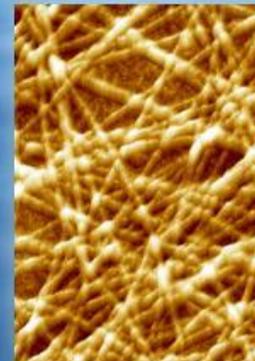
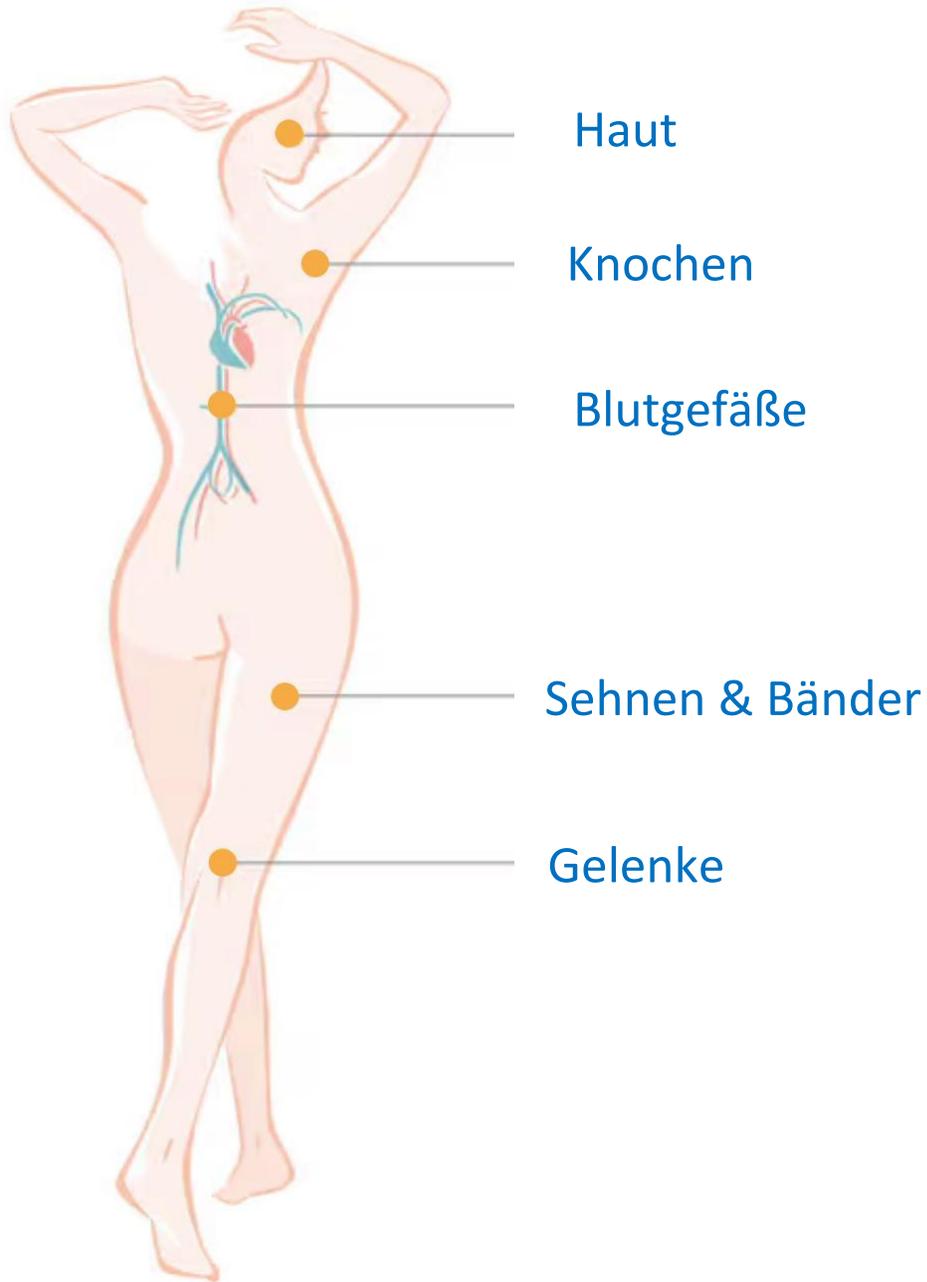


Innovative Kosmetika, Nahrungsergänzungsmittel, und Wirkprinzipien aus nachhaltigen Meeresschwämmen



Bio. Innovationen. Stärken. – Technologieland Hessen

KOLLAGEN – HAUPTBESTANDTEIL DER HAUT UND DES BINDEGEWEBES



Kollagenmangel im Alter führt zu:

- Faltigem Hautbild, brüchigen Nägeln und Haaren
- Osteoporose, Arthritis, Gefäßerkrankungen
- Autoimmunerkrankungen des Bindegewebes

!!! ERFORDERT KOLLAGENZUFUHR !!!

Globaler Markt:

Die globale Marktgröße für Kollagen bis 2028: **16,7 Mrd. USD**
(jährliche Wachstumsrate von **9,0 %**)

WARUM MARINES SCHWAMM-KOLLAGEN?



Herkömmliche tierische Kollagene



Marines Schwamm-Kollagen

Nachteile herkömmlicher tierischer Kollagene

- ✓ Keine nachhaltige Gewinnung
- ✓ Massentierhaltung, potentielle Keimbelastung
- ✓ Nicht säurebeständig

Vorteile Schwamm-Kollagen

- ✓ Nachhaltig, erneuerbarer Rohstoff
- ✓ Geringe Keimgefahr
- ✓ Säurestabil

WOHER KOMMT MARINES SCHWAMM-KOLLAGEN?

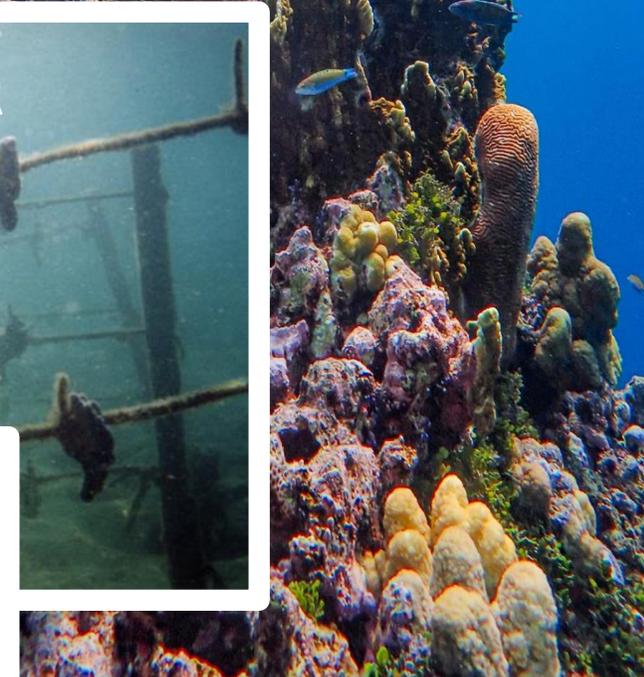
Probleme:

Natürliche Bestände:

- ✓ Ausbeutung natürlicher Ressourcen
- ✓ Entzug Schlüsselfigur mit wichtiger Funktion im Ökosystem

Marikultur:

- ✓ Verlust der Zucht durch standortbedingte Umwelteinflüsse
- ✓ Keine Gewährleistung von gleichbleibender Reinheit / Qualität



UNSER LÖSUNGSANSATZ: PROOF-OF-CONCEPT!

Nachhaltige, landbasierte Produktion mariner Schwämme

Mariner Schwamm



Technikumsmaßstab
Schwammproduktion

Labormaßstab
Kollagenextraktion



Produkte mit Kollagen
als Zusatzstoff



UNSER LÖSUNGSANSATZ: SCALE-UP!

Nachhaltige, landbasierte Produktion mariner Schwämme

Mariner Schwamm



Industriemaßstab
Schwammproduktion

Produktionsmaßstab
Kollagenextraktion



Neuartiger
Kollagen-Drink

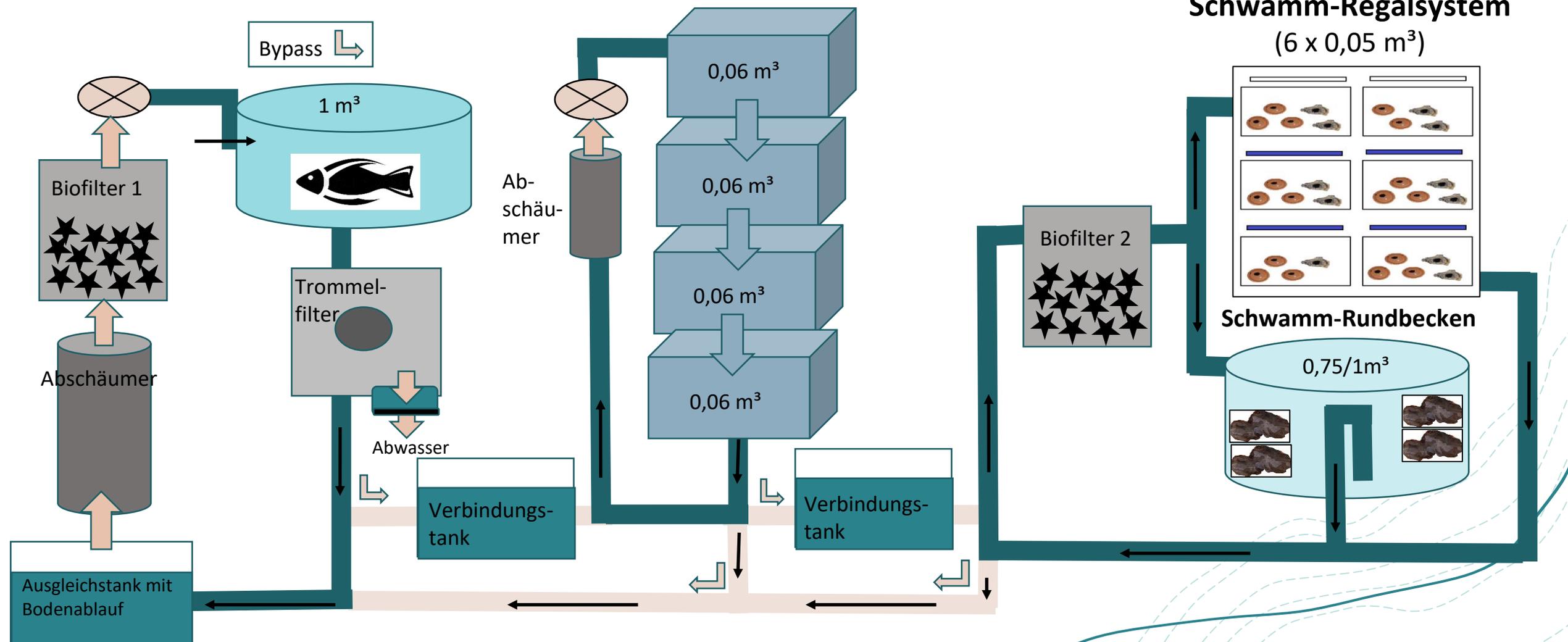
Lohndienstherstellung benötigt mind. 300kg Frischbiomasse/Jahr!

UNSER LÖSUNGSANSATZ: POLY-KULTUR

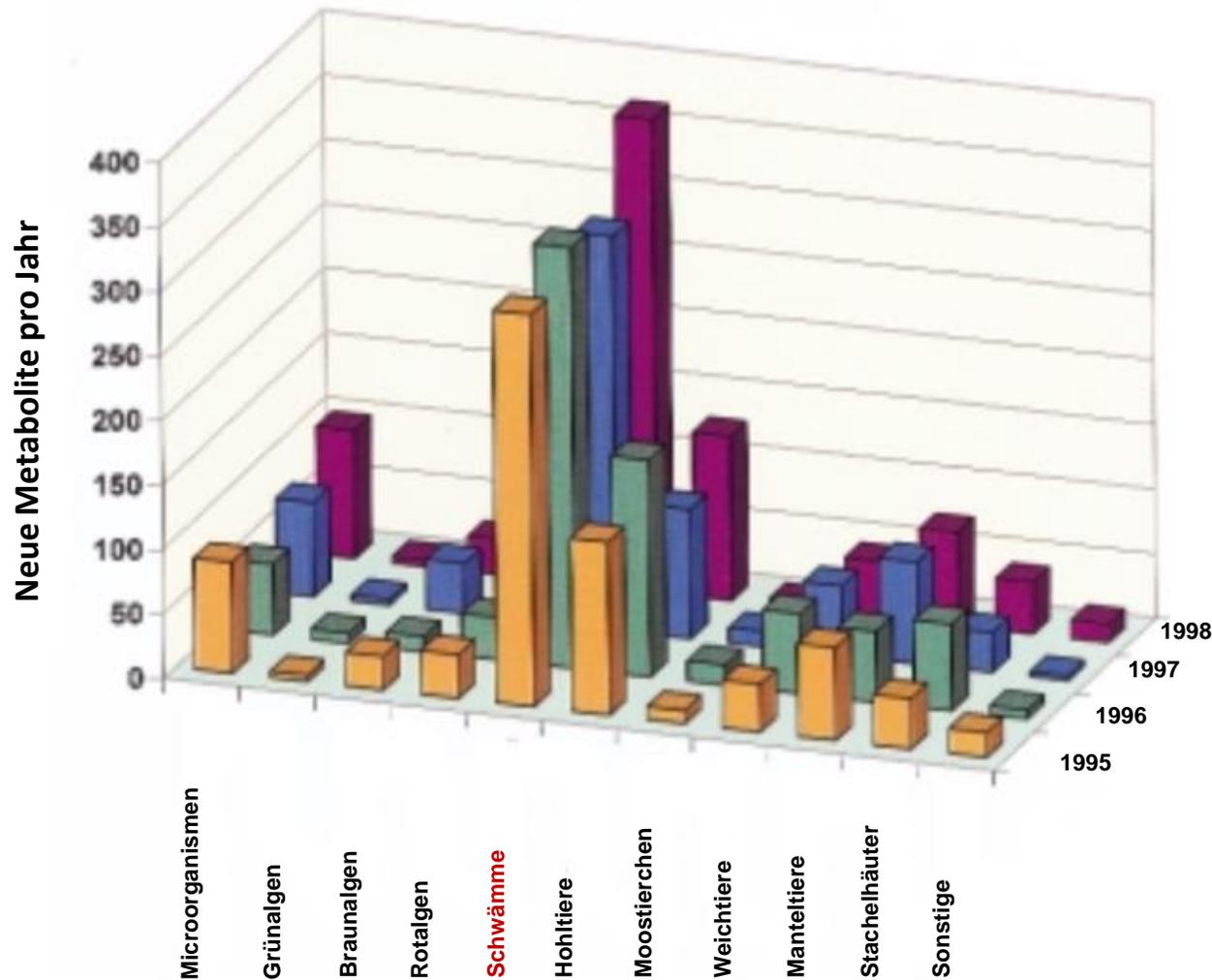
Nachhaltige, landbasierte Produktion mariner Schwämme

Algensystem – Kaskade/Einzelbecken

Schwamm-Regalsystem (6 x 0,05 m³)



Bioaktive Substanzen mariner Organismen



28.000 verschiedene Verbindungen aus marinen Organismen beschrieben

Jährlich ca. 750 Substanzen in marinen Organismen neu entdeckt; **die Hälfte davon aus Schwämmen**

Zwischen 2001 und 2010 wurden in Schwämmen **145 antimikrobielle Substanzen** nachgewiesen

Antibiotisches Potenzial von Schwammarten der Ägäis

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 817992.



- Getestet wurden > 50 verschiedene Proben von n=5 Schwammarten, die auf potenzielle antibiotische Aktivität vorselektiert wurden
- Etablierung eines primären Screening-Systems mit einem marinen, grampositiven Modellorganismus, *Aliivibrio fischeri* Bakterien
- Etablierung von Assays zum Screening der antimikrobiellen Aktivität von Schwämmen gegen klinisch relevante Krankheitserreger, einschließlich *Escherichia coli* und ESKAPE-Erreger der WHO
- Entdeckung von n=3 Schwammkandidaten mit erheblicher antimikrobieller Aktivität sowohl gegen Gram(+) als auch (-) Organismen
- Definition der Wirkmechanismen von Schwamm-Antibiotika, die den mikrobiellen Stoffwechsel auf eine Weise stören, die derzeit nicht mit dem Auftreten von Resistenzen in Verbindung gebracht wird
- Entwicklung großmaßstäblicher Methoden zur Extraktion von Antibiotikaprincipien, die in > 5 Schwammarten definiert wurden



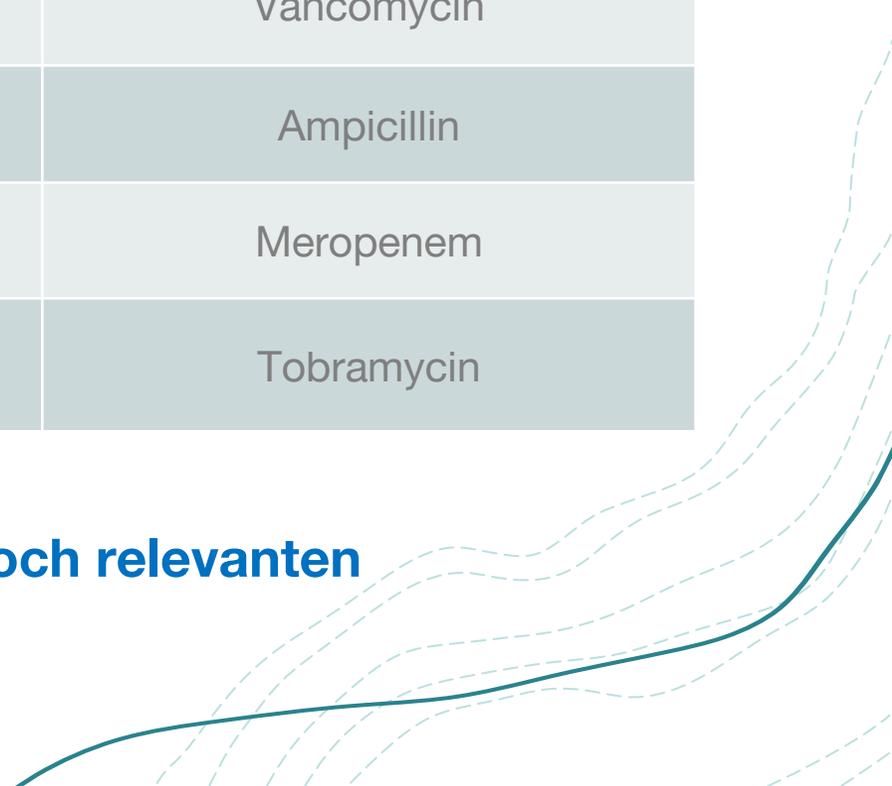
Ernte von Schwamm-Biomasse durch unsere Taucher auf den griechischen Inseln Kalymnos und Pserimos



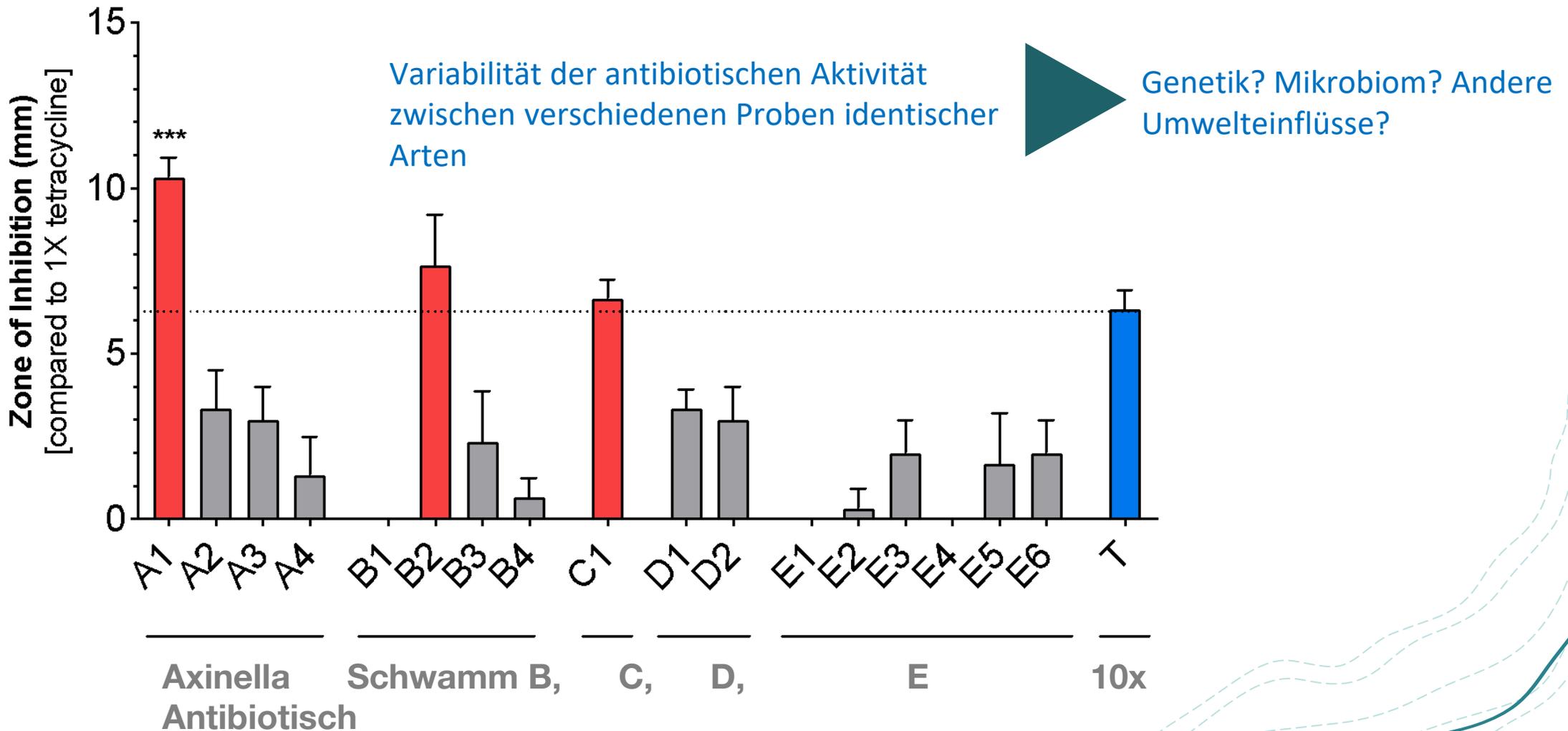
WHO priorisierte ESKAPE-Erreger für die Entwicklung antimikrobieller Produkte

Bakterien	Stamm	Gram-pos/neg	Referenz-Antibiotikum
Enterococcus faecalis	ATCC 29212	Positive	Ampicillin
Staphylococcus aureus	ATCC 25923	Positive	Vancomycin
Klebsiella pneumoniae	ATCC 13883	Negative	Ampicillin
Acinetobacter baumannii	ATCC 1606	Negative	Meropenem
Pseudomonas aeruginosa	ATCC 27853	Negative	Tobramycin

Wirkung von Schwammextrakten auf diese klinisch hoch relevanten Organismen?

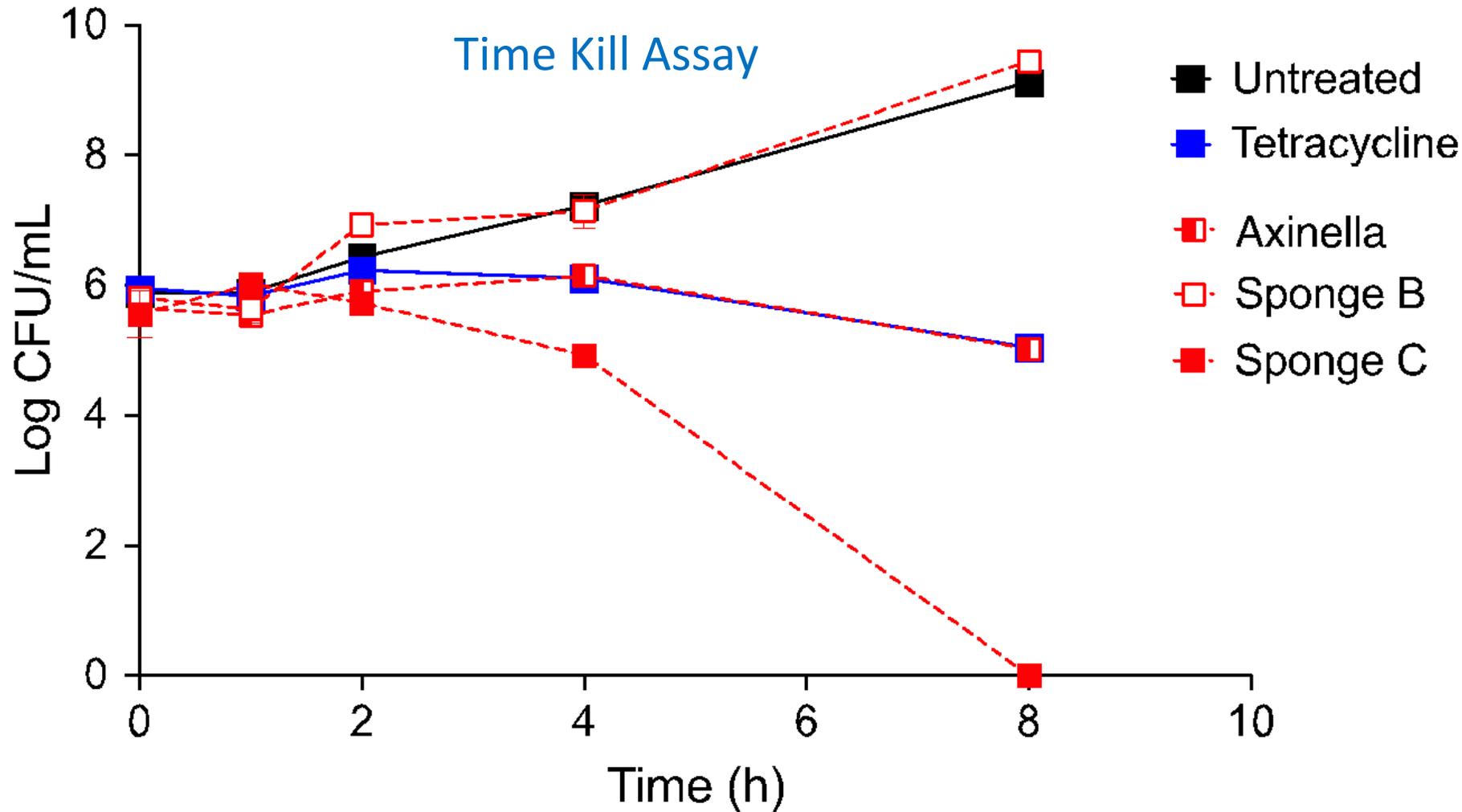


Schwämme hemmen *E. coli* in ähnlichen Konzentrationen wie Referenzantibiotika



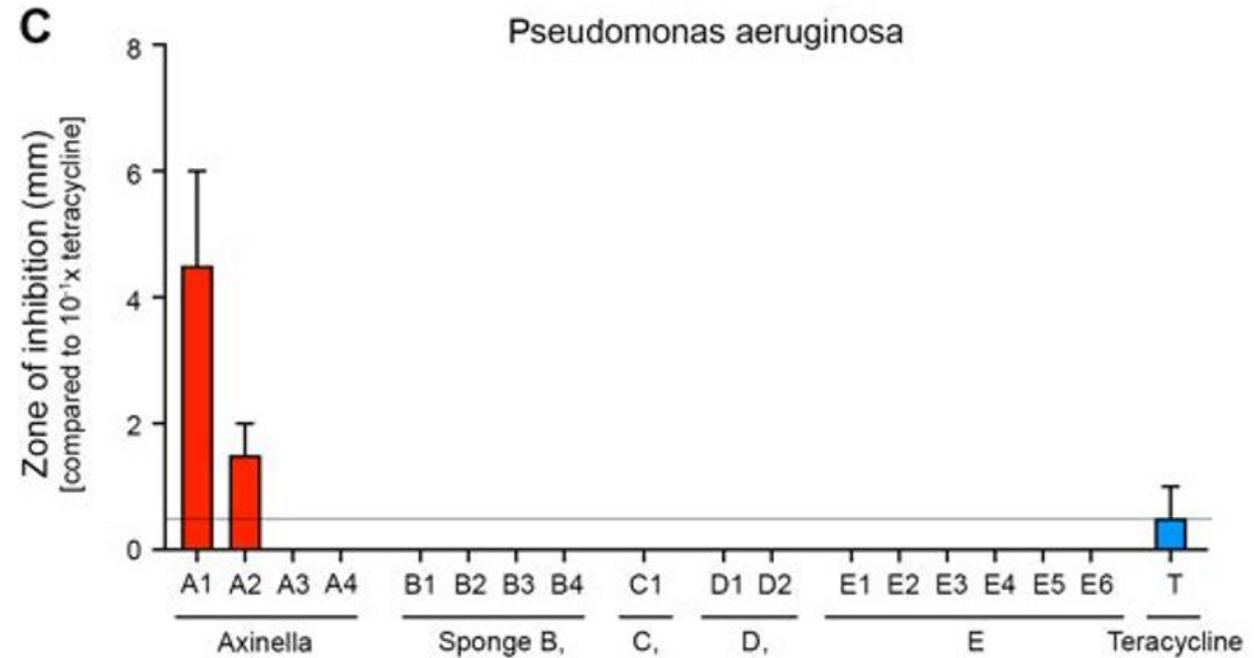
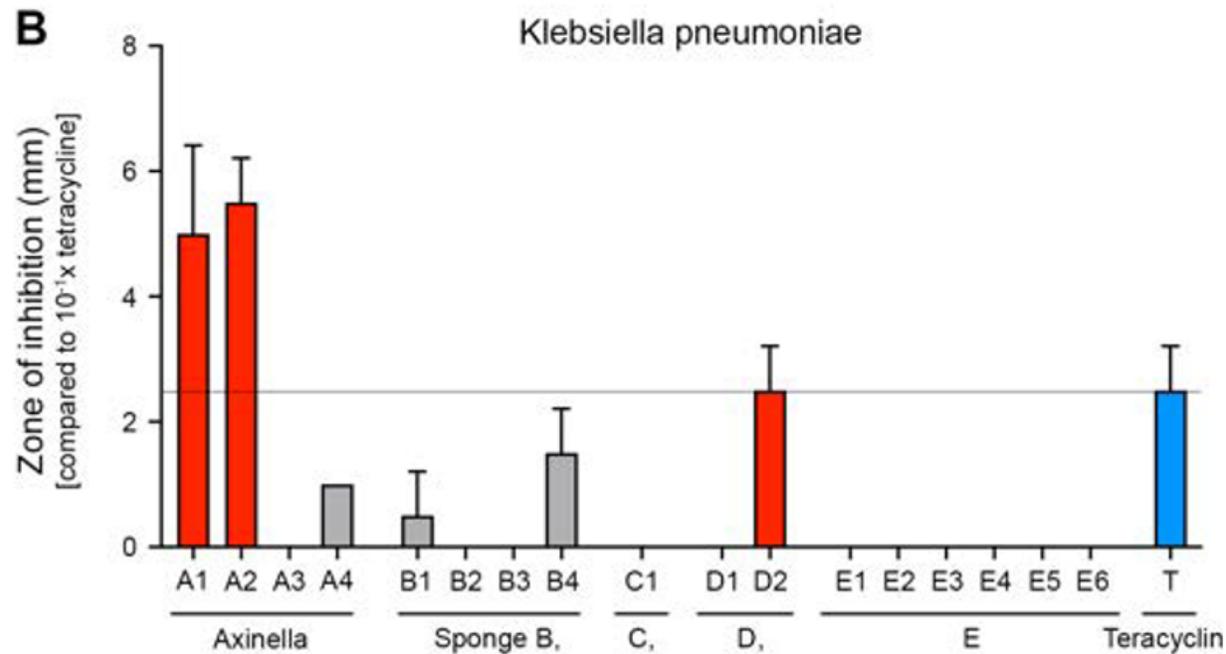
Die Namen der Schwammarten werden wegen des anhängigen IP-Verfahrens nicht veröffentlicht!

Schwämme zeigen bakteriostatische und sogar bakterientötende Wirkung gegen *E. coli*



- 3 Schwammkandidaten im Vergleich zum Referenzantibiotikum und zur unbehandelten Kontrolle
- Axinella ist bakteriostatisch, wie Tetracyclin
- Schwamm C hat eine starke bakterientötende Wirkung
- Schwamm B hat keine Wirkung, welches wahrscheinlich auf eine 2-fache Verringerung der Konzentration aufgrund von Testbeschränkungen zurückzuführen ist

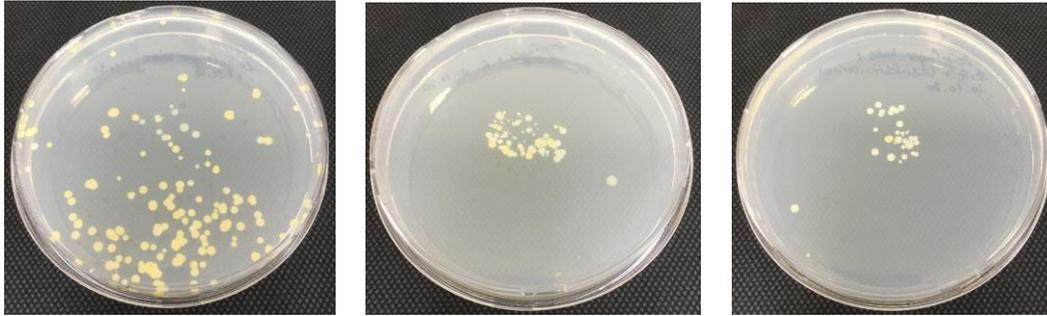
Schwämme hemmen die WHO ESKAPE Pathogene *K. pneumoniae* und *P. aeruginosa* in ähnlichen Konzentrationen wie Referenzantibiotika



Die Namen der Schwammarten werden wegen des anhängigen IP-Verfahrens nicht veröffentlicht!

Entwicklung von innovativen Produktprototypen

- Schwammextrakthaltige Lotionen zur Händedesinfektion



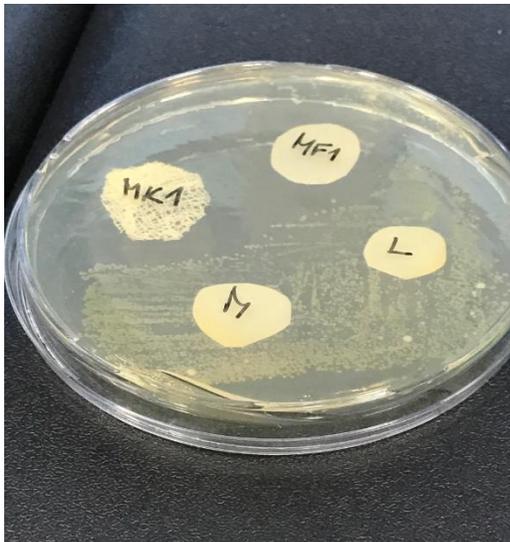
Waschlotion

Sponge K

70% Isopropanol

Kontaktplattenproben von menschlichen Fingern, die verschiedenen topischen Behandlungen ausgesetzt waren

- Mit Schwammextrakt beschichtete Gaze zur Behandlung von infizierten Wunden



*Die Beschichtung von steriler Gaze mit den Schwammextrakten **MK1** und **MF1** führt zu Hemmzonen bei der Beprobung von Kontaktplatten*



Antimikrobielle Aktivität von Schwämmen bleibt auch bei mehrjähriger Lagerung von getrocknetem Material stabil

Entwicklung von innovativen Produktprototypen

- Schwammextrakt enthaltende topische Formulierungen zur Behandlung von Akne



Tatsächliche Patientenbilder vor und nach der Behandlung mit unseren Produktprototypen

- Schwammextrakt enthaltendes transdermales Vehikel zur Behandlung von chronischen Wunden



Entwicklung von innovativen Produktprototypen

- Schwammextrakt enthaltende Granulate oder Getränke zur Aufrechterhaltung oder Wiederherstellung des Gleichgewichts des pathologischen Darmmikrobioms bei entzündlichen Darmerkrankungen



Zusammenarbeit mit führenden deutschen Industriepartnern

Mögliche nutrazeutische Anwendung zur **Unterstützung von Colitis ulcerosa** oder zur Vorbeugung von ***Clostridioides difficile***-Infektionen, die von der WHO als dringende Gesundheitsbedrohung eingestuft werden.

- Schwammextrakt enthaltende Knochenzemente



Zusammenarbeit mit einem führenden französischen Industriepartner

Mögliche Anwendung für die Reparatur von Wirbelsäulen- oder anderen schwer zu operierenden Frakturen.

www.awi.de/en/science/special-groups/aquaculture/aquaculture-research/projects/.html

Entwicklung eines land-basierten Aquakulturverfahrens zur Produktion mariner Schwämme

Ziel des Projekts AkPhaKol ist die Entwicklung eines land-basierten Aquakulturverfahrens zur Produktion mariner Schwämme. Grundvoraussetzung für die ökologisch verträgliche Produktion von Schwammkollagenen.

Marine Schwämme sind eine der wichtigsten Quellen von Kollagen für die Medizin, Industrie und als Nutraceuticals. An der AWI entwickelt ein modellhaftes, wirtschaftliches Produktionssystem für den Schwammart *Chondrosia reniformis* zur pharmakologischen Anwendung von Schwamm-inhaltsstoffen.

Im Fokus steht die Entwicklung eines neuartigen Aquakultur-Designs dieser Schwammespezies in land-basierten Kreislaufaquakultur-Anlagen-Design mit Kulturtank und Wasseraufbereitung: Verlust der Schwamm-assoziierten Mikroorganismen sowie Kulturwasser gemindert werden.

Einer der wichtigsten Parameter einer erfolgreichen land-basierten Aquakultur ist die optimale Futterversorgung der Schwämme, daher wird für den Schwammart angepasstes Futter entwickelt. In den Fütterungsversuchen werden verschiedene kommerziell erhältliche Futtermittel entwickelt, die Wachstum und Kollagengehalt der Schwämme kontrolliert.

Zusätzlich werden verschiedene abiotische Parameter wie Temperatur, Licht und Salzgehalt auf das Wachstum und die Gesundheit der Schwämme untersucht.

Das aus den Schwämmen extrahierte Kollagen wird dem Tier für die Anwendung in Nahrungsergänzungsmitteln zur Verfügung gestellt.

Charakterisierung neuer antibiotischer Prinzipien gegen WHO-Prioritätspatogene von nachhaltig produzierten Meeresschwämmen für pharmazeutische Anwendungen

Das Projekt MedSpon konzentriert sich auf zwei im Mittelmeerraum vorkommende Schwammespezies: *Chondrosia reniformis* und *Axinella polypoides*. Ziel des Projektes ist die Optimierung eines nachhaltigen Aquakulturverfahrens unter Berücksichtigung von wissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Marikultur dieser Arten, indem erfolgreich kultivierte Schwammfragmente gezüchtet werden, die als Lieferant für in den Schwämmen enthaltenen Sekundärmetaboliten dienen sollen.

Unter Berücksichtigung der Variabilität in der Produktion von Sekundärmetaboliten im Lebenszyklus der Schwammespezies wird Projektpartner Polytechnic University of Marche in Ancona gezielte Studien an Wildpopulation durchführen. Die erlangten Ergebnisse aus Habitatsuntersuchungen und Feldversuchen an den beiden Schwammespezies werden für die Biomasseproduktion im landgestützten Aquakultur-Kreislaufsystem (RAS) bereitgestellt. Hier werden unter kontrollierten Bedingungen verschiedene abiotische Faktoren- und Futtervariationen getestet, um optimale Aufzuchtbedingungen für bioaktive Inhaltsstoffe zu schaffen.

Unterstützend sollen zudem die Schwammespezies genetisch untersucht werden, um die Menge der bekannten assoziierten Symbionten und ihren Einfluss auf die Fitness der jeweiligen Schwammespezies zu bestimmen.

Die Sekundärmetabolite aus *C. reniformis* und *A. polypoides* dienen dem Projektpartner KliniPharm für die Entwicklung von neuartigen Produkten im Bereich Nutraceuticals und Kosmetika. Im Fokus des Projektes stehen antimikrobielle Aktivitäten von Schwammextrakten sowie antibiotische Wirkprinzipien in marinen Schwämmen gegen WHO-relevante Pathogene. Unterstützend erfolgt ein Screening im Ägäischen Meer durch den Projektpartner SpongiPharm nach neuen Kandidaten mit pharmazeutischem Potenzial für die Schwammaquakultur.



Schwamm

Chondrosia



PolySpon

Neuartiges integriertes multitropisches Aquakultursystem (IMTA) zur nachhaltigen Produktion marinen Kollagens aus Nierenschwämmen

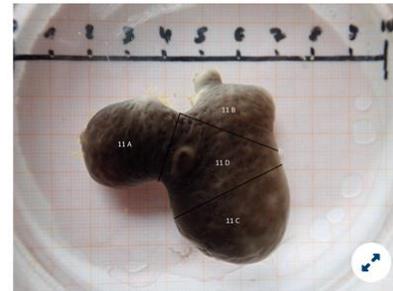
In diesem Projekt wird ein land-basiertes Aquakultursystem zur Produktion der kollagenreichen Schwammart *Chondrosia reniformis* entwickelt, das auf dem Konzept der integrierten multitropischen Aquakultur (IMTA) beruht. Dabei werden verschiedene Tier- und Pflanzenarten unterschiedlicher Trophieebenen in einem System kombiniert um eine optimale Verwertung der eingesetzten Ressourcen zu gewährleisten. In PolySpon werden die Schwämme in einem System mit der Makroalge Grüner Meersalat (*Ulva lactuca*) und dem Wolfsbarsch (*Dicentrarchus labrax*) gehalten. Dabei dienen die Ausscheidungen der Wolfsbarsche als Nahrung für den Meersalat und die Schwämme.

Mit einem Kollagenanteil von ca. 30% im Trockengewicht stellt *C. reniformis* eine reichhaltige Quelle von wertvollem marinem Kollagen dar, welches durch Zucht und Optimierung der Produktionsprozesse noch erhöht werden kann. Kollagen ist ein hochpreisiger Rohstoff, der insbesondere in der Kosmetikindustrie Verwendung findet. Daher ist eine zuverlässige Produktion von Schwamm-Biomasse mit einem konstanten Kollagengehalt wirtschaftlich interessant und schont die Wildbestände an marinen Schwämmen. Die ebenfalls im System produzierten Algen und Fische sind für den Nahrungsmittelmarkt bestimmt.

In diesem Projekt werden Methoden zur Biomasseproduktion und zur Reproduktion der Schwämme entwickelt und hochskaliert. Durch die gemeinsame Kultur mit Grünem Meersalat und dem Wolfsbarsch soll eine wirtschaftliche und nachhaltige Produktion von Kollagen erreicht werden.

Um den Ansprüchen der jeweiligen Spezies in der land-basierten Aquakultur gerecht zu werden, wird der Projektpartner WATER-proved GmbH gemeinsam mit dem AWI das Design der IMTA-Anlage planen und den Aufbau und die Installation der IMTA-Teilsysteme umsetzen.

Der Projektpartner oceanBASIS GmbH entwickelt zudem Extraktionsmethoden zur Gewinnung von Kollagen aus der Schwamm-Biomasse und eines ebenfalls kosmetisch wirksamen Extrakts aus der kultivierten Alge. Nach der Formulierung von Prüfpräparaten für die Anwendung auf menschlicher Haut, ist eine Anwendungsstudie an freiwilligen



Kontrolle des Schwammwachstums in Kultur (Foto: Alfred-Wegener-Institut)

Projektleitung: Joachim Henjes

Mitarbeiterin: Karin Schiefenhövel

Kontakt:

Mail an [Joachim](mailto:Joachim.under@awi.de) oder [Karin](mailto:Karin.schiefenhoewel@awi.de)

[\(0\)471 4831 2812](tel:+493047148312812)

Laufzeit: 3 Jahre

Kooperationspartner: oceanBASIS GmbH [↗](#), WATER-proved GmbH [↗](#)

Assoziiert Partnerin: Laurie Hofmann

Förderung: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) [↗](#)

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!

Kontakt:

tschatton@bwh.harvard.ed
u
Joachim.Henjes@awi.de

