeben, möchte ich auf einen Blog-Beitrag von mir zu diesem Thema verweisen: *Society for Cultural Anthropology*. <https://culanth.org/fieldsights/science-and-the-senses-perturbation> (17.01.2022). ↵
3. Da Glas die selektive Manipulation von Licht ermöglicht, ist es für den Blick in den Mikrokosmos zentral: Die optischen Eigenschaften von Glas bilden die Voraussetzung für all die verschiedenen technischen Forschungsinstrumente. Interessanterweise sind sie auch die Grundlage für die Darstellung der transparenten und wundervollen Strukturen, die die lichtdurchlässigen mikroskopisch kleinen Schalen vieler Mikroorganismen aufweisen, darunter Radiolarien (Strahlentierchen) und Foraminiferen. Glas wird aus Sand hergestellt, der durch die Sedimentierung und Verwitterung großer Mengen von Mikrofossilien über lange geologische Zeiträume hinweg entstanden ist. Es sind die physischen Überreste der Mikroorganismen selbst, die das Rohmaterial für die Komponenten der Mikroskopie liefern und so den Blick in ihre Welt möglich machen. ↵
4. Ein Überblick über diese Geschichte der Mikroskopie findet sich unter: *Britannica Online*. <https://www.britannica.com/technology/microscope/History-of-optical-microscopes> (17.01.2022). Weitere Ressourcen dazu finden sich auf der Website des Schottischen Nationalmuseums: <https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/stories/science-and-technology/microscopes/> (17.01.2022). Für eine ausführlichere historische Darstellung der Anfangszeit der Mikroskopie, siehe Marc J. Ratcliff. *The Quest for the Invisible: Microscopy in the Enlightenment*. Farnham: Ashgate Pub. Limited, 2009. Ein interessantes technisches Experiment, das die Vorläufer des Mikroskops bzw. alternative mikroskopische Apparate erkundet, ist dieser Prototyp eines Kastenmikroskops: *Unterbahn.com*. <https://unterbahn.com/2020/12/05/box-microscopes/> (17.01.2022). Entwickelt wurde der Apparat von Jeffrey Yoo Warren, der sich dabei von den wenigen verfügbaren Quellen über frühe mikroskopische Techniken außerhalb der eurozentristischen Geschichtsschreibung inspirieren ließ. Einmal mehr wird dadurch deutlich, dass die Geschichte der Mikroskopie auch immer eine fragmenthafte und tendenziöse Geschichte ist, die auf konkret verorteten und begrenzten Archiven basiert. ↵
5. Eine ausführliche Darstellung der historischen Entwicklung der Standardisierung mikroskopischer Auflösung sowie der Verschmelzung von Mikroskopie und Biowissenschaften in Deutschland im 19. Jahrhundert findet sich in: Jutta Schickore. *The Microscope and the Eye: A History of Reflections, 1740-1870*. Chicago: University of Chicago Press, 2007. ↵
6. Die bedeutende Rolle standardisierter Glaswaren in den Biowissenschaften beschreibt dieser faszinierende Artikel: Kijan Espahangizi. "The Twofold History of Laboratory Glassware". In *Membranes, Surfaces, Boundaries: Interstices in the History of Science, Technology and Culture*. Mathias Grote, Max Stadler und Laura Otis (Hg.). Berlin: Max-Planck-Inst. für Wissenschaftsgeschichte, 2011: 17-33. ↵
7. Um mehr über die heute allgegenwärtige Petrischale zu erfahren, siehe, *The Biomedical Scientist*. <https://thebiomedicalscientist.net/science/big-story-petri-dish> oder, *Somatosphere.net*. <http://somatosphere.net/2014/petri-dish.html/> (17.01.2022). Für ein besseres Verständnis ihrer wichtigen Rolle bei der Etablierung einer bestimmten mikrobiologischen Darstellungsweise (anstelle alternativer Darstellungsmöglichkeiten), lohnt dieser Artikel des Geografen Frederick Attenborough: "The Monad and the Nomad: Medical Microbiology and the Politics and Possibilities of the Mobile Microbe". *Cultural Geographies* 18, Nr. 1 (2011): 91-114. ↵
8. Um einen Eindruck von der Bedeutung und Ästhetik dieser frühen Illustrationen zu bekommen, lohnt sich der Blick in Hookes berühmtes Werk *Micrographia* aus dem Jahr 1665 mit seinen faszinierenden Tafeln, die sich in digitaler Form hier finden: *The Royal Society*. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsos.200207>. Außerdem gibt es dazu eine empfehlenswerte Folge der Web-Serie "Journey to the Microcosmos", in der es um Ehrenbergs Illustrationen geht, die im Museum für Naturkunde Berlin aufbewahrt werden: *YouTube*. <https://youtu.be/PKMUJdn09OU> (17.01.2022). ↵
9. Siehe z.B. die folgenden Artikel: Hannah Landecker. "Microcinematography and the History of Science and Film". *Isis* 97, Nr. 1 (2006): 121-132. <https://doi.org/10.1086/501105>; und Hannah Landecker. "Seeing Things: From Microcinematography to Live Cell Imaging". *Nature Methods* 6, Nr. 10 (2009): 707-709. <https://doi.org/10.1038/nmeth1009-707>. ↵
10. Die faszinierende Geschichte über die wichtige Rolle von Angelina Fanny Hesse bei der wegweisenden Entdeckung von Agar als Gelliermittel für Nährböden für Zellkulturen findet sich hier: *Popular Science*. <https://www.popsoci.com/blog-network/ladybits/forgotten-woman-who-made-microbiology-possible/> (17.01.2022). ↵
11. Um mehr über die Geschichte der Zellkulturen zu erfahren, siehe den großartigen Band von Hannah Landecker: *Culturing Life: How Cells Became Technologies*. Cambridge: Harvard University Press, 2007. ↵
12. Wenngleich diese Organismen ebenfalls ihre eigenen Schwierigkeiten mit sich bringen; mehr dazu findet sich in Brian Bracegirdle. "A History of Microtechnique". *Journal of the History of Biology* 14, Nr. 2 (1981). Zu den eher technischen Aspekten, siehe: Birger Neuhaus, Thomas Schmid und Jens Riedel. "Collection Management and Study of Microscope Slides: Storage, Profiling, Deterioration, Restoration Procedures, and General Recommendations". *Zootaxa* 4322, Nr. 1 (2017): 1-173. ↵