

5. Etage: Korallen

Mitten in Monaco erforschen renommierte Wissenschaftler brennende Themen der Zeit

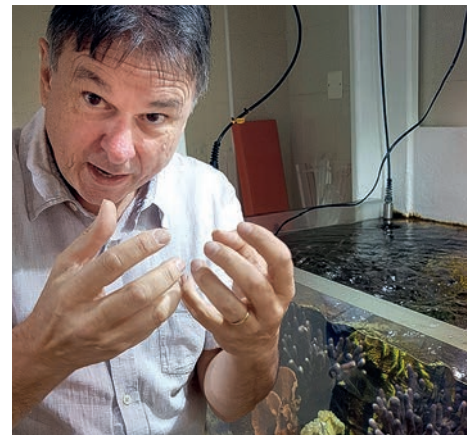
Keine andere Forschungseinrichtung der Welt arbeitet so lange und professionell mit Korallen. Kein Institut der Welt hat mehr Pinguine zur Datenerhebung gechipt. In diesem Jahr feiert das *Centre Scientifique de Monaco* (CSM) seinen 60. Geburtstag.

Von AILA STÖCKMANN

Wie ein liebender Vater deutet Professor Denis Allemand auf eine Koralle, die seit 50 Jahren im Aquarium in Monaco lebt: eine riffbildende Sonnenkoralle (*Tubastraea*). Die meisten der Nesseltiere, die Seite an Seite in den zahlreichen Wasserbecken in Monacos Forschungszentrum CSM hocken, stammen aus dem Roten Meer, erklärt der Meeresbiologe, der die Einrichtung seit vielen Jahren als wissenschaftlicher Direktor leitet.

Sie fühlen sich wohl hier im Labor in der 5. Etage eines Bürokomplexes, bei konstanter Wassertemperatur von 26 Grad und einem Nacht-Licht-Rhythmus von je zwölf Stunden: «Im Meer würden ihre Zweige etwa zehn Zentimeter pro Jahr wachsen, hier sind es dreißig», sagt Denis Allemand. Deshalb werden sie regelmäßig beschnitten.

Er weist auf eine andere Korallenart, die tagsüber Blasen bildet, um ihre Fläche für die Photosynthese zu vergrößern. Von den weltweit rund 1500 Spezies finden sich im CSM ungefähr 50. Auch eine kleine Mangrove wächst in einem eigenen Aquarium – aber nur «zum Spaß», sagt der Wissenschaftler, «als Mitbringsel von einer Reise». Die farbenprächtigen Fische, die gemütlich durch die Korallenbecken schwimmen, sind nicht nur reine Deko, sondern wichtig für ein gesundes Ökosystem. Den Korallen in der Natur geht es weltweit nicht gut. Seit 1945 ist ein Fünftel der Riffe verschwunden. 35 Prozent sind heute akut in Ge-



Denis Allemand, wissenschaftlicher Direktor des Forschungszentrums, hegt eine besondere Zuneigung zu den Korallen, die den Meeresbiologen in Monaco seit 60 Jahren als treue Forschungsobjekte dienen. Wobei 60 kein Alter sei: «Korallen können Tausende Jahre alt werden; ohne Grund sterben sie eigentlich nicht.» © AS

fahr. 90 Prozent der Korallenriffe werden bis 2055 regelmäßig mit Bleich-Episoden konfrontiert sein, von denen sie sich, wenn überhaupt, nur sehr langsam erholen. Gleichzeitig sind sie wichtige Ökosysteme, die für fast ein Viertel der Artenvielfalt in den Ozeanen verantwortlich sind. Man nennt sie auch den «Regenwald der Meere».

Viele Umwelteinflüsse machen ihnen zu schaffen, besonders der Klimawandel, der für wärmere Meere und eine Versauerung des Wassers sorgt. Aber auch die Verschmutzung der Ozeane und bestimmte Fischereitechniken setzen den Korallen zu. Und: In weniger als 20 Jahren, so Schätzungen, werden drei Viertel der Weltbevölkerung an den Küsten leben. Dadurch wird der Druck auf diese Ökosysteme zunehmen.

Zwar gehen Wissenschaftler heute nicht mehr davon aus, dass die Riffe bis 2050 komplett verschwunden sind, aber sie werden extrem leiden bis Ende des Jahrhunderts – bis sich der Klimawandel stabilisiert und die Riffe sich in ihren Zusammensetzungen angepasst haben.

In einem Labor schräg gegenüber den hübsch angelegten Aquarien hängen Korallenteile an dünnen Schnüren im Wasser. Hier werde beispielsweise mit Nahrung experimentiert, so Allemand. In einem anderen Raum geht es um die Versauerung der Meere. Innerhalb der letzten 100 Jahre habe sich der pH-Wert um 0,1 verändert – «im Klartext bedeutet das: Die Ozeane sind um 30 Prozent saurer geworden», erklärt der Professor. «Wir testen, ob sich die Koralle an den fortschreitenden Prozess anpassen kann.» Einzelne Korallen stehen dazu in verschiedenen Wasserbecken mit jeweils minimal unterschiedlichem pH-Wert.

In einem deutlich kühleren Raum werden weitere Spezies der Nesseltiere gehalten. Sie stammen aus besonderer Tiefe, aus Regionen zwischen 200 und 1000 Metern unter der Wasseroberfläche, sagt Denis Allemand. Man habe sie mit einem kleinen U-Boot nach oben geholt.

Wenn er durch sein Institut führt, ist der Mee-



Das größte und älteste Forschungsthema im CSM sind Korallen. Einige der Nesseltiere leben schon seit 60 Jahren in Aquarien im Fürstentum. Die Fische sind nicht nur Deko, verrät der wissenschaftliche Leiter des Instituts, sondern wichtig für ein gesundes Ökosystem. © AS

resbiologe in seinem Element. Seit mehr als 30 Jahren beschäftigt er sich in Monaco mit Korallen, und nach wie vor gilt den ungewöhnlichen Lebewesen seine ganze Leidenschaft. Als er zum CSM stieß, seien sie zu zweit gewesen; heute zählt das Institut etwa 40 internationale Forscher in verschiedenen Disziplinen.

60 Jahre nach seiner Gründung auf Initiative des damaligen Fürsten Rainier III. blickt das *Centre Scientifique de Monaco* auf eine bewegte Forschungsgeschichte zurück: Völlig verschiedene Fachrichtungen haben Wissenschaftler bislang beschäftigt – von Radioaktivität über Seismologie bis zur Erforschung der Meeresverschmutzung. Seit einer großen Umstrukturierung im Jahr 1990 spielen Korallen die zentrale Rolle.

Erstes Museum mit lebenden Korallen

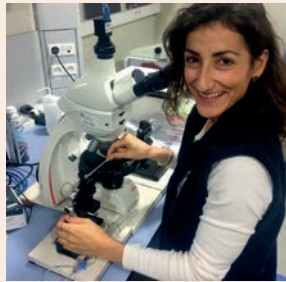
Schon 1960, im Geburtsjahr des CSM, lag dem damaligen Landesvater am Herzen, die Einflüsse des Menschen auf die Meere zu erforschen. Ein gutes halbes Jahrhundert lang arbeiteten die Forscher seither in Laboren im Ozeanografischen Museum – das laut Denis Allemand als erstes Museum überhaupt lebende Korallen zeigte. 2013 zog das CSM an seinen heutigen Standort am Hafen Monacos, zwischen Stars'n'Bars und internationaler Schule: 2500 Quadratmeter für die Wissenschaft. Das Museum war zu eng geworden. Neben der Arbeit mit Korallen (Abteilung Meeresbiologie) widmen sich die Forscher in Monaco heute zwei weiteren großen Bereichen. Seit 2010 wird in der Abteilung Polar-Biologie auf Wunsch des heutigen Fürsten Albert II. das sich wandelnde, fragile Ökosystem der Antarktis erforscht. Konkret: Aus der Beobachtung dreier verschiedener Pinguinarten (insgesamt bis zu 20 000 einzelne Pinguine) ziehen die CSM-Mitarbeiter Schlüsse, wie der Lebensraum der bedrohten Tiere geschützt werden kann. Pinguine gelten als Indikatoren für den Zustand der Polarregion.

2013 schließlich, zeitgleich mit dem Umzug ins neue Domizil, kamen mit Gründung der Bio-Medizin-Abteilung weitere neue Forschungsfelder hinzu. Unter ihnen schnell wachsende Krebszellen, speziell bei Kindern, und die bislang unheilbare Muskelerkrankung Duchenne-Muskeldystrophie (siehe dazu auch Seite 71) – jeweils mit dem Ziel, neue Behandlungsmöglichkeiten zu entwickeln.

Das CSM genieße weltweite Anerkennung, sagt der Direktor des Zentrums. Die Zahl an Publikationen in wissenschaftlichen Fachmagazinen spricht für sich: Rund 70 Artikel veröffentlicht das vergleichsweise kleine Team des CSM pro Jahr; außerdem werden die «Monegassen» gerne zum Korrekturlesen von Beiträgen anderer Forscher herangezogen.

Ein großer Vorteil des CSM gegenüber anderen Instituten, erklärt Denis Allemand, sei folgender Umstand: Im Fürstentum müssen sich Forscher in der Regel nicht von Projekt zu Projekt hangeln und immer wieder auf neue Fördergelder hoffen – wie sonst in der

DREI FRAGEN AN DR. DUYGU SEVILGEN



Im internationalen Forscherteam des CSM befinden sich auch drei Deutsche, darunter Duygu Sevilgen. Vor knapp vier Jahren hat die Meeresbiologin aus Gummersbach eine der begehrten Post-Doc-Stellen in Monaco ergattert. Ihre Spezialität: feine, selbstgebaute Messinstrumente, so genannte Mikrosensoren, mit denen alle möglichen Parameter in Mikrometerdimensionen in Korallen gemessen werden können. Eine Expertise, die sie von ihrem Heimatinstitut, dem Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie in Bremen, mitgebracht hat und die in Monaco bis dato fehlte.

1. Woran arbeiten Sie genau im CSM?

Ich arbeite in der Grundlagenforschung. In unserem Team versuchen wir zu verstehen, wie genau riffbildende, also Steinkorallen, ihre Kalk-Skelette bilden. Dazu schauen wir uns im Detail an, unter welchen Bedingungen genau erste Kalk-Kristalle geformt und abgelagert werden. Diese sind zu Beginn nur wenige Mikrometer groß, wachsen mit der Zeit und formen schlussendlich die massiven Skelette der Korallenriffe. Im Speziellen arbeite ich daran, das Milieu zu charakterisieren, in dem die ersten Kristalle gebildet werden. Ein Milieu, dessen Chemie aktiv von der Koralle kontrolliert wird,

um die Kristallbildung zu favorisieren. Ich messe dafür in lebenden Korallen am Ort der Kristallbildung Parameter wie zum Beispiel den pH-Wert, Kalzium- und Karbonat-Konzentrationen.

2. Mit welchem Ziel?

Unser Ziel ist es, den Prozess der Skelettbildung, auch Biomineralisation genannt, grundsätzlich zu verstehen. Ein Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse ist wichtig, um im nächsten Schritt zu verstehen, was und warum sich etwas verändert, wenn sich zum Beispiel Umweltbedingungen ändern.

Wir schauen uns also nicht nur an, wie eine Koralle unter normalen Bedingungen kalzifiziert, sondern auch, wie die Skelettbildung von veränderten Umweltbedingungen beeinflusst wird. Welche Korallen können veränderten Umweltbedingungen gegenüber besser standhalten und weiterhin zur Genüge kalzifizieren, wenn zum Beispiel Temperaturen steigen oder das Meerwasser durch erhöhten Kohlenstoffdioxid-Eintrag saurer wird?

Untersuchungen, die sich an solchen Fragen orientieren, können Aufschlüsse darüber bringen, wie sich zum Beispiel Korallengemeinschaften in Riffen verändern könnten.

3. Haben Sie hier in Monaco ihre «Forscher-Heimat» gefunden?

In meiner Forschung ist es mir wichtig, unter den besten Bedingungen den Fragen nachzugehen, die mich am meisten interessieren und die ich in einem weiteren, größeren Kontext relevant finde. Das CSM bietet dafür sehr gute Möglichkeiten und ich hatte die – für nicht festangestellte Wissenschaftler – seltene Gelegenheit, anstatt der regulär angedachten zwei

Jahre vier Jahre bleiben zu können. Dies in Kombination mit dem Leben hier am Meer ist das Beste, was mir hätte passieren können. Am CSM kann ich autonom an meinen Fragestellungen arbeiten, meine Experimente frei gestalten und dynamisch, entsprechend neuer Entdeckungen anpassen. Dabei etwas längerfristig zu planen, finde ich sehr wichtig. So können Experimente bestmöglich und ohne Zeit als Stressfaktor ausgeführt werden, und die Ergebnisse können auf internationalen Konferenzen wie zum Beispiel dem *International Coral Reef Symposium* (ICRS), das nächsten Sommer in Bremen stattfindet, vorgestellt und diskutiert werden. Unsere Korallenaquarien am CSM bieten eine weltweit einzigartige Möglichkeit, so an Korallen zu forschen, wie wir es tun. Mit unserer Arbeitsgruppe, geleitet von Sylvie Tambutté, habe ich ein Forschungsteam um mich herum, das auf jahrelange Erfahrung in der Biomineralisationsforschung blicken kann, und wir diskutieren am laufenden Band alle neu gewonnenen Erkenntnisse – ein sehr motivierender und dynamischer Prozess. Ich habe einen Forschungsbereich gefunden, den ich enorm spannend und relevant im aktuellen Zeitgeschehen finde und würde sehr gerne weiter daran arbeiten. Die Korallen sind mir ans Herz gewachsen! Leider läuft meine Stelle Ende Februar aus, daher suche ich finanzielle Mittel, um länger bleiben zu können. Ich hoffe, dass möglicherweise über Programme wie «*Les amis du CSM*» oder anderweitig Möglichkeiten entstehen, meine Forschung zu unterstützen, sodass ich mich noch nicht so bald von den Korallen trennen muss.

KORALLEN UND IHRE BEDROHUNG IN ZAHLEN

- Korallenriffe bieten etwa einem Drittel aller bekannten Meereslebewesen ein Zuhause, obwohl Riffe nur 0,2 Prozent des Meeresbodens bedecken. 40 Prozent der Korallenriffe befinden sich im Pazifik.
- Mehr als 500 Millionen Menschen weltweit hängen direkt vom Überleben der Korallenriffe ab - in Form von Tourismus und Fischfang.
- Studien besagen, dass ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperaturen um 2 Grad 99 Prozent der Korallen weltweit töten werde.
- Bis 2055, so die Wissenschaft, werden 90 Prozent der Korallenriffe jährliche Episoden von lebensgefährlichem Ausbleichen erleben - die auf zu warmes Wasser zurückgehen. Die überlebenden Korallen brauchen 10 bis 15 Jahre, um sich vollständig zu erholen.
- Korallenbleichen sind zugleich nur ein Grund dafür, dass Riffe sterben. Überfischung, Umweltverschmutzung, die Bebauung von Küsten, Tourismus und die Versauerung der Ozeane, die die Kalkskelette der Tiere angreift, sind weitere Ursachen dafür, dass allein seit 1990 etwa 40 Prozent der weltweiten Korallenriffe verschwunden sind.

Quellen:
Tara's Blue Book for the Pacific; Zeit Online



In den Laboren werden unter anderem Stresstests mit den Korallen durchgeführt, zum Beispiel hinsichtlich der Versauerung der Meere ©.AS

WEITERE INFO

www.centrescientifique.mc
oceans.taraexpeditions.org

Branche üblich. Vielmehr können wissenschaftliche Studien langfristig angelegt werden, denn mit 80 Prozent erfolgt der Großteil der Finanzierung durch den Staat. Dadurch können die so wichtige Kontinuität und entsprechende Qualität entstehen, so der Meeresbiologe.

Die Internationalität am CSM - allein drei Deutsche befinden sich beispielsweise unter den Forschern - sei auch ein Resultat der besonderen Rahmenbedingungen: Neben der weitgehend gesicherten Finanzierung locken vor allem der attraktive Standort, die moderne Ausstattung, die tollen Aquarien.

Monaco als Vorreiter

Schon vor knapp 60 Jahren war Monaco weltweit Vorreiter bei der Untersuchung der Frage: Was macht die Umweltverschmutzung und ganz allgemein der Einfluss des Menschen mit den Korallen?

Allemand arbeitete Ende der 1980er-Jahre zunächst mit der im Mittelmeer heimischen Edelkoralle (*Corallium rubrum*), auch Rote Koralle genannt. Ihr ging es damals nicht aus Umweltgründen schlecht, sondern wegen Überfischung: Die roten Skelette wurden zu Schmuck verarbeitet.

Außerdem untersuchte er in den Tropen heimische riffbildende Korallen. Sie wiederum hatten damals bereits mit Umweltproblemen zu kämpfen: mit dem Phänomen der Korallenbleiche, das auf eine plötzliche, lokal auftretende zu starke Erwärmung des Meerwassers zurückgeht. Betroffene Korallenriffe, die sich über Jahrhunderte gebildet haben, können in wenigen Wochen absterben. «Da zu wenig über Korallen bekannt war, begannen wir in Monaco 1990 mit einer grundlegenden Erforschung der Nesseltiere», so Denis Allemand. «Es ging darum, die Physiologie der Korallen besser verstehen zu lernen» Sprich: Was spielt sich biophysikalisch in ihren Zellen ab? Aber auch: Wie funktioniert das Ökosystem Korallenriff? In den letzten Jahren gebe es viele Forscher weltweit, vor allem in Australien, die sich mit Korallen beschäftigen. «Das erhöht den Wettbewerb, seither haben wir viel gelernt», so der Forscher in Monaco, «zum Beispiel, dass das Korallen-Genom dem Menschen viel stärker ähnelt als das der Drosophila. Deshalb werden heute Anemonen zur Forschung genutzt»

Seit zehn Jahren sind auch Wirtschaftswissenschaftler Teil der Mannschaft im CSM. Sie sollen die ökonomischen Konsequenzen berechnen, die sich aus dem Klimawandel ergeben, und Lösungsvorschläge erarbeiten. Denn, so Denis Allemand, 500 Millionen Menschen leben heute direkt von den Korallen, seien es Fischer oder die Tourismusbranche wie etwa in Hawaii: «Wenn dort die Korallenriffe sterben, verschwinden die Wellen der Surfer»

Zwischen 2016 und 2018 war das CSM unter der Co-Regie von Denis Allemand federführend beteiligt an der weltweit bislang größten Expedition zur Erforschung von Korallenriffen, «Tara Pacific». Zweieinhalb Jahre lang sam-



Korallen-Skelett © CSM

melten Wissenschaftler auf ihrer Reise mit dem Forschungs-Segelschiff Tara nie dagewesene Datenmengen vor allem aus dem Südpazifik. Nach Auswertung aller Daten erhoffen sich die Forscher besser zu verstehen, wie Korallen auf bestimmte Umwelteinflüsse reagieren und was für sie am schädlichsten ist - mit dem Ziel, die Artenvielfalt der Riffe wiederherzustellen.

Zum Ende unseres Besuchs im CSM begegneten wir noch Duygu Sevilgen, einer der drei deutschen Forscherinnen am monegasischen Zentrum. Korallen zählten vor ihrem Einsatz im Fürstentum nicht zu ihrer Expertise, doch die besonderen Ökosysteme haben sie sofort fasziniert.

«Es sieht unfassbar schlecht aus für Korallenriffe auf der Welt», sagt die junge Frau. Riffe, wie wir sie heute kennen, werde es nicht mehr lange geben. «Wir rechnen mit einem Artenwechsel», erklärt die gebürtige Gummersbacherin. «Das heißt, bestehende Gemeinschaften werden sich neu ordnen: Einige Arten verschwinden, andere dominieren»

In Monacos Aquarien wird heute die Gegenwart abgebildet und mithilfe der Experimente in die Zukunft geschaut: Wie reagieren die Korallen, wenn das Wasser immer wärmer und immer saurer wird?

«Wir können dadurch abschätzen, was in der Natur passieren wird», so Duygu Sevilgen. «Im besten Fall lernen wir, welche Arten resistenter sind und auch morgen noch Riffe bilden können» ▽



Dank Chips wie diesem erhalten Monacos Forscher regelmäßig Daten von 15 000 bis 20 000 Pinguinen - eine weltweit einzigartige Dimension. © CSM