

Bedingungen für die Etablierung und Ausbreitung in nördliche Klimazonen. Dafür sind Kartierungen nicht nur der Krankheitsfälle, sondern auch der Überträgerarten nötig. Vielfach gibt es dafür *Citizen-Science*-Projekte [7], die in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen (infizierte) Mücken registrieren. Während sich die invasiven Tigermücken regional vielleicht noch eliminieren lassen, ist das bei heimischen Hausmücken und Fiebermücken weder möglich noch sinnvoll. Solange keine Impfstoffe

entwickelt sind, hilft daher nur der Schutz vor Mückenstichen. In Risikogebieten sollten Mückenbrutplätze im Wohnumfeld außerdem möglichst beseitigt werden.

### Literatur

- [1] C. Ainsworth (2023). Neglected tropical diseases: Tropical diseases move north. *Nature Outlook*, <https://doi.org/10.1038/d41586-023-03476-7>.
- [2] European Centre for Disease Prevention and Control and European Food Safety Authority (2023). Mosquito maps [internet]. Stockholm: ECDC, <https://ecdc.europa.eu/en/disease-vectors/surveillance-and-disease-data/mosquito-maps>.

- [3] Robert Koch Institut, <https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ>
- [4] I. Kronberg (1991). Entwicklung von Malariaimpfstoff – ein aussichtsloses Unternehmen? *Biologie in unserer Zeit* 21 (1), 12–13.
- [5] I. Kronberg (2010). Mückenstich mit Folgen: Denguefieber. *Biologie in unserer Zeit* 40 (3), 150–151.
- [6] J. Heidecke et al. (2023). West Nile virus eco-epidemiology and climate change. *PLOS Clim* 2 (5), e0000129, <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000129>
- [7] Mückenatlas: Jede Mücke zählt. <https://mueckenatlas.com>

Inge Kronberg, Bismarck

## LERNORTE

# Außerschulische Lernorte auf dem Gebiet der Mikrobiologie

*Außerschulische Lernorte mit pädagogisch-didaktischen Bildungsangeboten spielen bei der Gestaltung des formalen Biologie-Lernens eine wichtige Rolle. Zoos, Botanische Gärten und Museen ermöglichen Lernenden anschauliche, motivierende und häufig reale Begegnungen mit der Natur. Je nach Schwerpunkt der Institution werden Aspekte des Natur- und Artenschutzes, aktuelle Forschungsbefunde oder die Bedeutung biologischer Sammlungen – ob lebendig oder archiviert – thematisiert.*

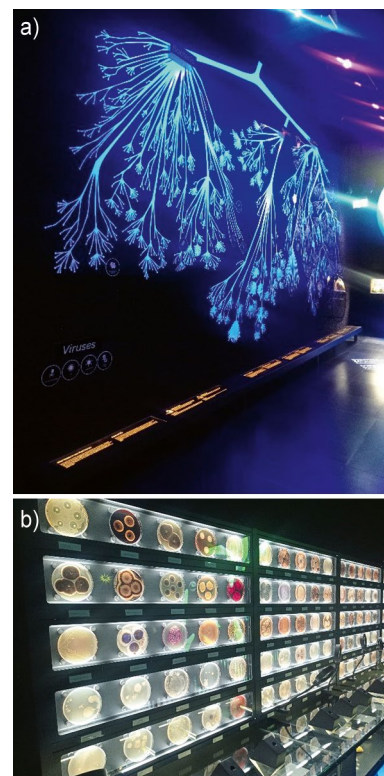
Die unsichtbare Welt der Mikroben ist abstrakt und oft mit negativen Assoziationen zu verschiedenen Krankheitserregern verbunden. Dabei übernehmen Bakterien wichtige Ökosystemleistungen und sollten sowohl in der Gesellschaft als auch in der Bildung mehr Beachtung finden. Mikroben spielen eine entscheidende Rolle in der Lebensmittelproduktion, Arzneimittelherstellung, Recyclingindustrie und der Mitigation (Folgenminderungsstrategie) des menschengemachten Klimawandels.

Obwohl Mikroben im Vergleich zu höheren Organismen nach wie vor stark unterrepräsentiert sind, gibt es mittlerweile auch für Bakterien erste Angebote für außerschulische Lernorte (Tabelle 1), die in diesem Artikel vorgestellt werden sollen.

### Reise in den Mikrokosmos

Das **ARTIS Micropia Museum** in Amsterdam ist bis dato das weltweit einzige Museum, das sich ausschließlich der unsichtbaren Welt von Pilzen, Einzellern, Bakterien und Viren widmet. Die Ausstellung fasziniert mittels zahlreicher Mikroskope, Monitore und künstlerischer Exponate (Abbildung 1). Zudem werden über Stempelkarten und Rätselblätter junge Besucher/-innen zum Erkunden von Micropia animiert. Lab Talks mit wechselnden Themen sowie Workshops ermöglichen einen direkten Zugang zum Laborpersonal, das sich als Tierpfleger der Mikroben versteht – angelehnt an den eigens gewählten Namen: Mikrobenzoo.

**MikroMondo (MikroAlpina)** ist derzeit in Tirol, nahe Innsbruck,



**ABB. 1** Impressionen aus ARTIS Micropia. a) Darstellung des Tree of Life – Stammbaum des Lebens; b) Darstellung der Ästhetik und Vielfalt mikrobiellen Lebens (Kulturen auf Agarplatten). Fotos: ARTIS Micropia Museum.

in Planung und geht über das Konzept von Micropia Amsterdam hinaus. Dies betrifft insbesondere die Umsetzung von Hands-on-Modulen, die sich mit Abwasserreinigung, Bio-



**ABB. 2** Das kürzlich erschienene Buch fasst die Genese des Science Centers MikroMondo zusammen und zeigt auf dem Cover Kolonien von Leuchtbakterien.

*Ein Gruß aus der Küche. H. Insam, J. Ascher-Jenuß, Eigenverlag, 2024, 168 S., ISBN 978-3-900122-28-7.*

gaserzeugung und industrieller Biotechnologie beschäftigen. Besucher/-innen sollen mittels anschaulicher Beispiele wie der Herstellung von Lebensmitteln oder über den lokalen Bezug zu Mikroorganismen im Alpenschnee und in Gletschern in die faszinierende Welt des Unsichtbaren eintauchen. Es wird zudem die Rolle von Mikroorganismen in der Verdauung betrachtet, besonders im Kontext der Wiederkäuer. Die enge Anbindung an Universitäten und Hochschulen sowie der Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten soll einen ständigen Wandel der Ausstellungsobjekte ermöglichen. Ein Schwerpunkt von MikroMondo liegt in der Konzeptionierung von Bildungsangeboten für Schüler/-innen und Studierende des Faches Biologie und der Fachdidaktik. Für einen Besuch des Tiroler Mikrobenzoos muss man sich jedoch noch etwas gedulden. Einen ersten Eindruck vermittelt das kürzlich erschienene Buch „Science Center MikroMondo – Ein Gruß aus der Küche“ (Abbildung 2).

In Deutschland fehlen vergleichbare, dauerhafte öffentlich-

keitswirksame Bildungsangebote aus dem Bereich der Mikrobiologie. Aktuell lässt sich die **Wanderausstellung *Inside You*** im Erlebniszoo Hannover besichtigen. Im Mittelpunkt der Ausstellung stehen das Mikrobiom und die spannende Interaktion zwischen Mensch und Mikrobe. Eine thematisch eng verknüpfte Ausstellung entstand im DFG geförderten Projekt des Robert Koch Instituts „**MenschMikrobe**“ (2010–2014).

Die Technische Universität Dortmund konzipierte eine Ausstellung über die Allgegenwärtigkeit der Mikroben mit dem Titel „**Überall Bakterien**“ (2020). In Stuttgart, Tübingen und Gramzow konnte man im Jahr 2023 die Sonderausstellung **MicroPop** besichtigen. Die Exponate entstanden aus einem interdisziplinären Zusammenschluss von Doktorand/-innen und Studierenden der Mikrobiom-Infektionsforschung sowie des Industrie- und Kommunikationsdesigns. Interdisziplinär arbeitet zudem das Forschungsprojekt **MIKROBIB**, welches mikrobiologische Analysen von spätmittelalterlichen Sammelbänden untersuchte. Ergebnisse der Forschung wurden in der digitalen Ausstellung „Die kontaminierte Bibliothek – Mikroben in der Buchkultur“ aufgearbeitet.

Eine künstlerische Auseinandersetzung mit dem Thema Bakterien offenbart sich in der Serie „**Microverse I**“ und „**Microverse II**“ von Kathrin Linkersdorff. In Zusammenarbeit mit Regine Hengge, Professorin für Mikrobiologie der Humboldt-Universität Berlin, wird das Wachstum farbiger Bakterienkolonien genutzt, um das Wechsel-

spiel vom Kommen und Vergehen in der Natur darzustellen. Die Arbeit der britischen Künstlerin Anna Dumitriu setzt ihren Fokus des Weiteren auf BioArt. Entstandene Exponate wie *Fermenting Futures*, *Plague Dress* oder *Syphilis Dress* setzen sich mit verschiedenen mikrobiologischen Themen auseinander.

Viele der aufgelisteten Projekte fanden als temporäre Sonderausstellung Einzüge in Museen. Es wäre erstrebenswert, solche Angebote dauerhaft im Bildungssektor zu etablieren.

Ergänzend zu Museen, Zoos und Botanischen Gärten sind Schülerlabore und *Science Center* als außerschulische Lernorte etabliert. Im offenen Labor der Universität zu Lübeck, kurz LoLa, des Schülerlabors BioLab an der Hochschule Flensburg oder dem Lernlabor Biologie als Kooperation zwischen der Technischen Universität Darmstadt und der MERCK-Schulförderung werden Kurse zu Themen der Mikrobiologie angeboten. Das Angebot ist spezialisiert auf Schulklassen und richtet sich im Gegensatz zu den vorgestellten Projekten nicht an die breite Öffentlichkeit.

### Mikroben im Fokus

Die öffentliche Wirksamkeit der verschiedenen Teilbereiche der Biologie spiegelt sich in den „Jahreswesen“ wider, die jedes Jahr von verschiedenen Fachgesellschaften gekürt werden. So gibt es für den Bereich der Zoologie den Vogel des Jahres, das Insekt des Jahres, das Höhlentier des Jahres oder auch das Wildtier des Jahres. Im Bereich der

**TAB 1. AKTUELLE AUSSTELLUNGEN AUS DEM FACHBEREICH DER MIKROBIOLOGIE**

Ausstellung	Website
ARTIS Micropia (Amsterdam)	<a href="http://micropia.nl">micropia.nl</a>
MikrobAlpina – Mikromondo (Innsbruck)	<a href="http://mikrobalpina.org">mikrobalpina.org</a>
<i>Inside You</i> (Erlebniszoo Hannover)	<a href="http://zoo-hannover.de/inside-you">zoo-hannover.de/inside-you</a>
Die kontaminierte Bibliothek – Mikroben in der Buchkultur	<a href="http://ausstellungen.deutsche-digitale-bibliothek.de/kontaminierte-bibliothek">ausstellungen.deutsche-digitale-bibliothek.de/kontaminierte-bibliothek</a>
Microverse I und II	<a href="http://kathrinlinkersdorff.com">kathrinlinkersdorff.com</a>
<i>Plague Dress, Fragile Microbiome</i>	<a href="http://annadumitriu.co.uk">annadumitriu.co.uk</a>
Bakteriopolis	<a href="http://tu-dresden.de/biologie/allgemeine_mikrobiologie/spp2389/bakteriopolis">tu-dresden.de/biologie/allgemeine_mikrobiologie/spp2389/bakteriopolis</a>



**ABB. 3** Kinder des Kinderspiel e. V. erkunden in Dresden die vielfältigen Formen von Bakterienkolonien. Das Foto entstand im Rahmen einer Projektwoche über die Organisatoren von Bakteriopolis.



**ABB. 4** Wanderausstellung Bakteriopolis.

Mikrobiologie kürt die VAAM (Ver­einigung für Allgemeine und Ange­wandte Mikrobiologie) seit 2014 die Mikrobe des Jahres und lenkt dadurch die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf Bakterien, Archaeen und eukaryotische Einzeller. Dabei sind die bisherigen Jahresmikroben vielfältige Vertreter aus den verschiedenen phylogenetischen Stämmen und Domänen wie *Nostoc* als Vertreter der Cyanobakterien (Domäne: Bacteria), *Halobacterium* als Vertreter der Euryarchaeota (Domäne: Archaeen) oder *Saccharomyces cerevisiae* aus dem Stamm der *Ascomycota* (Domäne: Eukaryota). Neben der Kürung der Mikrobe des Jahres stellt die VAAM Lehrma-

terialen für Schüler/-innen und Lehrende auf ihrer Website bereit (vaam.de). Die Interessen des gesamten Fachbereiches Mikrobiologie werden gebündelt und öffentlichkeitswirksam vermittelt. Mitglieder sind dabei hauptsächlich Fach- und Forschungsgruppen der verschiedenen Universitäten.

### **Bakteriopolis macht das Unsichtbare sichtbar**

Um die breite Öffentlichkeit über das Thema Bakterien zu informieren und für deren unsichtbare Welt zu begeistern, müssen jedoch weitere, neue Formate gefunden und gestaltet werden. Im Rahmen des DFG-geförderten Schwerpunk-

programmes „Emergente Funktionen der bakteriellen Multizellularität“ (SPP2389) arbeitet ein multidisziplinäres Konsortium verschiedener Arbeitsgruppen aus ganz Deutschland daran, die Sichtweise auf die Mikroben grundsätzlich zu verschieben. Der Fokus wird auf die komplexen, vielzelligen Eigenschaften des bakteriellen Mikrokosmos gelegt. Neben der Forschung wird innerhalb des Schwerpunktbereichs an der TU Dresden eine begleitende, öffentlichkeitswirksame Wanderausstellung konzipiert. Mittels partizipativer Forschung und interaktiver Stationen leitet **Bakteriopolis** (Abbildungen 3 und 4) in das Thema Multizellularität bei Bakterien ein. Spannende Fakten und erstaunliche Anwendungen werden thematisiert. Zudem kann mittels *Augmented Reality* das Modell einer Bakterienzelle von Besucher/-innen erkundet werden. Anhand von Wasserkefir und *Spirulina* erfährt man mehr über die nützlichen Aspekte der bakteriellen Multizellularität. Mitmachstationen zum Mikroskopieren oder Bakterienbasteln sollen dabei Jung und Alt gleichermaßen ansprechen. In Kooperation mit der VAAM werden zudem ausgewählte Mikroben der letzten Jahre thematisch eingebunden. Workshops für Schulklassen und Kitas finden an den wechselnden Standorten statt. **Bakteriopolis** wird im Jahr 2024 in Dresden, Leipzig sowie Berlin zu besichtigen sein und im Jahr 2025 seine Reise durch Deutschland fortsetzen. Die Ausstellung soll einen Grundstein für neue, dringend benötigte außerschulische Lernorte im Bereich der Mikrobiologie setzen. Ob ein Übergang von der temporären Ausstellungsphase hin zu einem dauerhaften Bildungsangebot gelingt, bleibt abzuwarten, wobei eine Angliederung der Mikrobiologie an vorhandene Zoo- und Botanikschulen in Zukunft denkbar wäre.

*Christin Baumgärtel, TU Dresden*