



ocean der zukunft
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN

KINDER- UND SCHÜLERUNI OZEAN DER ZUKUNFT 2008

| Für Schülerinnen und Schüler von 12 bis 16 Jahren

Wie funktioniert unser Klima?

Unser täglicher Kampf gegen die Mikroben – und was wir dabei von den Polypen und Quallen lernen können
Begleitheft zum Vortrag von Prof. Dr. Thomas Bosch

Wie erforschen wir mit Robotern die Ozeane?

Wie reagieren im Vergleich dazu menschliche Zellen?

Warum ist es auf der Erde so schön warm?

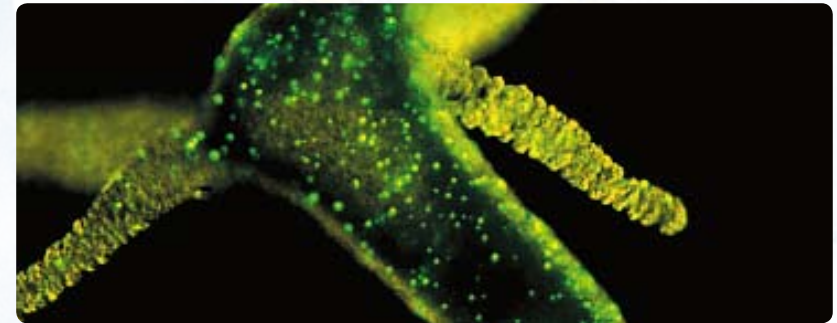
Wie reagieren die Meeresbewohner auf den Klimawandel?





UNSER TÄGLICHER KAMPF GEGEN DIE MIKROBEN – UND WAS WIR DABEI VON POLYPEN UND QUALLEN LERNEN KÖNNEN

Professor Dr. Thomas Bosch,
Zoologisches Institut, CAU



Professor Dr. Thomas Bosch ist ein international bekannter Zoologe. Er arbeitet am Zoologischen Institut der Universität Kiel.

WAS HABEN ZOOLOGIE UND BIOLOGIE MIT DEM OZEAN DER ZUKUNFT ZU TUN?

Die Ozeane sind voller Leben. Sie sind besiedelt mit Bakterien, Viren, einzelligen und vielzelligen Organismen. Die Ozeane beinhalten ein Ökosystem, in welchem die Organismen viele Millionen Jahre im Gleichgewicht mit ihrer Umwelt waren. Nun sind wir Menschen dabei, diese Umwelt erheblich zu verändern und deswegen ist es wichtig, dass auch die Biologen und hier die Zoologen an der Meeresforschung beteiligt sind. Solche Forschungsfragen sind beispielsweise: Was braucht es, damit diese Lebensgemeinschaften im Ozean miteinander im Gleichgewicht leben können? Was sind mögliche Gefahren, die diesen Lebensgemeinschaften gegenüberstehen? Denn diese Gefahren betreffen auch uns Menschen. Wie können wir diesen Gefahren begegnen? Und was können wir von den Meerestieren lernen?

UNSER TÄGLICHER KAMPF GEGEN DIE MIKROBEN – UND WAS WIR DABEI VON POLYPEN UND QUALLEN LERNEN KÖNNEN.

Die 13 jährige Karin liegt im Krankenhaus und kämpft mit einer lebensbedrohlichen Lungenentzündung und einem besonders gefährlichen Krankheitserreger, einem „**Super-Keim**“. Dieser „Super-Keim“ hat einen komplizierten Namen (Methicillin resistenter Staphylococcus aureus). Wir nennen diesen „Super-Keim“ kurz MRSA.

WIE KONNTEN SICH SOLCHE „SUPER-KEIME“ ENTWICKELN?

Von Ärzten wurden in den vergangenen Jahrzehnten bei sehr vielen Krankheiten Antibiotika verschrieben, leider war das nicht immer notwendig. Die zunehmende und oft gedankenlose Verwendung von Antibiotika hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass nicht nur das Bakterium Staphylococcus aureus, sondern viele andere Bakterien unempfindlich gegen diese Medikamente geworden sind. Die **Bakterien** haben Mechanismen entwickelt, die sie gegen die Medikamente resistent machen, sogenannte **Resistenz-Mechanismen**. Diese Mechanismen erlauben den Bakterien beispielsweise, auch in Gegenwart von Wachstumshemmern hemmungslos zu wachsen. Ein Albtraum für jeden Krankenhaus-Hygieniker!

Lange grassierten resistente Bakterien nur in Krankenhäusern, jetzt tauchen sie überall auf. So lauern solche MRSA nicht mehr nur in chirurgischen Abteilungen oder auf Intensivstationen, sondern überall und können schwere Wundinfektionen und Blutvergiftungen (Sepsis) auslösen. Und plötzlich müssen junge, gesunde Menschen sich fürchten. Neue Wirkstoffe werden daher dringend gebraucht.

WAS KÖNNEN WIR VON DEN EINFACHEN MEERESORGANISMEN LERNEN?

In unseren Meeren und Seen leben seit Millionen von Jahren unscheinbare Tiere, die vermeintlich ungeschützt den vielen Bakterien, Viren und Pilzen ausgesetzt sind – und die doch **nicht krank sind**. Wie schützen sich diese Organismen gegen Bakterien, gegen Viren und gegen Keime? Sie haben keine Antikörper und kein

Was können wir von Quallen lernen?

erworbenes Immunsystem. Aber sie schützen sich dennoch gegen diese Eindringlinge. Sie müssen offensichtlich ein hochwirksames chemisches Abwehrsystem haben. Und einzelne Moleküle dieses Abwehrsystems können auch die dem Menschen gefährlichen „Super-Keime“ (die multiresistenten Bakterien) töten.

Was ist die schützende Kraft, die diese Organismen haben? Können wir sie uns beim Kampf gegen die „Super-Keime“ zu Nutzen machen? Die Wissenschaftler in der Arbeitsgruppe um Professor Thomas Bosch zielen dabei auf eine bisher noch nicht attackierte Schwachstelle der Problemkeime. Sie suchen nach Wirkstoffen, gegen die die Bakterien sich nicht wehren können, weil sie deren Membran (= Zellhäute) zerstören.

WIE KANN EIN ZOOLOGE NACH NEUEN SUBSTANZEN IM MEER SUCHEN?

Drei Dinge braucht man zu Beginn eines auf **mehrere Jahre angelegten Forschungsprojektes**, wie dem Kieler Projekt „Ozean der Zukunft“. Zunächst muss der Wissenschaftler wissen, wo und in welcher **Tiergruppe** er nach neuen Substanzen suchen soll. Pro-



Für die Forschungen sind modern ausgestattete Labore notwendig.

Was können wir von Quallen lernen?

fessor Thomas Bosch forscht seit fast 30 Jahren an Nesseltieren, zu denen die Korallen, die Quallen, aber auch der Süßwasserpolypp Hydra gehören.

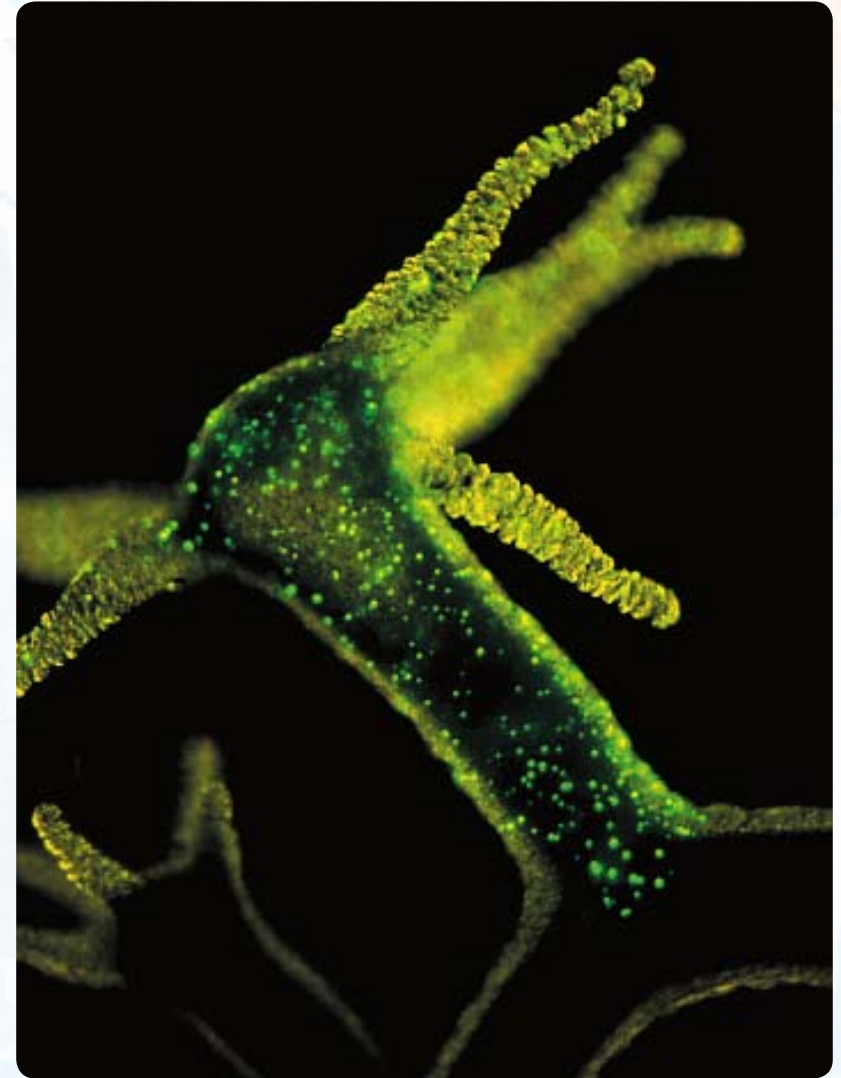
Er weiß, dass der Lebensraum dieser Tiere in den Ozeanen, Seen und Tümpeln voller Bakterien und potentieller Krankheitserreger ist, und wie wirksam die Nesseltiere doch dagegen geschützt sind. Zweitens braucht die Forschungsgruppe ein **gut ausgestattetes Laboratorium**, in dem aus tierischem Gewebe kleinste Mengen von Substanzen entnommen und bis auf die molekulare Ebene analysiert werden können.

Und drittens benötigt man als Quelle für diese Substanzen ein Versuchstier, das man nicht jedes Mal in Tauchgängen oder mit einem Forschungsschiff aus großer Meerestiefe holen muss, sondern das man in großer Zahl im Labor halten kann. So hat man **jederzeit Zugang zu einer genügend großen Menge an Tieren** und damit an einer großen Menge an Analysematerial.

WAS SIND NESSELTIERE? WAS IST AN IHNEN FÜR MEDIZINISCHE FORSCHUNG SO INTERESSANT?

Nesseltiere, lateinisch Cnidaria, sind ein eigener Tierstamm. Nesseltiere besitzen häufig äußerst komplexe Nesselzellen, mit denen sie ihre Beute fangen und Feinde abwehren können. Zu den Nesseltieren gehören die Korallen, Quallen, Blumentiere und Polypen. Polypen sind primitive Nesseltiere ohne Blut und Herz und sie sind sehr alt. Schon seit fast 600 Millionen Jahre gibt es sie auf der Erde. Vom kleinen Süßwasserpolypp Hydra kann man jederzeit „Nachschub bekommen“, zum Beispiel aus dem Tümpel vor dem Zoologischen Institut in Kiel.

Lange haben Wissenschaftler die Nesseltiere sträflich vernachlässigt, die einfachen Tiere aus dem Meer und den Seen. Doch das, was jetzt sprichwörtlich an die Oberfläche dringt, hält Forscher in Atem. Denn die Studien der Quallen und Polypen liefern Forschern neue Arten von Antibiotika.



Der Süßwasserpolypp Hydra ist winzig klein und lebt in Teichen, die nur so vor Bakterien, Viren und Pilzsporen wimmeln. Und doch wird dieser kleine Polyp nie krank. Wie macht er das?

Was können wir von Quallen lernen?



Korallen gehören auch zu den Nesseltieren

WAS GENAU WIRD AN DEN NESSELTIEREN IM LABOR GEFORSCHT?

Wenn die drei Dinge für ein mehrjähriges Forschungsprojekt geklärt und beschafft sind - man kennt eine viel versprechende Tiergruppe (in unserem Falle die Nesseltiere) - hat die notwendige Ausrüstung zusammen, und auch ein Versuchstier gefunden an dem man ungehindert experimentieren kann (den Süßwasserpolyphen Hydra) - dann kann die Forschung losgehen:

Gewebe wird entnommen und ein sogenannter **Extrakt** gemacht. Anschließend teilt man den Extrakt in kleine Portionen, nimmt sorgfältig einige der gefährlichen Krankheitserreger ins Labor und konfrontiert sie mit dem Gewebeextrakt. Werden die Bakterien getötet oder in ihrem Wachstum gehemmt? Eine spannende Frage. Wenn die Antwort ja lautet, geht die Analyse einen Schritt weiter und der Forscher zerlegt den Extrakt in immer kleiner und immer einfacher zusammengesetzte Portionen, die er immer wieder auf ihre **antibakterielle Aktivität** hin **testet**. **Am Ende hat der Forscher einzelne Moleküle** zur Hand, die er untersuchen kann.

Und **wenn er großes Glück hat**, befindet sich in einem der vielen Reaktionsgefäße ein Molekül, das in ganz geringer Konzentration multiresistente Bakterien tötet oder in ihrem Wachstum hemmt. Dann **hat er ein Mittel gegen die „Super-Keime“ gefunden**.

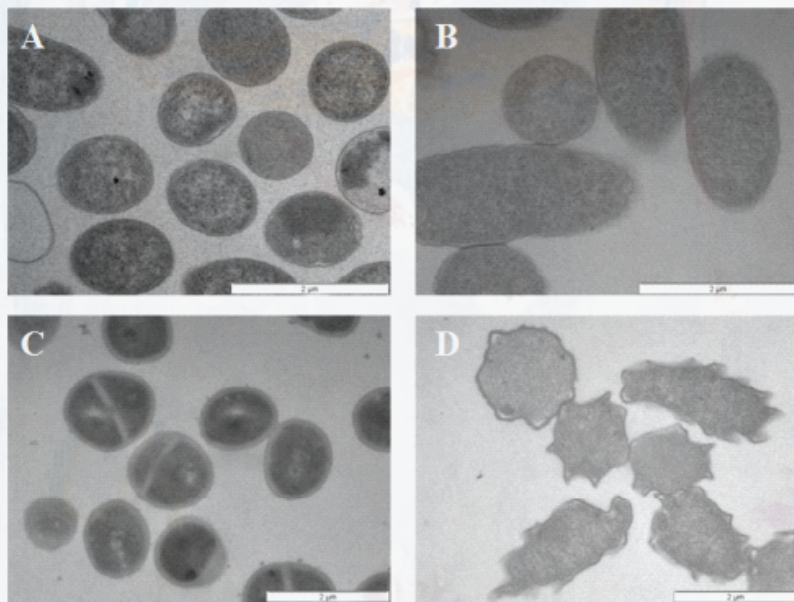


Der Süßwasserpolyph Hydra wird für wissenschaftlichen Forschungen mit fluoreszierenden Stoffen gefärbt und einzelne Gewebeproben untersucht. Die genauen Studien dieser mikroskopischen Aufnahmen liefern dem Forscher spannende Informationen.

Was können wir von Quallen lernen?

WAS HAT DIE FORSCHERGRUPPE VON PROFESSOR BOSCH HERAUSGEFUNDEN? UND WAS BEDEUTET DAS FÜR DIE „SUPER-KEIME“ UND UNSERE PATIENTIN KARIN?

Die Wissenschaftler um Thomas Bosch von der Universität Kiel haben im Süßwasserpolyphen solche neuen Wirkstoffe, die sich gegen die Zellmembran von multiresistenten Bakterien richten, gefunden. Diese neuen Wirkstoffe zerlöchern mit ihren Eiweißmolekülen die Membranen von Bakterien. Und dagegen kann ein Bakterium nicht resistent werden, der Spezialist sagt, „keine Resistenzen bilden“! Professor Bosch und seine Kollegen sehen ihre Versuche zunächst nur als Beweis dafür, dass die Entwicklung von Wirkstoffen gegen Resistenzfaktoren prinzipiell möglich und sinnvoll ist.



Mikroskopische Aufnahme von Bakterien vor (A) und nach Zugabe des neuen Antibiotikums (B-D).

Gelingt das, ist der Forscher zunächst einmal einfach glücklich. Er und sein Team haben unter großer Anstrengung etwas gefunden und entdeckt, was vor ihm noch kein Mensch je gesehen hat! Damit ist er als Molekularbiologe im Labor ganz ähnlich dem Naturforscher, der in vergangenen Zeiten neue Erdteile entdeckt oder Planeten gefunden hat – etwas jedenfalls, was vor ihm noch kein Mensch gesehen hat. Darum kann Forschen auch glücklich machen. Und nach so einem – zugegebenermaßen seltenen – Glückstag könnte der Forscher dann auch zufrieden sein und sich neuen Fragen widmen.

Aber da gibt es ja noch die 13 jährige Karin in ihrem Krankenbett und den überall lauernden *Staphylococcus aureus*. Um Karin zu helfen, muss das neu entdeckte Molekül nun in die Klinik-nahe Forschung gebracht werden. Das Molekül muss patentiert werden, und in anschließenden Tierversuchen muss sich zeigen, dass die mit dem Wirkstoff behandelten Bakterien im Organismus auf einmal anfällig für die Attacken des Immunsystems werden. Zum Beispiel sollten Mäuse, die mit dem neuen Wirkstoff behandelt werden, innerhalb von kürzester Zeit 98 Prozent der Bakterien vernichten. Nach vielen solchen Tests steht an deren Ende die sogenannte klinische Phase und Patienten, die - wenn sie das wollen - versuchsweise das neue Medikament zur Probe bekommen.

Und wenn dann ein von einer MRSA Infektion gebeuteltes Kind von seinen schweren Wundinfektionen geheilt wird und sein Bett wieder verlassen kann, dann hat ein Wirkstoff des kleinen Süßwasser-Polyphen erheblich dabei geholfen – und auch dazu beigetragen, dass in Zukunft der Antibiotika-Gebrauch wieder sinkt und dadurch die Entwicklung von Resistenzen gebremst wird.

FORSCHEN NOCH ANDERE WISSENSCHAFTLER AN DIESEM THEMA?

Die Kieler Arbeitsgruppe um Professor Thomas Bosch ist Teil einer internationalen Gemeinschaft. Weltweit arbeiten ungefähr 120 Kolleginnen und Kollegen an ähnlichen Fragestellungen. Schwerpunktmäßig sitzen die Gruppen in Australien, Japan, Indien, den USA und in Frankreich - und eine relativ große Gruppe hier in Deutschland.



WIE WIRD MAN ZOOLOGE ODER ZOOLOGIN? UND WELCHE VORAUSSETZUNGEN MUSS ICH MITBRINGEN?

Die Voraussetzungen

Man muss sich für die Naturwissenschaften (Physik, Chemie, Biologie) und Mathematik interessieren, besonders für die Zusammenhänge des Lebens, also die Biologie.

Als Zoologe oder Zoologin beschäftigt man sich vor allem mit dem Bau, der Verbreitung oder der Lebensweise von Tieren. Praktische Arbeiten draußen (= im Freiland) gehören genauso dazu wie Arbeiten am Computer oder längere Routearbeiten im Labor.

Latein ist keine Voraussetzung, hilft aber möglicherweise beim Verstehen der zahlreichen Fachausdrücke und der lateinischen Namen der Tiere. Wichtig ist, dass man in der englischen Sprache gut ist oder seine Fähigkeiten im Laufe der Ausbildung vertieft. Denn erstens treffen sich Wissenschaftler mindestens einmal im Jahr auf der ganzen Welt und reden miteinander. Das wird meistens in englischer Sprache gemacht. Und zweitens muss man seine Ergebnisse aufschreiben und mit anderen Wissenschaftlern austauschen. Auch dieses geschieht fast immer in englischer Sprache.

Berufsberatung Biologe/Biologin

Biologie ist ein eigener Studiengang. Man kann das Fach an vielen Universitäten, auch hier in Kiel, studieren. Um an die Universität zu gehen, braucht man die Hochschulreife, das Abitur. Insgesamt muss man also erst 12 oder 13 Jahre zur Schule gehen. Anschließend kann man sich an einer Universität einschreiben. Da Biologie ein beliebtes Studienfach ist, gibt es für Biologie einen relativ hohen Numerus clausus, das heißt eine Zulassungsbeschränkung. Die geht nach dem Notendurchschnitt.

Biologie lässt sich in viele verschiedene Fachgebiete aufteilen: Botanik (Pflanzenkunde), Zoologie (Tierkunde), Molekularbiologie, Zellbiologie, Entwicklungsbiologie, Physiologie, Verhaltensbiologie, Ökologie, Evolutionsbiologie und Systematik.

Was können wir von Quallen lernen?

Das Studium dauert ungefähr vier bis fünf Jahre. Wenn man eine Doktorarbeit machen möchte, braucht man noch mal drei Jahre, arbeitet dabei aber bereits an einem Institut und verdient auch schon Geld. Während einer Doktorarbeit muss man etwas Neues herausfinden und in speziellen Zeitungen veröffentlichen.

Professor Dr. Dr. Thomas Bosch
Zoologisches Institut der Universität Kiel
office@zoologie.uni-kiel.de



ozean der zukunft
DIE KIELER MEERESWISSENSCHAFTEN

DER KIELER EXZELLENZCLUSTER

OZEAN DER ZUKUNFT

Der Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ ist ein in Deutschland einmaliger Forschungsverbund von mehr als 240 Wissenschaftlern aus sechs Fakultäten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, des Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR), des Instituts für Weltwirtschaft (IfW) und der Muthesius Kunsthochschule.

Ziel des interdisziplinären Verbundes aus Meeres-, Geo- und Wirtschaftswissenschaftlern sowie Mediziner, Mathematikern, Juristen und Gesellschaftswissenschaftlern ist es, den Ozean- und Klimawandel gemeinsam zu erforschen, die Risiken und Chancen neu zu bewerten und ein weltweit nachhaltiges Management der Ozeane und mariner Ressourcen zu ermöglichen. Der Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“ wird im Rahmen der Exzellenzinitiative von der deutschen Forschungsgemeinschaft im Auftrag von Bund und Ländern gefördert.

Weitere Informationen unter: www.ozean-der-zukunft.de





Wie können Forscher Wale, Robben und Eisbären schützen?

Was können wir von Quallen lernen?

Können wir morgen noch Fisch essen?

Wir danken der Förde Sparkasse und ihrer Stiftung
„200 Jahre Sparkasse Kiel“ für die freundliche Unterstützung:



Stiftung 200 Jahre
Sparkasse Kiel



Förde
Sparkasse



Kieler Nachrichten

