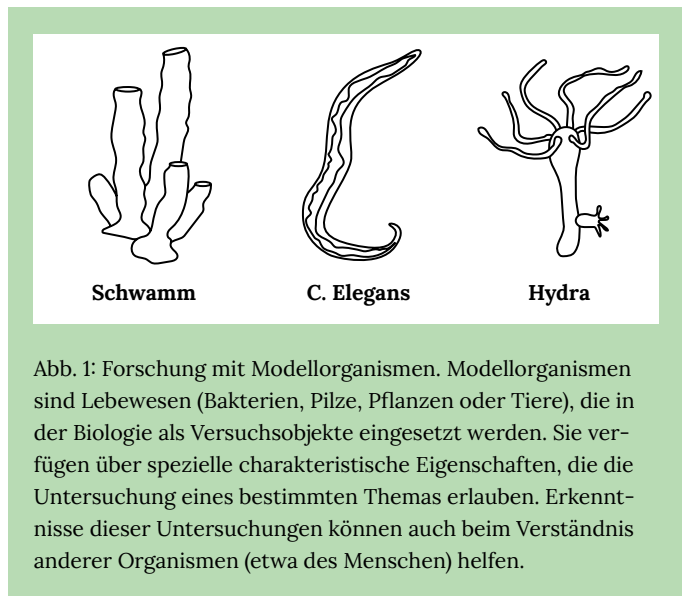


MODELLORGANISMEN IN DER BIOLOGIE

SCHWAMM

Es ist schon lange bekannt, dass wir Menschen im Inneren wie auch auf unserer Oberfläche von vielen verschiedenen Bakterien besiedelt werden. Dieser Umstand fand außer im Hinblick auf Krankheiten lange wenig Beachtung. In den letzten Jahren jedoch widmet sich die Wissenschaft vermehrt diesem Phänomen. Den Menschen als eine funktionelle Einheit aus einem Organismus mit seinen Bakteriengesellschaften zu verstehen, nimmt sich die neue und ganzheitliche Betrachtung der **Metaorganismus-Forschung** am Standort Kiel vor. Mit diesem grenzübergreifenden Forschungsfeld der Biologie wird angestrebt, die Prinzipien eines Metaorganismus grundlegend zu beschreiben und zu begreifen, wie und ob sich Bakterien und ihre Wirte im Laufe der Evolution aneinander angepasst haben. Durch technische Fortschritte in der genetischen Entschlüsselung von Informationen fangen die Forscher gerade erst an zu verstehen, wie die Wechselwirkungen von Bakterien, Organismen und Umwelt alle unsere Lebensbereiche beeinflussen. Um überhaupt zu neuen Erkenntnissen in der Metaorganismus-Forschung zu gelangen, braucht es vertrauenswürdige und ehrliche Wissenschaftler, die Ergebnisse auf Grundlage von Fakten und nicht nach ihren persönlichen Interessen veröffentlichen.

Um zu diesen Erkenntnissen zu gelangen, setzen Forschende in der Metaorganismus-Forschung oft Modellorganismen ein. (Abb.1). Modellorganismen ermöglichen einen einfachen Zugang zu Experimenten, um einzelne Prozesse in Tieren, Pflanzen, Pilzen oder Mikroben¹ besser zu verstehen. Dabei verläuft die Erkenntnisgewinnung nach dem folgenden Prinzip ab: Da alle Organismen miteinander verwandt und im Laufe der Evolution aus ähnlichen ursprünglichen Formen entstanden sind, laufen viele Prozesse in diesen Organismen nach ähnlichen Prinzipien ab. Je näher zwei Arten miteinander verwandt sind, desto höher ist im Allgemeinen die Wahrscheinlichkeit, dass sich ihr auch Stoffwechsel ähnelt. Garantiert ist diese Ähnlich-



keit jedoch nicht, da sich nichtsdestotrotz im Laufe der Evolution Anpassungen an unterschiedliche Umwelten ergeben haben könnten. Wird nun also an einem Modellorganismus etwas beobachtet, können diese Erkenntnisse unter bestimmten Voraussetzungen auf andere Arten übertragen werden. Damit ein Organismus als Modell in Frage kommt, müssen möglichst viele praxisbezogene Voraussetzungen erfüllt werden. Dazu zählen unter anderem: eine kurze Generationszeit,² kostengünstige und problemlose Kultivierung im Labor, ein komplett entschlüsseltes Genom³ sowie verschiedene Möglichkeiten zur Genmanipulation.⁴ Welcher Modellorganismus schließlich ausgewählt wird, hängt oft von der Forschungsfrage ab. Für zellbiologische Forschungsarbeiten eignen sich besonders einzellige Lebewesen (z.B. nicht-pathogene⁵ Bakterienstämme). Mehrzellige Organismen werden bei entwicklungsbiologischer Forschung bevorzugt ausgewählt (z.B. **Caenorhabditis elegans, Schwämme, Hydra**). Die Pharmakologie arbeitet mit diesen Erkenntnissen und überträgt sie auf den **Menschen**, um beispielsweise neue Medikamente herstellen zu können. Nachfolgend wird Dir nun **einer** von insgesamt vier Modellorganismen eingehender vorgestellt.

1 Mikrobe ist die Abkürzung für Mikroorganismus. Mikroorganismen sind winzig kleine Lebewesen, die uns umgeben. Die häufigsten Vertreter sind Bakterien, Viren und Pilze.

2 Durchschnittlicher zeitlicher Abstand von zwei aufeinanderfolgenden Generationen.

3 Die Gesamtheit der Gene ist bekannt.

4 Das meint, Gene zu verändern sowie sie ein- und auszuschalten.

5 Bakterien, die keine Krankheit verursachen.

MODELLORGANISMUS: SCHWAMM

Name:	Schwämme (lat. Porifera)
Drei Klassen:	Demospongia (Hornschwämme, 95% der rezenten Arten), Hexactinellida (Glasschwämme), Calcarea (Kalkschwämme)
Vorkommen:	über 15.000 Arten (nur wenige im Süßwasser)
Lebensweise:	sessil, meist auf Hartboden
Größe:	von wenigen Millimetern bis zu drei Metern
Gestalt:	abhängig von Lebensraum und Ernährung

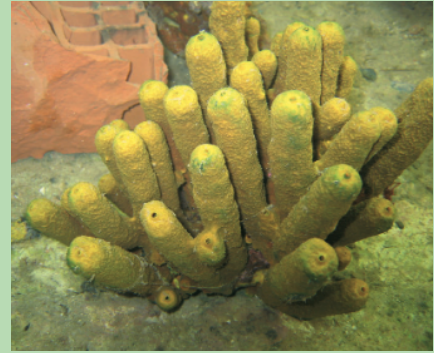


Abb 2: Hentschel U., Piel J. (2006), Abenteuer im Metagenom, Nicht kultivierte Bakterien – die versteckte Vielfalt. Vorbild Natur, 77.

Schaut man sich Schwämme (lateinisch Porifera) an, könnte man meinen, es handle sich um unscheinbare Meeresbewohner, die ihr Leben lang an einem Ort bleiben (sessil) und Wasser in ihren Körper strudeln. Ein zweiter Blick verrät jedoch, wozu Schwämme noch alles in der Lage sind. Sie versetzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nicht nur in ungeahntes Staunen, sondern entwickeln zudem ein vielversprechendes Potential, etwa für die Erforschung von Medikamenten für den Menschen.

Schwämme gehören zu den ältesten Tieren der Welt. Das Alter des ältesten noch lebenden Glasschwammes wird derzeit auf über 10.000 Jahre geschätzt. Ihre Entstehungsgeschichte reicht bis zu 600 Millionen Jahre in die Vergangenheit zurück. Daher werden Schwämme als Beginn der evolutionären Entwicklung der Vielzeller angesehen und man nimmt an, dass sie die direkten Nachfahren des ersten Urtieres (Urmetazoa) sind, aus denen sich alle höheren Lebewesen entwickelt haben. An Schwämmen zeigt sich, dass genetische Komplexität kein Merkmal von höher entwickelten Tieren ist, sondern uralte sein kann.

UNTRENNBAR MIT MIKROORGANISMEN VERBUNDEN

Schwämme besitzen beispielsweise die höchste Rate an Stoffwechselprozessen aller Lebewesen. Dabei scheint es, dass sich höher entwickelte Tiere im Laufe

der Evolution ausgehend von einem multifunktionalen Stoffwechseltyp durch Spezialisierung an Vielfalt verloren haben. Diese ursprünglichen Stoffwechselfunktionen lassen sich beim Schwamm wiederfinden, wobei der Mensch diese längst verloren hat und bei Krankheit offenbar wieder gebrauchen könnte. Der Schwamm kann als Modellorganismus weitere Aufklärung bei den evolutionär konservierten Mechanismen liefern. Untrennbar mit Mikroorganismen verbunden Schwämme besitzen einen einfachen Körperbau, in dem weder Organe noch Nerven-, Sinnes- oder Muskelzellen enthalten sind. Das Besondere an ihnen ist ihr Filtersystem. Der gesamte Körper ist nach dieser Funktion ausgerichtet, sodass ein Kilogramm Schwamm am Tag bis zu einer Tonne Wasser filtrieren kann. Dabei kann schon ein Milliliter Wasser bis zu 100.000 Bakterien beinhalten, indem viele potentiell schädliche Keime eine Bedrohung für den Schwamm darstellen können. Schwämme mit so langer und erfolgreicher Evolutionsgeschichte müssen daher über effiziente Abwehrmechanismen verfügen, die ihr Leben an einem Standort mit vielen potenziellen Gefahren und über so viele Jahre sichern.

Jedoch müssen Schwämme genau auswählen, welche Mikroorganismen sie bekämpfen. Denn nicht alle Bakterien schaden dem Schwamm als Krankheitserreger. Schwämme teilen eine lange Vergangenheit mit nützlichen Bakterien, mit denen sie sich in einer Symbiose koevolviert haben.

METAORGANISMEN IM EMPFINDLICHEN GLEICHGEWICHT

Die enge Verbundenheit und Interaktion mit dem Mikrobiom macht Schwämme als Modellorganismus für die Metaorganismusforschung interessant. Zum jetzigen Zeitpunkt erfüllen Schwämme jedoch noch nicht alle Kriterien, um als Modellorganismus zu gelten. So ist es beispielweise noch nicht gelungen, Schwämme nachhaltig und kostengünstig unter Laborbedingungen zu halten. Auch fehlt noch einiges an Wissen über Physiologie und Mikrobiologie der Schwämme, und die Funktion vieler Gene ist ebenfalls noch unbekannt. Eine Wissenschaftlerin, die an der Lösung dieses Problems arbeitet und versucht, Schwämme als Modellorganismus zu etablieren, ist Dr. Lara Schmittmann vom Geo-mar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel.

Ein mögliches Themengebiet, in dem sich dann Schwämme als Modellorganismus einsetzen ließen, ist Ocean Health. Dieser Forschungszweig befasst sich mit der Krankheiten in den Meeren, etwa wie sich Krankheitserreger im Meer verbreiten oder ob Krankheitsausbrüche durch die weltweiten Veränderung wie den Klimawandel zunehmen. Krankheiten spielen eine zentrale Rolle in Ökosystemen, da an ihnen auf der einen Seite viele befallene Organismen sterben können, sie aber auf diese Weise auch ein wichtiger Regulator der

Größe von Populationen sein können.

Schwämme sind auch hier wieder aufgrund ihres ausgeprägten Mikrobioms ein interessanter Organismus. Das Mikrobiom von Schwämmen besteht aus vielen verschiedenen Arten von Mikroorganismen, die in verschiedener Menge im Wirt vorkommen. Die Zusammensetzung des Mikrobioms ist meistens hoch spezifisch. Dies liegt daran, dass der Metaorganismus genau regulieren muss, welche Arten er zulässt. So müssen etwa Krankheitserreger bekämpft und nützliche Bakterien gefördert werden. Die Symbiose von Wirt und Mikrobiom befindet sich so meist in einem dynamischen Gleichgewicht. Dieses kann aber von äußeren Einflüssen (etwa erhöhter Wassertemperatur) gestört werden. Verändert sich die Zusammensetzung des Mikrobioms so sehr, dass eine Störung der Symbiose eintritt, bezeichnet man dies als Dysbiose. In diesem Zustand können dann sogar Bakterien, die dem Wirt eigentlich nützen, schädlich wirken. Sie sind dann opportunistisch pathogen. Zwischen nützlichen, schädlichen, opportunistisch pathogenen und Nahrungsbakterien zu unterscheiden, ist also eine zentrale Aufgabe für den Schwamm. Auch für Wissenschaftler wie Lara Schmittmann, die diese Interaktionen erforschen, ist diese Unterscheidung wichtig, aber unter Umständen kompliziert festzulegen.



Abb. 3: In der Symbiose von Metaorganismen befindet sich die Artenzusammensetzung in einem dynamischen Gleichgewicht (links). Wird der Organismus durch externe Faktoren beeinflusst, kann dieses Gleichgewicht in eine für den Metaorganismus schädliche Dysbiose kippen (rechts).

LITERATUR

- Alberts, Johnson, Lewis, Raff, Roberts, Walter: Molekularbiologie der Zelle; (2004) 4. Auflage; WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim.
- Bang C, Dagan T, Deines P, Dubilier N, Duschl WJ, Fraune S, Hentschel U, Hirt H, Hülter N, Lachnit T, Picazo D, Galan PL, Pogoreutz C, Rädcker N, Saad M M, Schmitz R A, Schulenburg H, Voolstra CR, Weiland-Bräuer N, Ziegler M, Bosch TCG (2018) Metaorganisms in extreme environments: do microbes play a role in organismal adaptation? Zoology in press.
- BIOPRO Baden-Württemberg GmbH (2009): <https://www.gesundheitsindustrie-bw.de/de/fachbeitrag/dossier/modellorganismen/> (Abgerufen am 16.06.18).
- Burke, H. Judd: Experimental Organisms Used in Genetics; *ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES* © 2001, John Wiley & Sons, Ltd.
- Freudig, D., Sauermost, R. (1999) Modellorganismen. Spektrum der Wissenschaft. URL: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/modellorganismen/43448> (Abgerufen am 12.06.18).
- Ruehle, S. (2008) Grundlegende Untersuchungen zur biotechnologischen Kultivierung von Schwämmen – Massenbilanzierung bei *Aplysina aerophoba*, Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe.
- Schröder, Tim (2010): Meeresschwämme – Weiches Wunder: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/meeresschwamme-weiches-wunder-a-682663-3.html> (Abgerufen am 16.06.18).
- Origin and Function of Metaorganisms – Sonderforschungsbereich 1182: <https://www.metaorganism-research.com/de/> (Abgerufen am 19.06.18).
- Geomar Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung Kiel. 2nd International Ocean Health Symposium. https://www.geomar.de/en/service/veranstaltungen/wissveranstaltungen/details?tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Bnews%5D=8422&cHash=d2b3451cc5b1cb5aee008e174001c78a (Abgerufen am 14.07.2022)
- L. Pital†, L. Rix†, B. M. Slaby†, A. Franke† and U. Hentschel. (2018) The sponge holobiont in a changing ocean: from microbes to ecosystems. *Mikrobiome*, 6.

AUFGABE 1

Formuliert gemeinsam in der Expertengruppe drei Kernaussagen des Textes!

AUF EINEN BLICK:

1.

2.

3.

AUFGABE 2

Diskutiert die Vor- und Nachteile des Schwammes als verwendeter Modellorganismus.

VORTEILE

NACHTEILE

Notiert an dieser Stelle die drei Kernaussagen der anderen drei vorgestellten Modellorganismen (Hydra, C. elegans und Mensch)!

HYDRA

- 1.
- 2.
- 3.

C. ELEGANS

- 1.
- 2.
- 3.

MENSCH

- 1.
- 2.
- 3.

1. Schaue dir das Material „Der Schwamm und seine Mitbewohner“ genauer an. Befolge die Anleitung im Heft, um die „Schwammkarte“ korrekt aufzubauen.
2. Bereite dich darauf vor, anhand des Materials deinen Klassenkameraden zu erklären, wie das Zusammenleben von Mikroben und Wirt im Metaorganismus Schwamm funktioniert. Gehe hierbei auf die Begriffe Coanocyte, Archaeocyte, Mikrobe (Nahrung) und Mikrobe (Mitbewohner) ein

