

Nur nicht dran rühren

Die Lagune von Madang in Papua-Neuguinea, in der wir schon Anemonenfische („Nemo“) untersucht hatten (s. Seite 16), hält stets Überraschungen bereit. Wir hatten uns vorgenommen, einige Schwämme zu sammeln, diese zu extrahieren und die Extrakte auf ihre biologische Aktivität zu testen. Aus Schwämmen stammt der Großteil der bislang bekannten marinen Naturstoffe, meist von sehr komplexer Struktur, mit denen die Tiere potenzielle Fressfeinde abschrecken¹⁶. Einige wenige dieser Stoffe finden als Zytostatika in der Tumorthherapie Anwendung⁴¹.

In erstaunlicher Formenvielfalt, als meterlange Röhren, als riesige, an Elefantenhohlräume erinnernde Gebilde, als dicke Kugeln und quadratmetergroße Matten dominieren Schwämme oft ganze Korallenriffe. Nur wenige Wissenschaftler auf der Welt kennen sich mit ihnen aus. Wir beschränkten uns daher beim Sammeln nur auf Arten, die wir selbst bestimmen konnten.

Das Schwammhotel

Asteropus sarassinorum ist ein fußballgroßer Schwamm, der sich recht häufig in der Lagune findet (► Abb. 13 A). Aus diesem Schwamm waren bereits Naturstoffe isoliert worden, sogenannte Sarasinose, die zur Gruppe der Saponine gehören – Verbindungen, die die Zellmembran zerstören⁷⁰. Als wir ihn im Labor aufschnitten, kamen aus seinen Kanälen und Kammern zahlreiche kleine rötlich-glänzende Krebse und Schlangensterne herausgekrabbelte. So zählten wir in einem Schwamm mit 20 cm Durchmesser 130 dieser kleinen Porzellankrebse in unterschiedlichen Größen von 2 bis 8 mm, die uns der Krebstier-Spezialist Michael Türkay vom Senckenberg Museum in Frankfurt als *Polyonyx obesolus* bestimmte⁷¹ (► Abb. 13 B). Sie scheinen mit Schlangensternen um Raum zu konkurrieren: In Schwämmen, in denen besonders viele Krebse vorkamen, fanden sich nur wenige Schlangensterne und umgekehrt. Auch scheinen sich die Krebse auf nur diese Schwammart spezialisiert zu haben, denn in Schwämmen anderer Arten in der Nachbarschaft, die ebenfalls mit einem umfangreichen Kanalsystem ausgestattet sind, fanden wir keine Mitbewohner.

Doch kaum hatten wir die Krebse in eine Schale mit Seewasser gesetzt, das noch Flüssigkeit des angeschnittenen Schwammes enthielt, waren sie binnen 15 Minuten tot. Offenbar waren sie nun erst den Inhaltsstoffen des

Schwammes ausgesetzt und die Saponine wirkten für sie tödlich. Versuche mit Salinenkrebse (*Artemia salina*) zeigten uns, dass diese selbst in stärksten Verdünnungen des Schwammextraktes starben.

Wie schaffen es die Porzellankrebse, in dem für sie so gefährlichen, da toxischen Umfeld zu überleben? Die Antwort ist einfach: Das Kanalsystem des Schwammes ist mit einer glatten, aber harten Sponginschicht ausgekleidet. Solange man daran nicht kratzt oder gar sich einbohrt, werden die toxischen Saponine nicht frei. So genießen die kleinen Krebse im Inneren des Schwammes dank seiner effektiven chemischen Verteidigung Schutz vor Fressfeinden. Aus dem ständigen Wasserstrom, den der Schwamm für seine eigene Ernährung erzeugt, können sie genügend Plankton für den Eigengebrauch entnehmen. Übrigens erwiesen sich die Schlangensterne als wesentlich resistenter den Saponinen gegenüber und haben in der Schale stets überlebt.

Ungeladene Gäste

Schwämme beherbergen in ihren Hohlräumen nicht nur Krebse und Schlangensterne, sondern auch eine Reihe anderer Tiere wie Vielborster (Polychäten) und sogar Fische⁷² Arthur S. Pearse⁷³ bezeichnet Schwämme als „veritable living hotels“. Für all diese Mitbewohner scheint zu gelten, dass man unter allen Umständen eine Verletzung des Schwammes vermeiden muss, will man nicht von dessen Abwehrstoffen vergiftet werden.

Dennoch haben einige wenige Fische die chemische Abwehr der Schwämme, darunter auch besonders giftige Arten, überwunden, wie einige Engelfische (*Holacanthus*-Arten), Kaiserfische (*Pomacanthus*-Arten) und Feilenfische (*Cantherines*-Arten)⁷⁴. Allerdings zeigt ihr vergleichsweise geringer Anteil an der Fischfauna eines Korallenriffs, dass die Verteidigungsstrategie der Schwämme wirkt. Wie diese Fische es schaffen, mit den toxischen Inhaltsstoffen ihrer Beute fertig zu werden, bedarf weiterer Untersuchungen.

Andererseits gibt es eine Reihe von Garnelen, die als Parasiten in Schwämmen leben und sich dort ausschließlich von Schwammgewebe ernähren, beispielsweise *Typton carneus* im Feuerschwamm (Gattung *Tedania*). Diese Garnelen verfügt über kräftige, scherenartige Klauen, mit denen sie das Schwammgewebe durchtrennt⁷⁵. Doch gerade der Feuerschwamm ist berüchtigt für sein starkes Gift; ein Hautkontakt führt bei ahnungslosen Schwimmern zu

einer schmerzhaften, lang anhaltenden Kontaktdermatitis². Zur Frage, wie die Garnelen mit den Inhaltsstoffen des Schwammes umgehen, besteht auch hier Forschungsbedarf.

Doch wie verhalten sich Schwämme untereinander? Häufig sieht man im Riff Schwammgesellschaften, die eng benachbart leben, zum Teil hat sogar einer den anderen überwachsen. Dies sollte Daniel Schaft herausfinden, den wir nach Curaçao, einer Insel der Niederländischen Antillen, schickten. Er sammelte zahlreiche solcher engen Schwamm-Nachbarschaften, trennte beide und untersuchte jeweils deren Inhaltsstoffe. Dabei stellte sich heraus, dass kein Austausch dieser Stoffe unter den Schwämmen stattfindet und dass jeder sie selbst bei engem Kontakt behält⁷⁶. Da viele Naturstoffe nicht von den Schwämmen selbst synthetisiert werden, sondern von Algen und Bakterien in ihrem interzellulären Raum, dem Mesohyl, spricht dies für eine strenge Wirtsspezifität dieser Mitbewohner. Offenbar vertragen sich Schwämme untereinander so gut, dass sie ihre Abwehrstoffe nur selten gegen ihre Nachbarn einsetzen.

Seegurken und ihre Bewohner

Das H. Steinitz Marine Biology Laboratory in Eilat, Israel, war unsere erste Anlaufstelle für die Sammlung von Meerestieren, aus denen wir Naturstoffe isolieren wollten. Hier, am Golf von Aqaba, tauchten wir zum ersten Mal in Korallenriffen und waren überwältigt von der faszinierenden Unterwasserwelt. 1981 konnten wir noch ohne Probleme die Sinai-Halbinsel bereisen, die Israel besetzt hielt und dann 1982 an Ägypten zurückgab. Auf der Straße nach Süden fuhren wir durch die Wüste entlang der Küste, tauchten in den Saumriffen und sammelten alles, was uns interessant erschien.

Zurück im Institut wurden die Proben präpariert, eingefroren oder in Alkohol eingelegt. Als wir eine Seegurke, *Holothuria atra*, aus dem mit Seewasser gefüllten Eimer nahmen, schlüpfte zu unserer Überraschung ein etwa 10 cm langer aalartiger Fisch aus ihrer Kloake. Hans Fricke, der bekannte Verhaltensforscher aus Seewiesen, der sein vorübergehendes Domizil in einem Wohnwagen neben dem Institut aufgeschlagen hatte, beobachtete interessiert unsere Aktivitäten und klärte uns auf. Es sei ein Eingeweidefisch aus der Familie der Carapidae, der sich gewöhnlich in den Wasserlungen der Seegurke, die in den Darm münden, aufhält (► Abb. 14). Immerhin bringt dieser Fisch es fertig, dass die Seegurke nicht ihr typisches Abwehrverhalten zeigt: Schon bei geringer Störung schleudert sie ihre Cuvier'schen Schläuche aus,

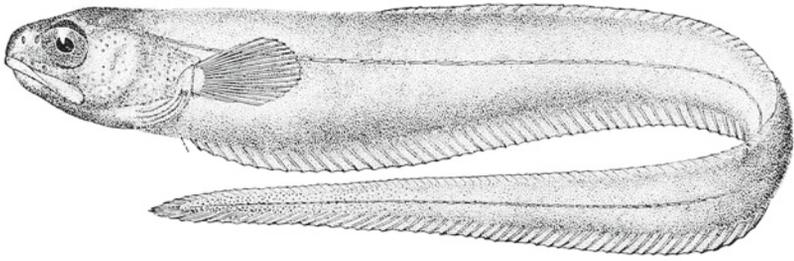


Abb. 14 *Carapus dubius* ist ein sogenannter Eingeweidefisch, der in den Wasserlungen von Seegurken lebt. Er muss vermeiden, mit dem toxischen Holothurin der Seegurke in Kontakt zu kommen.

klebrige Fäden als Anhangsgebilde des Darms und der Wasserlungen. Mit der Schwanzspitze voran fädelt sich der Fisch in die Kloake ein, schlüpft in die Wasserlung, die er durchbricht, um sodann in die Leibeshöhle zu gelangen. Die Frage allerdings, wie er es dort aushält, denn die Seegurke ist bekannt dafür, dass sie eine Reihe giftiger Triterpen-Glykoside wie das Holothurin enthält, konnte uns Hans Fricke nicht beantworten.

Während manche dieser Fische in Seegurken als Kommensalen („Miteser“) nur das verzehren, was die Seegurke mit ihrem Atemwasser durch die Kloake mit einsaugt, ernähren sich andere Arten als Parasiten von ihrem Gewebe, kommen also durchaus mit den giftigen Glykosiden in Kontakt⁷⁷. Diese Substanzen zählen zur Gruppe der erwähnten Saponine, die schon in geringster Konzentration auf Fische abschreckend wirken¹⁶.

Zumindest für den in der Seegurke *Actinopyga agassizi* lebenden Eingeweidefisch *Carapus bermudensis* wurde nachgewiesen, dass er sehr empfindlich auf Stoffe wie das Holothurin reagiert und in einer Lösung von 1 mg pro Liter nicht lange überlebt⁷⁸. Dies spricht auch dafür, dass die Konzentration des Giftes in der Seegurke eher gering ist. Allerdings dürfte es für den Fisch gefährlich werden, wenn beim Ausschleudern der Cuvier'schen Organe größere Saponinmengen freigesetzt werden. Da Saponine bei Fischen vorwiegend die Kiemen schädigen, scheinen diese zumindest bei einigen Arten vor dieser Wirkung geschützt zu sein.

Doch nicht nur Fische, sondern auch verschiedene Krebse suchen das Innere von Seegurken auf. So nistet sich eine kleine Krabbe, *Hapalonotus reticulatus*, in die Wasserlung von *Holothuria scabra* und die Harlekinkrabbe, *Lissocarcinus orbicularis*, in *Bohadschia vitiensis* ein^{79,80}. Krebstiere sind gene-

rell besser gegen die zytolytische Wirkung der Saponine geschützt als Fische. Ihre Kiemen sind mit einer Chitinmembran überzogen, die durch diese Substanzen nicht zerstört wird⁹.

Die Frage, wie Fisch und Krebs ihre Seegurken überhaupt finden, hat eine überraschende Antwort gefunden. Die erwähnten Harlekinkrabben werden ausgerechnet durch die Saponine ihrer Seegurke angelockt⁸⁰. Beim Eingeweidefisch *Encheliophis vermicularis* sind es die beiden Holothurine A und B der *Holothuria leucospilota*⁸¹. So sind die Abwehrstoffe der Holothurien gleichzeitig auch Lockstoffe für die in ihnen lebenden Fische und Krebse. Beide schlüpfen damit unter einen Schirm, der sie vor ihren Feinden schützt, ohne dass sie selbst in ihre Verteidigung investieren müssen.

Der Ameisenlöwe

Nur selten bekommt man ihn zu Gesicht, dafür aber umso häufiger die trichterförmigen Vertiefungen auf Sandböden. Dort lauert im Zentrum eines solchen Trichters im Sand verborgen der Ameisenlöwe auf seine Beute. Es ist die Larve der Ameisenjungfern (Myrmeleontidae) aus der Ordnung der Netzflügler. Insekten, darunter auch Ameisen geraten auf die Trichterwand und rutschen hinab, was oft auch durch Sandwürfe des Ameisenlöwen gefördert wird. Mit seinen kräftigen Kieferzangen ergreift er seine Beute, der er ein tödliches Gift injiziert (► Abb. 15 A, B).

Ameisen können sich durch Sprühen mit Ameisensäure erfolgreich wehren, wenn sie sich bedroht fühlen. Thomas Eisner, der eine Ameise in den Trichter eines Ameisenlöwen setzte, beobachtete, dass diese sofort ergriffen wurde, konnte aber keinen Ameisensäuregeruch feststellen, obwohl er seine Nase tief in den Trichter steckte⁸². Auch Indikator-Papier verfärbte sich nicht, wie es dies bei einem Säurenebel tun würde, während die Ameise versuchte, sich zu befreien.

Tropft man auf den Ameisenlöwen einen Tropfen Ameisensäure, lässt er die Beute sofort los. Offenbar wird die ergriffene Ameise daran gehindert, ihre Säure zu versprühen. Wie eingangs geschildert, beißen Ameisen der Unterfamilie Formicinae erst zu und sprühen dann ihr Gift. Sie sind so programmiert, dass sie zuerst mit ihrem Biss eine Wunde und Eintrittspforte schaffen, in die sie Ameisensäure einbringen. Wenn also der Ameisenlöwe verhindert, dass die Ameise ihn beißt, gerät er auch nicht in Gefahr, mit Ameisensäure besprüht zu werden.