



Sturzflug ins Schattenreich

Tiefsee Finster und kalt ist es tausend Meter unter der Meeresoberfläche – und doch lebt dort, wie sich nun herausstellt, der Großteil aller Tiere auf Erden. Biologen nutzen Wale, Rochen und Robben, um diesen faszinierenden Lebensraum zu erforschen.





6

- 1 Kalmar Chiroteuthis
(mit Tentakelarmen bis 130 cm)
- 2 Gespensterfisch (bis 10 cm)
- 3 Manteltier Bathochordaeus
(Gehäuse bis 100 cm)
- 4 Perlenketten-Qualle (bis 300 cm)
- 5 Pazifischer Viperfisch (bis 25 cm)
- 6 Tiefseevampir (bis 30 cm)
- 7 Staatsqualle Marrus (bis 200 cm)

5

7



Meeresbiologe Robison im Kontrollraum eines Forschungsschiffs: „Ungeheuerliche Show“

Wenn Simon Thorrold und seine Leute Jagd auf Teufelsrochen machen, dann nehmen sie Lanzen mit ins Wasser. Gemächlich segeln die Giganten dahin, und dennoch ist es nicht immer einfach, sich ihnen zu nähern. „Einmal mussten wir bis auf 25 Meter runter“, erzählt Thorrold. „Zum Glück hatten wir einen Kollegen dabei, der die Luft mehr als zwei Minuten lang anhalten kann.“

Irgendwann war der Mann dem Koloss nahe genug, um ihm den Widerhaken mit dem daran angebrachten Messfühler in den Leib rammen zu können. „Die reagieren kaum darauf“, sagt Thorrold. „Sie scheinen nicht viel davon zu merken.“

Insgesamt 15 Sichelflossen-Teufelsrochen bestückte er und sein Team im Atlantik vor den Azoren. Für die Wissenschaftler vom ozeanografischen Forschungszentrum Woods Hole in Massachusetts begann damit eine Reise in ein geheimnisvolles Schattenreich. Monatlang trugen die bis zu 350 Kilogramm schweren Riesenfische die Geräte mit sich herum. Alle paar Sekunden protokollierten diese Temperatur, Wasserdruck und Position.

Nach einigen Monaten löst sich der 4000-Dollar-Sender, steigt an die Oberfläche und funkt das Bewegungsprotokoll des Rochens an einen Satelliten. Inzwischen sind die Daten ausgewertet – und zeugen von einer erstaunlichen Reiselust der Meerestiere. Zielstrebig schwammen sie südwärts, insgesamt 3800 Kilometer legte der Wanderfreudigste der Rochen zurück.

Die eigentliche Überraschung aber lieferte das Tiefenprofil: Immer wieder zeigt es abrupte Zacken. Innerhalb weniger Minuten stürzt die Temperatur um gut 20 Grad Celsius, gleichzeitig steigt der Druck auf mehr als das Hundertfache. Die Rochen, so zeigen die Messungen, brechen

regelmäßig zu spektakulären Exkursionen in die Tiefe auf.

Falken der Meere gleich stürzen sie sich abwärts, mit einer Geschwindigkeit von bis zu sechs Metern pro Sekunde. Erst nach 1000, mitunter sogar erst nach mehr als 1500 Metern kommt der Sturzflug zum Halt. In einem Fall registrierte das Thorrold-Team einen Rekordwert von 1896 Metern.

Meist nur eine halbe Stunde lang verharren die Tiere in der Tiefe. Dann schwimmen sie zügig aufwärts und baden im warmen Oberflächenwasser. „Sie sonnen sich, um sich von dem Ausflug in die Kälte zu erholen“, sagt Thorrold.

Doch warum setzen sich diese Tiere überhaupt den widrigen Bedingungen des Tiefenwassers aus? Teufelsrochen galten bislang als Räuber, die nahe der Oberfläche jagen. Was lockt sie in eine Finsternis, in der tiefe Temperaturen und geringer Sauerstoffgehalt des Wassers das Atmen schwierig machen? Thorrold kennt nur eine Erklärung: „Es muss da unten ein Festmahl auf sie warten.“

Der Hinweis auf reiche Jagdgründe in 1500 Meter Tiefe passt zu dem Bild, das sich die Wissenschaft neuerdings vom freien Wasser tief unter dem Meeresspiegel macht. „Wir erleben gerade einen Paradigmenwechsel“, sagt Thorrold. Nur wenig ist der Wissenschaft bisher bekannt über jenen gewaltigen Wasserkörper, der unterhalb der lichtdurchfluteten Oberflächenschicht der Meere liegt. Doch die Indizien mehren sich, dass er prallvoll von Kreaturen ist. Vermutlich tummelt sich dort sogar weit mehr tierisches Leben als in allen anderen Ökosystemen des Planeten zusammengenommen.

„Midwater“ nennen die Wissenschaftler diesen Bereich der Ozeane, und lange galt

er als unwirtliche Ödnis. Wie sollte Leben gedeihen, wo es für Fotosynthese zu finster ist? „Es gibt allen Grund zu glauben“, so formulierte 1878 der große schottische Meeresforscher Charles Wyville Thomson, dass die Fauna der Ozeane „auf zwei Zonen beschränkt ist, eine nahe der Oberfläche, die andere nahe dem Grund“.

Im Zweiten Weltkrieg richteten dann Militärforscher der Alliierten ihre Echolote auf die dämmrig-finstere Zone zwischen Grund und Oberfläche. Ihr Interesse galt der Ortung von U-Booten, doch machten sie dabei eine Entdeckung, die sich als meeresbiologisch höchst bedeutsam erweisen sollte: Aus etwa 400 Meter Tiefe fing das Sonar seltsame Reflexionen auf, so ausgeprägt, dass die Marineforscher von einem „falschen Meeresboden“ sprachen.

Und mehr noch: Die sogenannte Echostreuschicht, die Ursprung dieser Reflexionen war, schien sich auch noch zu bewegen: Alltäglich nach Sonnenuntergang stieg sie fast bis an die Oberfläche empor, um dann bei Anbruch der Morgendämmerung wieder abwärtszusinken.

Das rätselhafte Phänomen faszinierte die Militärs, weil es ihnen die Möglichkeit eröffnete, ihre U-Boote unter dem „falschen Meeresboden“ wie hinter einem Vorhang zu verstecken. Biologen dagegen vermuteten bald, dass es sich bei der beweglichen Schicht im Echogramm um gigantische Fischschwärme handelte, die allnächtlich an die Oberfläche kommen. Im Verborgenen vollzieht sich so Tag für Tag in den Weltmeeren ein Spektakel, das selbst die Wanderung der großen Tierherden in der Serengeti bei Weitem in den Schatten stellt.

Die Biologen forschten, rechneten und schätzten, dann kamen sie zu einer schwindelerregenden Zahl: Rund eine Milliarde Tonnen, so ihr Fazit, betrage die Biomasse der Fische in der Tiefe – so viel wie diejenige aller Wildtiere auf allen Kontinenten zusammen.

Neue Messungen zeigen nun: Selbst diese Schätzung lag viel zu niedrig. „Da unten ist noch viel, viel mehr, als wir uns je hätten träumen lassen“, sagt der spanische Ozeanograf Carlos Duarte.

In der Tradition der Entdeckerreisen des 18. und 19. Jahrhunderts war er mit seinem Team im Dezember 2010 zur „Malaspina-Expedition“ aufgebrochen, um die Weltmeere zu erkunden. Knapp 60000 Kilometer legten die Forscher zurück, sie fischten Tiere aus der Tiefe, analysierten ihr Erbgut und horchten das Reich der Finsternis mit ihren Sonargeräten ab.

Vor wenigen Monaten legten die Malaspina-Forscher Daten vor: Der Großteil der Tierwelt in den Ozeanen, so ihr verblüffender Befund, ist der Wissenschaft bisher verborgen geblieben.

Räuber der Tiefe

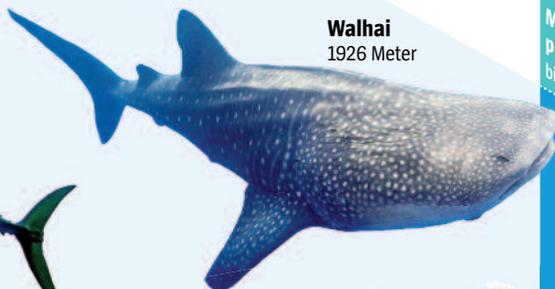
Ausgewählte Meerestiere und ihre maximal gemessene Tauchtiefe



Blauflossen-Thunfisch
1015 Meter



Sichelflossen-Teufelsrochen
1896 Meter



Walhai
1926 Meter



Weißer Hai
1280 Meter



Pottwal
2250 Meter



Südlicher See-Elefant
2388 Meter



Lederschildkröte
1280 Meter

DER SPIEGEL

„Dort unten leben mindestens 10-, vielleicht sogar 30-mal so viele Fische, wie wir bisher dachten“, sagt Duarte. Selbst in jenen riesigen Regionen offener See, die lange als marine Wüsten galten, brodelt tief unten Leben.

Wenn aber zehnmal mehr Tiefseefische als bisher gedacht dort unten fressen, atmen und sich paaren, stellt das alles, was die Forscher über die Ozeane zu wissen glaubten, infrage. Die Nahrungskette, der Nährstoffzyklus, der Kohlenstoffkreislauf und der Sauerstoffhaushalt der Meere – all das gehört nun auf den Prüfstand.

So avancieren auf einmal die Borstenmäuler und Leuchtische zu den bei Weitem häufigsten Wirbeltieren auf Erden. „Sie sind die wahrhaft unbesungenen Helden der Ozeane“, sagt der kalifornische Meeresbiologe William Gilly. Denn über die meist kaum mehr als stichlingsgroßen Fische, die zu Abermilliarden die Tiefen besiedeln, ist erstaunlich wenig bekannt. Und doch bilden sie vermutlich für viele Thunfische, Wale, Haie und Tintenfische die wichtigste Nahrungsgrundlage.

Sicher ist nur, dass diese Tiefseefische mithilfe von Leuchtorganen blinken können, jede Spezies auf ihre besondere Art. Vermutlich verständigen sie sich auf diese Weise. „Licht“, so erklärt Bruce Robison, „ist wahrscheinlich die verbreitetste Form der Kommunikation auf Erden.“ Zwar seien an Land kaum mehr als ein paar Glühwürmchen und Springschwänze fähig zu leuchten, in der Tiefsee dagegen seien Lichtsignale allgegenwärtig.

Der Meeresbiologe vom kalifornischen Monterey Bay Aquarium Research Institute zählt zu den wenigen Menschen, die aus eigener Anschauung von der Dunkelzone der Meere erzählen können. Während die meisten Tiefsee-Expeditionen das Midwater so schnell wie möglich zu durchqueren

suchen, um ihre Forschungsmission am Meeresgrund zu erfüllen, lässt sich Robison in einer gläsernen Druckkapsel auf bis zu tausend Meter absinken, um die geheimnisvolle Welt zu studieren, die ihn dort umgibt.

Manchmal schaltet er dann die Scheinwerfer aus und klebt jedes noch so kleine Lämpchen seiner Apparate ab. „Nach vielleicht zehn Minuten haben sich meine Augen an die Dunkelheit gewöhnt“, erzählt er. „Und dann beginnt eine ungeheuerliche Show.“

Überall um ihn herum sieht er es dann flimmern, flackern und blinken. Meist blitzt es blau, manchmal grün, selten gelb, niemals rot – fast alle Tiefseebewohner sind blind für Rot, denn die Wassersäule verschluckt zuerst den roten Anteil im Sonnenlicht. Deshalb kann Robison die Tiefe mit Scheinwerfern dieser Farbe durchleuchten, ohne die lichtempfindlichen Wesen zu verschrecken.

Und welch ein Spektakel bietet sich ihm da: Psychedelisch anmutende Gespensterfische starren mit kuppelförmigen Riesenlinsen aufwärts, die tief unter einer durchsichtigen Stirn verborgen sind. Schlanke Barakudinas stehen, die Schnauze senkrecht nach oben gerichtet, reglos auf der Lauer. Und bis zu 40 Meter lange Staatsqualen lassen sich durchs Wasser treiben, begleitet von einer ganzen Schar Fische, die in ihren giftigen Fäden Schutz vor Räubern suchen.

Fische, sagt Robison, seien längst nicht die einzigen Bewohner der Tiefsee. Möglicherweise noch zahlreicher seien Quallen, Manteltiere und andere Glibberwesen. So dicht besie-

deln sie die tiefen Wasserschichten, dass er sich mitunter in einem gallertartigen Geflecht von Fäden wiederfindet, das er mit einem dreidimensionalen Spinnennetz vergleicht.

Besonderes Interesse widmet Robison dem Tiefseevampir, einer bizarren Form von Tintenfisch. Anders als es sein Name verheißt, ernährt sich dieser etwa fußballgroße Kopffüßer von toten Tieren, die von der Oberfläche in die Tiefe herabregnen. Vor seinen Feinden schützt er sich, indem er sich in extrem sauerstoffarmen Wasserschichten versteckt, wo den meisten Räubern die Luft ausgeht.

Wird der Tiefseevampir dennoch attackiert, schleudert er dem Angreifer Lichtbomben aus dem Leuchtstoff Luziferin entgegen, die ihn verwirren sollen. Außerdem bleiben die leuchtenden Partikel am Körper des Gegners haften und markieren ihn damit für Räuber, die noch eine Stufe höher in der Nahrungspyramide stehen – und dann den Feind aus dem Weg räumen.

Eine andere Art Tintenfisch spielt in den Gewässern vor der amerikanischen Pazifikküste eine zentrale ökologische Rolle. Gewaltige Schwärme von Kalmaren gehen im kalten, nährstoffreichen Humboldtstrom auf die Jagd. Robisons Kollege William Gilly von der Stanford University hat diesem bis zu 2,5 Meter langen Raubtier seine Karriere gewidmet.

„Humboldt-Kalmare sind die großen Anpassungskünstler der Meere“, sagt Gilly. Wie die Tiefseevampire flüchten auch sie vor großen Räubern in sauerstoffarmen Tiefenschichten. Ansonsten aber verbringen sie den Großteil ihres Lebens mit Fressen. Blitzschnell schie-



Forschungsobjekt Teufelsrochen: Festmahl in der Finsternis

ßen sie auf ihre Beute zu – Spitzengeschwindigkeiten von bis zu hundert Kilometern pro Stunde wurden gemessen. Mit Fangtentakeln voller zahnbewehrter Saugnäpfe schlingen sie Krebse und Fische in ihr schnabelförmiges Maul, aber auch Artgenossen verschmähen sie nicht.

Binnen zwei Jahren wachsen 10 Milligramm schwere Jungtiere zu 50-Kilo-Raubtieren heran – ein Gewichtszuwachs, der auf Erden seinesgleichen sucht. Und doch kann sich gerade diese außergewöhnliche Wachstumskurve abrupt verändern: Schlägt das Klima um, etwa unter dem Einfluss eines „El Niño“, bleiben die Humboldt-Kalmare kleinwüchsig. Nun erreichen sie schon nach einem halben Jahr, kaum ein Kilogramm schwer, die Geschlechtsreife.

Und auch ihre Verbreitung kann sich urplötzlich ändern. Um 2004 etwa schlugen die Fischer in Oregon Alarm. Ihr Geschäft war eingebrochen. Denn in den Fluten wimmelte es auf einmal von Humboldt-Kalmaren, die sich über den Nachwuchs der Seehechte hermachten.

Der Erfolg der „roten Teufel“, wie die Humboldt-Kalmare auch genannt werden, beruht auch auf ihrer überraschend hohen Intelligenz. „Vieles spricht dafür, dass sie viel schlauer sind als die meisten Fische“, sagt Gilly. Mit raffinierter Sonartechnik ge-

lang es dem Stanford-Forscher und seinem Team, die Bewegung einzelner Tiere während ihrer nächtlichen Jagdzüge zu verfolgen.

Die Wissenschaftler beobachteten dabei ein erstaunlich koordiniertes Verhalten der Kalmare: In Gruppen von bis zu 40 Individuen bewegen sie sich auf spiralförmigen Bahnen aufwärts. „Wir wissen nicht genau, was sie da tun“, sagt Gilly, „aber es sieht aus wie kooperatives Jagen.“ Der Forscher vermutet, dass die Kalmare auf diese Weise ihre Beute zusammentreiben.

Nur wenige Tintenfische sind so gut erforscht wie die Humboldt-Kalmare. Über das Leben ihrer großen Verwandten etwa, der Riesenkalmare, gibt es nicht viel mehr als Spekulationen. Und doch macht schon eine einfache Überschlagsrechnung die ökologische Bedeutung der Kopffüßer klar: Pottwale ernähren sich vorwiegend von Tintenfischen, und das in großer Zahl. Allein in ihrem Magen verschwindet alljährlich eine Menge, deren Gewicht ungefähr dem Ertrag der gesamten weltweiten Fischereiflotte entspricht.

Um den noch größtenteils unbekanntem Lebensraum der Quallen, Fische und Kalmare im Midwater zu erkunden, nutzen die Forscher zunehmend tierische Helfer. Im Rahmen des „Census of Marine Life“ etwa,

einer Art Bestandsaufnahme des Lebens in den Ozeanen, bestückten sie im Nordpazifik 1791 Tiere von 23 Raubtierspezies mit Messgeräten und schickten sie damit auf Erkundungsreise. Nicht nur Wale, Haie und Thunfische, sondern auch Schildkröten und See-Elefanten waren darunter. Es entstand so ein Bild des Pazifiks als unermesslicher Unterwassersafari.

Tiere können auf diese Weise einen gewaltigen Datenschatz zutage fördern, nicht nur über ihre eigenen Wanderungen, sondern auch über Salzgehalt, Temperatur und Restlichtintensität im Wasser. Einige von ihnen, auf deren Kopf die Forscher Kameras befestigt hatten, brachten sogar Fotos aus der Unterwelt mit.

In fast allen Fällen bestätigt sich eine Grundregel: Ganz gleich ob Fisch, Reptil oder Säuger – Räuber tummeln sich gern in der Tiefe. Den Rekord hält seit Kurzem der Cuvier-Schnabelwal: Im März dieses Jahres berichteten amerikanische Forscher vom Tauchgang eines Tieres vor der kalifornischen Küste, das bis auf eine Tiefe von 2992 Metern vordrang.

Aber auch Lederschildkröten sind erstaunlich gute Taucher: In bis zu 1280 Meter Tiefe gehen sie auf Quallenjagd. Weiße Haie wiederum scheinen ein ganz bestimmtes Jagdrevier im offenen Pazifik zu bevorzugen, gelegen etwa auf halbem Weg zwischen Mexiko und Hawaii. So viele der gefürchteten Killer versammeln sich dort, dass die Forscher vom „Café zum Weißen Hai“ sprechen.

See-Elefanten schließlich sollen jetzt helfen, die Zusammenarbeit von Forschern und ihren tierischen Assistenten auf eine neue Stufe zu heben. Gareth Lawson vom Forschungszentrum in Woods Hole will ihnen Sonargeräte mit auf den Weg geben. „Sie können damit dreidimensionale, dynamische Bilder ihrer Beute aufnehmen“, hofft der Meeresforscher.

Die Datenmenge ist in diesem Fall allerdings zu groß, um sie über Satellit übertragen zu können. Deshalb macht sich Lawson zunutze, dass die Tiere zuverlässig zu ihren Kolonien zurückkehren, sodass er sie ähnlich wie Brieftauben einsetzen kann. Um zu testen, ob das Verfahren funktioniert, setzte er zunächst Jungtiere – Lawson spricht von „200-Pfund-Babys“ – rund 20 Kilometer entfernt von ihrer Heimatkolonie an der kalifornischen Monterey Bay aus.

Das Experiment war erfolgreich. „Sie brachten uns die Geräte mit“, sagt Lawson, „und mit ihnen Aufnahmen der faszinierenden Welt, in der sie leben.“

Johann Grolle



Video: Das bizarre Leben in der Tiefsee

spiegel.de/sp472014tiefsee
oder in der App DER SPIEGEL