

HEINZ KRIMMER

KOSMOS



# ALIENS DER OZEANE

---

NEUN GEHIRNE UND DREI HERZEN  
DIE BIZARRE WELT DER TINTENFISCHE

HEINZ KRIMMER

# ALIENS — DER OZEANE

NEUN GEHIRNE UND DREI HERZEN -  
DIE BIZARRE WELT DER TINTENFISCHE

KOSMOS

# Inhalt

---

## **5 ECHT STRANGE**

- 6 Drei Herzen pumpen blaues Blut
- 9 Hinten ist oben, vorne ist hinten
  - 13 Das gefaltete Wirbeltier
  - 17 Von Kopffüßern
  - 24 Vom Kopffüßler
  - 26 Die Dezentrale
- 33 Homo octosepioteuthis

---

## **43 FRESSEN UND GEFRESSEN WERDEN**

- 44 Gnadenlose Jäger
- 48 Die Kunst des Jagens
- 50 Der Arm der anderen
- 52 Die Jäger der Jäger
- 60 Noch Haut oder schon Display?  
Die Chamäleons der Ozeane
- 66 Schwarz wie Tinte
- 72 Licht im Dunkeln
- 77 Wandernde Steine und Plattfische

---

## **2**

### **83 TOD DURCH SEX LIVE FAST, DIE YOUNG**

- 84 Schneller leben, früher sterben
- 88 Kleiner Penis, langer Arm
- 92 Zwergmännchen und Riesenweibchen
  - 98 Darkroom
  - 99 Massenpaarung

- 104 Damenwahl  
106 Mütter und Rabenmütter  
111 Der No-Name-Oktopus

---

### **117 DUNKLE WELTEN**

- 118 Nachtsichtgeräte  
127 Weltenwanderer  
136 Trocken und nass, süß  
und salzig, tief und flach

---

### **151 MYTHOS UND WAHRHEIT**

- 152 Harmlose Monster, tödliche Zwerge  
159 Gigantisches aus der Tiefsee  
168 Blobs und Flops  
172 Wie alt ist die Welt?

---

### **177 K WIE KAMBRIUM UND KLIMAWANDEL**

- 178 Von Schalen und Walen  
186 Aus der Zeit gefallen  
189 Darwins Oktopus und die Aliens  
195 Die Zukunft der Ozeane

---

### **206 AUTOR/BILDNACHWEIS**


### **207 IMPRESSUM**



# ECHT STRANGE!



Warum uns Kopffüßer  
wie Aliens erscheinen



**Sie haben drei Herzen und blaues Blut. Sie schwimmen rückwärts und koten sich auf den Kopf. Die Speiseröhre verläuft durch eines ihrer neun Gehirne. Nichts an einem Kopffüßer erscheint vertraut.**

— **Voll transparent**

Der kleine frischgeschlüpfte *Wunderpus photogenicus* ist noch durchsichtig. Man erkennt gut die weißen Nervenzellen und dass das Gehirn dezentral organisiert ist. Es befindet sich zwischen den Augen und in den Armen.

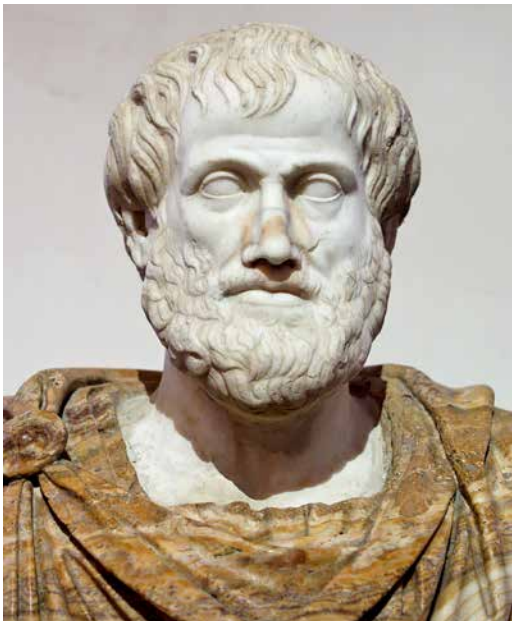
### DREI HERZEN PUMPEN BLAUES BLUT

Das scharfe Messer durchtrennte die Haut und die Muskeln des Lebewesens ohne Probleme. Der Mann, der es aufschnitt, hatte nur etwas Schwierigkeiten den glitschigen Körper mit seinen Händen festzuhalten. Blaues Blut strömte aus der klaffenden Wunde des frisch gefangenen Lebewesens und verteilte sich auf dem Tisch. Vor kurzem noch schwamm es im salzigen Wasser des Mittelmeeres. Der Mann klappte das Gewebe zur Seite und das Innere mit all seinen Organen wurde sichtbar. So ähnlich könnte es gewesen sein circa 360 Jahre vor Christus, auf der griechischen Insel Lesbos.

Normalerweise wäre dieser Vorgang nicht erwähnenswert, zu unbedeutend, um dafür nur einen Buchstaben zu verschwenden. Das Tier mit der ungewöhn-

#### — Der erste Biologe

Aristoteles geboren 384 vor Christus in Stageira. Er gilt als Vater zahlreicher Wissenschaften, darunter die Wissenschaftstheorie, die Physik, die Logik, die Dichtungstheorie sowie die Biologie. Sein Denken prägte das der westlichen Welt. Was für ein Leben!

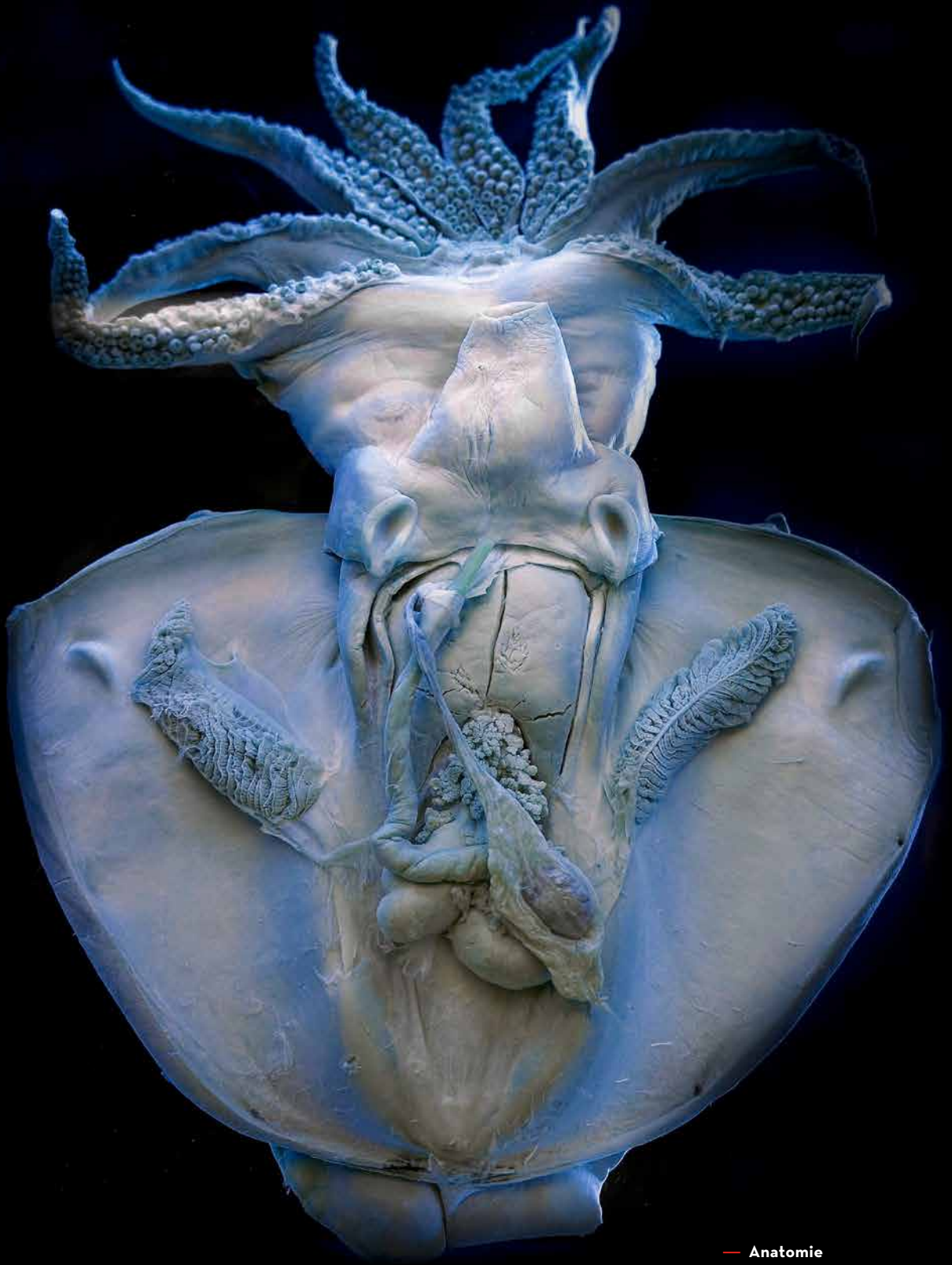


**Aristoteles war der erste Mann, der einen Tintenfisch aus rein wissenschaftlichem Interesse aufschnitt.**

lichen Farbe seines Blutes war ein zur Gruppe der Tintenfische gehörender Kopffüßer, und diese gehörten für die Menschen an den Meeresküsten schon immer zu einer beliebten Beute. Seit Hunderttausenden von Jahren zerschnitten sie die Tiere täglich massenhaft. Am Anfang mit der Hilfe von scharfen Steinen und seit der Bronzezeit mit Messern. Doch dieses Mal war alles anders. Der Mann öffnete den Tintenfisch nicht um ein köstliches Mal für die Familie vorzubereiten, sondern im Dienst der Wissenschaft. Er wollte die Innereien des Tieres nicht herauszureißen, um sie unbeachtet den Möwen zu überlassen. Er wollte sie mit eigenen Augen sehen, bestimmen, etwas über ihre Funktion und ihre Anordnung erfahren und das Gesehene in anatomischen Zeichnungen der Nachwelt überliefern. Letzteres gelang ihm nicht, die anatomischen Zeichnungen gingen verloren. Doch andere bedauerten den Verlust und zeichneten die Anatomie des Tintenfisches erneut. Als Vorlage dienten einigen die schriftlichen Schilderungen des ersten Anatomen der Welt. Es ist kein geringerer als Aristoteles und er seziierte nicht nur Tintenfische, sondern auch zahlreiche andere Arten, darunter Säugetiere und Vögel. Er wollte hinter die Fassade des äußeren Erscheinungsbildes der Tiere blicken, um die Geheimnisse des Lebens zu lüften.

Seine Ergebnisse veröffentlichte er in drei Schriften: *Historia animalum* (Tierkunde), *De Partibus Animalum* (Über die Teile der Tiere) und *De Generatione Animalum* (Über die Entstehung der Tiere). Er beschrieb Hunderte von Tierarten, versuchte sie nach Gruppen zu ordnen und dokumentierte ausführlich ihr Verhalten. Seine Schriften waren nicht die ersten über Tiere, aber die ersten, die sich analytisch, systematisch und in einem bisher nie dagewesenen Umfang mit biologischen Fragen beschäftigten. Seine Vorgänger würdigte Aristoteles insofern, dass er Informationen übernahm, wenn sie ihm nach sorgfältiger Prüfung glaubhaft erschienen. Neben schriftlichen, wertete er auch mündliche Überlieferungen und Erfahrungen anderer Menschen aus. Über Tintenfische lernte er nachweislich viel von den Fischern auf Les-





— **Anatomie**

Mit den Augen des Aristoteles: So sah er vermutlich die Innereien der *Sepia officinalis*, nachdem er den Mantel des Tieres aufgeschnitten hatte.



## ALIENS DER OZEANE

bos. Als er seine Schriften niedergeschrieben hatte, enthielten sie das gesamte Wissen der Antike über die Tierwelt, ergänzt durch zahlreiche Ergebnisse seiner eigenen Forschungsarbeiten. Dass er wissenschaftlich vorging, machte sein Werk zu einer echten Weltpremiere mit den Tintenfischen als Hauptdarstellern. Seine Überlieferungen



zu ihrer Anatomie und ihrem Verhalten sind Höhepunkte in seinen Werken. Zu Recht gilt aus diesen Gründen Aristoteles heute als „Vater der Biologie“.<sup>1</sup> Ohne seine Vorarbeit wären die nächsten circa 2000 Jahre Biowissenschaften nicht denkbar gewesen. Erst mit der Veröffentlichung der Evolutionstheorie durch Charles Darwin im Jahre 1859 nahm sein Einfluss ab.

Bleibt noch ein kleines Geheimnis: Welchen Tintenfischarten gebührt die Ehre, auf diese Weise ein besonderer Teil der Biologiegeschichte geworden zu sein? Von den acht von Aristoteles beschriebenen Tintenfischarten konnten vier identifiziert werden.

Er blickte ins Innere des Gewöhnlichen Tintenfisches (*Sepia officinalis*), des Gemeinen Kalmar (*Loligo vulgaris*), des Gewöhnlichen Kraken (*Octopus vulgaris*) und des Papierbootes *Argonauta argo*. Alle diese Arten kommen im Mittelmeer vor. Über die anderen vier konnten, auf Grund ungenügender Informationen, bisher nur Vermutungen angestellt werden. Doch unabhängig von den Arten kann man eines mit Sicherheit sagen: Die seltsamen Tintenfische hatten es Aristoteles angetan. Sie gehörten zu seinen Lieblingstieren.

Nicht alles was Aristoteles über seine Lieblinge schrieb war richtig. Vieles hat er auch übersehen. Darunter das blaue Blut, denn er ordnete die Tintenfische einer Gruppe zu, die er als „blutlose Thiere“<sup>2</sup> bezeichnete. Wie konnte das passieren? Wir können darüber im Nachhinein nur spekulieren. Aber es gibt Indizien. Er übersah die Adern<sup>3</sup> und er fand in den aufgeschnittenen Tintenfischen kein Herz. Das Organ, das das Blut durch den Körper transportiert. Da-

**Verwandte**  
Blaues Blut kommt bei Wirbellosen häufig vor. Weinbergschnecken gehören wie Tintenfische zu den Weichtieren und sind ebenfalls „blaublütig“.

bei schlagen in den Tintenfischen sogar drei: Ein Hauptherz und zwei Kiemenherzen. Doch sie sind klein, von anderer Form, als er es von den Wirbeltieren kannte und daher in der schleimigen inneren Masse der Tintenfische leicht zu übersehen. Blut kannte Aristoteles als rote Flüssigkeit von den Wirbeltieren. Eine rote Flüssigkeit konnten die

Tintenfische nicht bieten und so beschrieb er sie als „blutlos“. Hinzu kommt, dass ihm die Aufgabe des Blutes im Körper der Lebewesen völlig unbekannt war. Hätte er es gewusst, wäre seinem klaren Verstand sicher nicht entgangen, dass alle Lebewesen Blut oder etwas Vergleichbares besitzen müssen. Ohne Sauerstoff kein höheres Leben und wenn es keine Möglichkeit gibt, diesen zu den Körperzellen zu transportieren auch nicht. Genau das ist eine der wichtigsten Funktionen des Blutes.

Wie dieser Prozess genau funktioniert verdanken wir Ludwig Hünefeld, der 1840 das Hämoglobin und seine Funktion entdeckte. Es ist ein Proteinkomplex, der Eisen enthält, in den Blutkörperchen den Sauerstoff transportiert und ihnen die rote Farbe verleiht. Aber warum ist dann das Blut der Tintenfische blau? Im Blut der Tintenfische fließt kein eisenhaltiges Hämoglobin, sondern eine Substanz, die ebenfalls Sauerstoff binden und transportieren kann: kupferhaltiges Hämocyanin. Es ist farblos. Verbinden sich die Kupfer-Ionen mit Sauerstoff, wird es blau. Und noch ein Unterschied ist von Bedeutung. Die Sauerstoffbindungsfähigkeit von Kupfer-Ionen ist geringer als die von Eisen. Hier schließt sich der blaue Blutkreislauf. Um schnell und genügend Sauerstoff im Blut transportieren zu können, sind in diesem Fall drei Herzen besser als eines. Die Aufgabe der Kiemenherzen ist, das Blut schnell zu den Kiemen zu pumpen, um die Sauerstoffanreicherung zu beschleunigen. Das Hauptherz pumpt das so angereicherte Blut zu den Körperzellen. Der Nachteil der Kupfer-Ionen spielt nur im warmen Wasser eine Rolle. In der kalten Tiefsee und den Meeren der Pole werden

die Karten neu gemischt. Unter diesen Bedingungen ist die Sauerstoffbindungsfähigkeit der Kupfer-Ionen denen des eisenhaltigen Hämoglobins überlegen. Blau schlägt rot. Einer der Gründe, warum Tintenfische in so großer Artenvielfalt die Tiefsee eroberten. In Verbindung mit den drei Herzen werden Tintenfische in diesem Ökosystem zu wahren Überlebenskünstlern und manche zu Riesen. In der Tiefsee lebt der Riesenkalmar (*Architeuthis dux*) mit einer Mantellänge von 2,25 Metern und einer Tentakellänge von über 10 Metern. In der Tiefsee der Antarktis, der Koloss-Kalmar (*Mesonychoteuthis hamiltoni*)<sup>4</sup>, der eine ähnliche Größe besitzt. Sie sind mit Abstand die größten wirbellosen Tiere, die wir kennen, und sie brauchen eines mit Sicherheit: viel Sauerstoff.



Die Tintenfische sorgen dafür, dass es das nächste Merkmal in sich, das Aristoteles lapidar in einem kurzen Halbsatz so beschrieb: „... sie (gemeint ist eine kleine *Sepia officinalis*, kurz vor dem Schlüpfen und fertig entwickelt) hat als einziges ‚Tier‘ das Hinterende und das Vorderende an gleicher Stelle.“<sup>5</sup>

Und in der Tat, Tintenfische besitzen kein Hinten in dem Sinne, wie wir es von Lebewesen gewohnt sind, die einen Kopf besitzen. Dabei ist es zweitrangig, ob es sich um Wirbellose oder Wirbeltiere handelt. Betrachten wir aus diesem Grund ein uns allen bekanntes Wirbeltier, da uns seine Anatomie vertraut ist: Einen Hund. Für uns ist völlig selbstverständlich, dass sich vorne der Kopf und Hinten der Po befindet. Der Kopf ist der Sitz des Maules, in dem das Wasser, Futter und die Leckerlies verschwinden. Letztere werden gierig verschlungen, langsamer verdaut und am nächsten Morgen beim Gassi hinten als kleines Würstchen ausgeschieden. Ist es ein Rüde und trifft er bei unserem Spaziergang auf ein läufiges Weibchen, dann kann ihn nur noch die Leine daran hindern für den Fortbestand der Art zu sorgen. Er würde die Hündin von hinten besteigen, da ihre Geschlechtsöffnung dort zu finden ist und sich sein erigierter Penis ebenfalls an der hinteren Bauchseite befindet. Und was machen die Tintenfische? Sie haben hinten keine Öffnungen. Aristoteles hat sie sicher gesucht, aber keine gefunden und wir würden auch keine finden. Weder für das Ausscheiden von Kot oder Urin, noch für Sex und auch nicht für irgendetwas anderes. Werfen wir noch einmal mit Hilfe unserer Fantasie einen Blick in den aufgeschnittenen Tintenfisch, der auf dem Holz- oder Steintisch vor ca. 2350 Jahren auf der Insel Lesbos im Schatten eines Baumes lag. Tatsächlich konnte Aristoteles sowohl die männlichen, als auch die weiblichen Geschlechtsorgane der Tintenfische im Inneren ihrer Körper identifizieren. Es musste also trotz fehlender Geschlechtsöffnungen eine Möglichkeit zur sexuellen Fortpflanzung geben.

### HINTEN IST OBEN, VORNE IST HINTEN

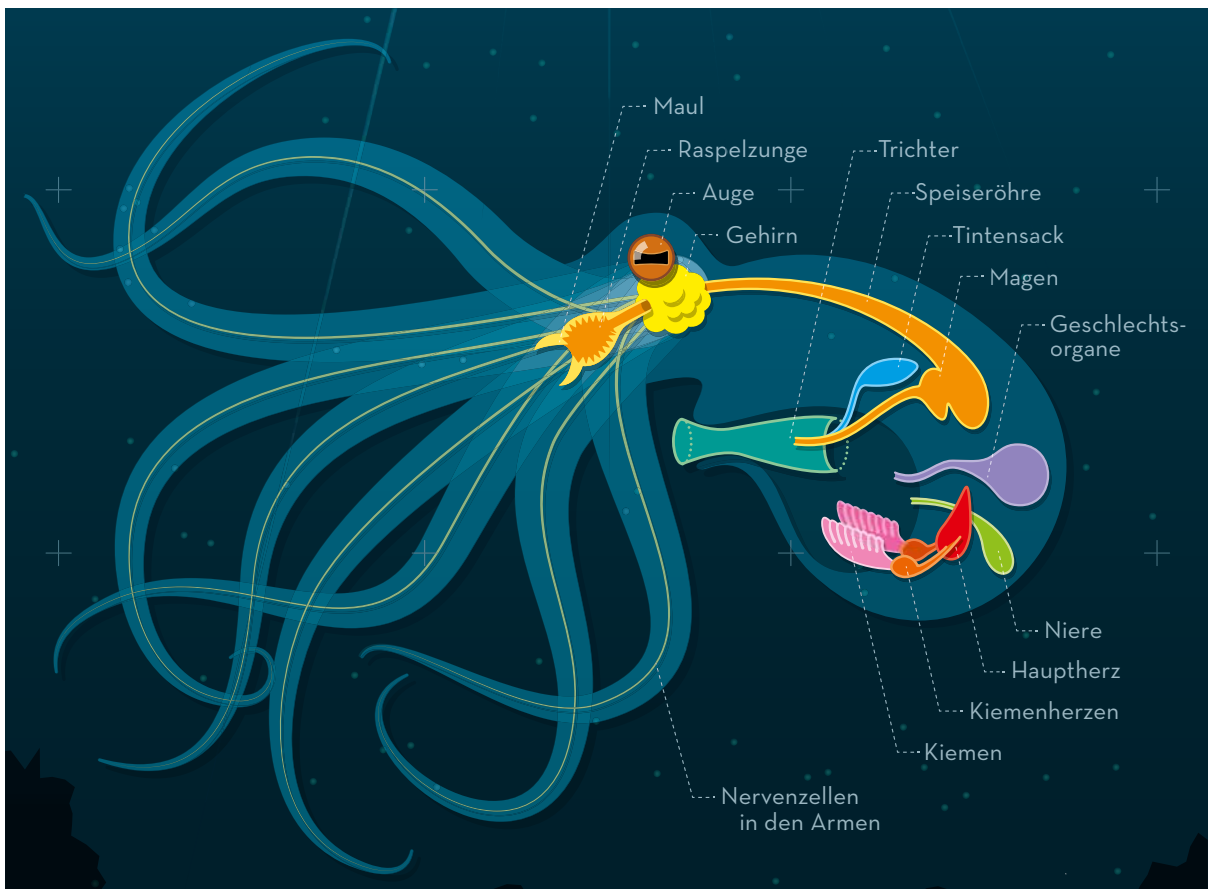
Verweilen wir noch ein wenig im 4. Jahrhundert vor Christus in Griechenland. Seit ein paar Tagen schickte die Frühlingssonne ihre warmen Strahlen. Die Natur auf der Insel Lesbos erwachte. An Land begannen die Pflanzen zu blühen. Im Meer versammelten sich die Gewöhnlichen Tintenfische (*Sepia officinalis*) zur Fortpflanzung im flachen Wasser der zahlreichen Buchten. Massenhaft befestigten die Weibchen ihre befruchteten Eier in Bündeln, an Gorgonien (Korallen) oder am Seegras, das am Meeresboden wächst. Es wurde für Aristoteles Zeit, die Fischer der Insel aufzusuchen, um sie zu bitten ihm in bestimmten Zeitabständen Tintenfischeier von ihren Ausfahrten mitzubringen. Kaum hatte er sie in den Händen, öffnete er sie. Er entdeckte, dass die Sepien sich im Ei vollständig entwickelten und als Miniaturausgabe des erwachsenen Tieres schlüpften. Ein großer und bedeutender Unterschied zu zahlreichen anderen Meerestieren, aus deren Eier oft Larven schlüpfen, deren Form die Zuordnung zu den ausgewachsenen Tieren für Generationen von Biologen oft erschwerte. Eine der wenigen Eigenschaften der Tintenfische, die nicht für Verwir-

**Schutz**  
Aristoteles erkannte auch, dass der Gewöhnliche Tintenfisch seine Eier schwarz färbt, um sie vor Fressfeinden zu schützen.

## ALIENS DER OZEANE

Beschreibungen der Fischer folgend vermutete er bei den Sepien: „Sie vereinen sich nämlich mit dem Mund, während sie die Arme miteinander verbinden.“<sup>6</sup> Doch wie der Vorgang im Einzelnen ablief, wusste er nicht. Es sollten noch viele Jahrhunderte ins Land gehen, bis das seltsame Fortpflanzungsverhalten der Tintenfische aufgeklärt wurde. Und soviel sei vorweggenommen: Das Sexleben der Tintenfische ist besonders bizarr.

Doch vertagen wir diese Frage auf später und widmen uns der Verdauung. Aristoteles sah den Magen und den Darm, der zu seinem Erstaunen eine 180 Grad Wendung machte und neben dem Kopf des Tintenfisches durch ein röhrenförmiges Gebilde, das Trichter genannt wird, seinen Ausgang ins Wasser fand. „Er bemerkte damit eines der seltsamsten Merkmale in der Anatomie der Tintenfische: dass sie auf ihren Kopf koten“.<sup>7</sup> Gut, dass diese für uns unappetitliche Art die



### — Anatomie

Trotz der verschiedenen äußeren Erscheinungsformen von Kraken, Sepien und Kalmaren: Die Anordnung, Anzahl und Funktion der Organe im Inneren sind weitgehend gleich.

Abfallstoffe der Nahrung zu entsorgen, dramatischer klingt als sie ist. Im Wasser gibt es Strömungen und wegschwimmen kann man auch. An Land wäre das sicher eine schlechte Idee.

Doch auch das Vorne des Tintenfisches verwirrt. Die Position des Kopfes und des Maules gibt normalerweise bei mobilen Lebewesen die bevorzugte Bewegungsrichtung eines Tieres vor. Insekten krabbeln oder fliegen vorwärts und auch alle Wirbeltiere bewegen sich vorwärts. Tintenfische wären aber keine Tintenfische, wenn sie es allen gleichtäten. Sie bewegen sich nach dem Rückstoßprinzip. Eine Technik, die wir beim Raketenantrieb einsetzen und dafür Treibstoff verwenden. Ein Tintenfisch dagegen Muskelkraft und Wasser. Er nimmt das Wasser in den Hohlraum der Mantelhöhle auf und presst es mit seinen starken Muskeln durch den röhrenförmigen Trichter, den wir schon von den Ausscheidungen kennen, mit hohem Druck heraus. Die Tintenfische schießen nach hinten davon und schauen dem Tod in Gestalt eines Verfolgers immer ins Auge. Um ihm besser zu entkommen, können sie mit dem Trichter auch lenken. Seine Ausrichtung bestimmt das Feintuning der Rückwärtsbewegung.

Selbstverständlich können sie sich auch nach vorne bewegen. Insbesondere bei der Jagd auf Beute nutzen sie diese Fähigkeit. Je nach Art sind sie sehr geschickt und auch schnell. Ihre bevorzugte Bewegungsrichtung, insbesondere auf der Flucht oder falls größere Strecken zurückgelegt werden, ist und bleibt rückwärts.

Ein Blick in ihre evolutionäre Geschichte kann diese Sonderbarkeiten erklären. Tintenfische sind Kopffüßer und gehören zum Stamm der Weichtiere (*Mollusca*) und innerhalb dieser Gruppe zum Unterstamm der Schalenweichtiere (*Conchifera*). Ihre nächsten Verwandten sind Einschaler, Kahnfüßer, Schnecken und Muscheln. Die meisten dieser Verwandten haben ein Außenskelett in Form von Schneckenhäusern und Muschelschalen. Auch die Vorfahren der Kopffüßer schützten ihren weichen Körper mit einer äußeren Schale. Gleichzeitig diente die Schale der Re-



**In der Vergangenheit benutzten Tintenfische ihre Schale zum Schutz und zum Schwimmen. Sie war sozusagen ihre externe Schwimmblase.**

**— Paarung**

Das Foto scheint Aristoteles Vermutung der Mundvereinigung zu bestätigen. Dies entspricht nicht ganz der Wahrheit. Das Männchen umfasst die Tentakel des Weibchens und versucht mit seinem Begattungsarm die Spermatophoren in der dafür vorgesehenen Speichertasche des Weibchens zu platzieren.

gulierung des Auf- und Abtriebes im Wasser. Im Laufe der Evolution wurde die Schale zunächst vom Gewebe überwachsen und bildete sich im Inneren der Kopffüßer immer mehr zurück. Bei Sepien und Kalmaren sind noch Reste erhalten. Bei Sepien heißen sie Schulp, bekannt als Sepiaschale für unsere Wellensittiche. Der Schulp besteht aus Kalk und zahlreichen kleinen Kammern, die mit luftähnlichem Gas oder Flüssigkeit gefüllt werden und mit deren Hilfe die Sepien tariieren können. Je nach Gas- beziehungsweise Flüssigkeitsfüllung können sie im Wasser schweben, aufsteigen oder sinken. Eine der Funktionen der ehemaligen äußeren Schutzhülle hat sich also erhalten. Bei Kalmaren nennt man den Schalenrest Gladius, da er an das gleichnamige römische Schwert erinnert. Seine einzige Funktion ist heute eine Art Stützfunktion für das Körpergewebe. Tariert wird chemisch mit Hilfe von Ammoniak. Bei den Oktopoden hat sich die Schale vollständig zurückgebildet.

Ignorieren wir die evolutionäre Entwicklung und stecken Sepien, Kalmare und Oktopoden wieder in eine äußere Schale und lassen wie bei ihren Vorfahren



## ALIENS DER OZEANE

nur den Kopf und die Arme herauschauen. Jetzt erscheint es uns logisch, dass Kopffüßer hinten keine Körperöffnungen haben. Welchen Nutzen sollten sie in der Schale auch haben? Also muss alles vorne hinein und wieder heraus. Das betrifft die Nahrung, das sauerstoffreiche Wasser für die im Inneren gelegenen Kiemen, die Spermien und Eier, Abfallstoffe des Stoffwechsels, der Treibstoff Wasser für die Fortbewegung und natürlich die Tinte. Drei Öffnungen stehen den Kopffüßern dafür zur Verfügung. Die Einbahnstraße Mund, durch den ausschließlich die Nahrung aufgenommen wird. Die durch Muskeln kontrollierte Öffnung in der Mantelhöhle, durch die Meerwasser ins Innere kommen kann und der schon erwähnte röhrenförmige Trichter. Hier müssen alle Ausscheidungen raus und er ist das Hauptorgan zum Schwimmen und lenken. Wahrlich ein Multifunktionsrohr.

Stellen wir uns jetzt noch vor, dass das in die Schale eingepackte Tier im freien Wasser schwimmen möchte.

Jetzt bekommt auch das Rückstoßprinzip und die Richtung einen Sinn. Wie sollte das eingeschaltete Tier es sonst ohne Flossen schaffen? Kurz zusammengefasst könnte man die evolutionäre Entwicklung so beschreiben: Die Schale verschwand und der Rest blieb.

Fast richtig, denn Flossen haben Kopffüßer inzwischen auch. Sepien entwickelten einen Flossensaum rund um den Körpermantel. Mit seiner Hilfe können sie sich wie kleine Wasserhubschrauber auf der Stelle drehen, nach vorne oder hinten bewegen oder sich im Sand eingraben. Kalmare dagegen entwickelten große, kräftige Flossen am Körperende. Sie nutzen sie für pfeilschnelle Attacken auf ihre Beute. Oktopoden dagegen besitzen in der Regel keine Flossen.

Haben wir jetzt das Problem des Vorne und Hinten bei den Kopffüßern gelöst? Nicht ganz, denn mit den Augen des Anatomen gesehen, ist das Hinten des Kopffüßers nicht das Hinten, sondern das Oben und damit erklärt sich, warum dort keine Öffnungen zu

### — Multifunktionsrohr

Der röhrenförmige Trichter dieses kleinen Kokosnuss-Oktopoden (*Octopus marginatus*) ragt senkrecht neben dem Auge ins Meer. Er ist das wichtigste Körperteil für die Fortbewegung und alle Ausscheidungen.



finden sind. Kein einziges männliches Tier trägt seinen Penis auf dem Rücken und kein einziges weibliches Tier lässt sich am Rücken begatten. Der Anus ist ebenfalls dort nie zu finden. Selbst Kopffüßer bilden dieses Mal keine Ausnahme. Wir verstehen es besser, wenn wir uns eine Weinbergsschnecke vor Augen führen, einen nahen Verwandten der Kopffüßer. Weinbergsschnecken tragen ihr Schneckenhaus auf dem Rücken und es erscheint uns als das normalste der Welt. Wenn sie über den Boden kriechen, ist vorne der Kopf mit dem Maul, den Augen und dem Gehirn. Der ganze Körper ruht auf einem breiten Fuß. Machen wir aus diesem einen Schneckenfuß acht oder zehn einzelne Füße und ziehen uns ein wenig in die Schale zurück, dann ist unser Kopffüßer mit Schale fast fertig. Nur die Ausrichtung stimmt noch nicht. Wir müssen die Schnecke noch um 90 Grad im Uhrzeigersinn drehen. Jetzt ist das ehemalige Unten mit dem Kopf und den Füßen vorne und das ehemalige Oben, der Sitz des Schneckenhauses, ist hinten. Die neue Ausrichtung durch die Drehung macht den Kopffüßer. Kopffüßer sind wahrhaft sonderbare Wesen.

### DAS GEFALTETE WIRBELTIER

Wer in der ersten Jahreshälfte 1830 durch die Straßen von Paris flanierte, konnte die große Unruhe an jeder Ecke spüren. Die Stimmung war aufgewühlt und aggressiv. Überall wurde diskutiert und Versammlungen fanden statt. Ein schon seit längerem schwelender Konflikt steuerte auf seinen Höhepunkt. 41 Jahre nach Beginn der Französischen Revolution kam es zu einer weiteren: Der Julirevolution von 1830. Karl X., der versucht hatte, die Freiheitsrechte des Bürgertums wieder zu Gunsten der Macht des Adels zurückzudrängen, scheiterte. Als die Auflösung des Parlaments drohte, begannen am 27. Juli 1830 in Paris die Barrikadenkämpfe. Drei Tage später führten sie zum Sturz Karls. Doch nicht nur in der Politik standen sich in diesem Jahr zwei unvereinbare Positionen gegenüber. Auch die Naturwissenschaftler stritten fast zeitgleich und am gleichen Ort über grundsätzliches. An der Académie des sciences (Akademie der Wissen-



#### — Sprinter

Ein Großer Blauer Krake (*Octopus cyanea*) versucht, schnell zu flüchten. Wie alle Tintenfische schwimmt er dabei rückwärts. Die schnellsten Rückwärtsschwimmer sind mit 40 km/h Kalmare. Der Biologe O'Dor bezeichnete sie deshalb als „wirbellose Athleten“ und die „Elitetruppe der athletischen Molluskenklasse“.

schaften) ging es monatelang hoch her. Sonst leere Ränge konnten in dieser Zeit den Ansturm der Interessierten nicht mehr fassen. Die unter dem Namen „Pariser Akademiestreit“ bekannte Auseinandersetzung gilt heute als einer der großen Debatten in der Geschichte der Biowissenschaften und fand europaweit Beachtung. Der über 80-jährige Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832) mischte sich ebenso ein wie Alexander von Humboldt (1769–1859). Letzterer reiste sogar nach Paris, um live dabei zu sein. Es ging um Oktopoden und Enten. Sie waren die Ursache des Streites. Doch worum ging es genau?

Im Oktober 1829 reichten die jungen französischen Naturwissenschaftler Laurencet und Meyranx eine gemeinsam verfasste Theorie bei der Académie des sciences ein, mit der sie beweisen wollten, dass die Anatomie der Kopffüßer im Grunde mit der der Wirbeltiere identisch ist. Ihre Idee war verblüffend einfach und auf den ersten Blick durchaus verführerisch. Sie schlugen vor, ein Wirbeltier einfach in der Körpermitte zu falten. Bei uns Menschen ist die Mitte unseres Körpers der Magen. Nach ihrer Logik müssten wir



## ALIENS DER OZEANE



### 1 — Ausgestorben

Modell eines Tintenfisches der Urzeit.  
Anders als bei den heute lebenden  
Tintenfischen besaßen die meisten in  
der Urzeit äußere Schalen.



### 2 — Versteinert

Weichteile sind fast nie fossil erhalten.  
Knochen und Schalen können dagegen  
lange Zeiträume überstehen.

Zu sehen ist die Schale eines etwa  
470 Millionen Jahre alten Endoceras.  
Ein Kopffüßer aus dem Ordovizium.

### 3 — Schulp

Der Schulp einer Sepie ist nichts  
anderes als das evolutionäre Über-  
bleibsel einer ehemals äußeren Schale.





— **Flügel für die Tiefsee**

Bei den achtarmigen Tintenfischen besitzen nur die Tiefseearten Flossen, wie zum Beispiel dieser Grimpotheuthis. Sie sehen aus wie große Ohren. Doch das ist nur unser Blick auf ihre Welt. Tintenfische besitzen keine Ohren.<sup>8</sup>

## ALIENS DER OZEANE

unseren Körper dort um 180 Grad abknicken. Jetzt wären unsere Beine und Arme bei unserem Kopf. Ebenso unser After und die Geschlechtsorgane. Unser Verdauungssystem mit Magen und Darm wäre wie bei den Kopffüßern U-förmig und wir hätten hinten keine Öffnungen mehr. Mit unserem heutigen Wissen ist uns natürlich klar, dass dies blanker Unsinn ist. Es beginnt schon mit unseren Wirbeln, denn diese müssten wir brechen oder ganz entfernen und dies wäre nur eine Baustelle, ganz abgesehen davon, dass darin unser Rückenmark verläuft. Wir müssten auch unser Gehirn in der Mitte durchbohren und die Speiseröhre hindurch legen, bräuchten zwei zusätzliche Herzen und nicht zu vergessen einen Tintenbeutel, denn diesen besitzen die Oktopoden auch. Man kann ein Wirbeltier falten wie man will, es wird nie ein wirbelloser Kopffüßer. Doch 1830 sahen viele dies anders. Einer, der die Theorie der Faltung ganz begeistert aufnahm, ihr Anwalt wurde und sie in die Öffentlichkeit trug, war der bedeutende französische Zoologe und seit 1807 Mitglied der Académie des sciences Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772–1844). Ein hervorragender Anatom, dessen wissenschaftliche Leistungen zum Körperbau lebender und ausgestorbener Tiere auch heute noch unbestritten sind. Zu seinen Hauptwerken gehört die „Philosophie anatomique“ (Die Philosophie der Anatomie) von 1818, in dem er die Theorie entwickelte, dass alle Tiere einen gemeinsamen Körperbauplan haben müssen. Die Idee der Faltung, die plötzlich den seltsamen Bauplan der wirbellosen Kopffüßer in die Nähe der Wirbeltiere rückte, passte perfekt in seine Sicht der Welt.

Sein erbitterter Gegner war kein geringerer als Georges Cuvier (1769–1832), sein ehemaliger Assistent im Muséum national



### Streit

Was haben Enten und Oktopoden gemeinsam? Die Frage klingt wie der Beginn eines Witzes, doch im 19. Jahrhundert war sie Gegenstand heftigster Debatten, die Europas Naturwissenschaftler in Atem hielten.



d'histoire naturelle (Nationales Museum für Naturkunde). Zusammen verfassten sie einst 1795 die Schriften „Sur la classification des mammifères“ (Über die Klassifizierung der Säugetiere). Doch Georges Cuvier hatte seinen ehemaligen Mentor längst überflügelt. Er war der beste Anatom seiner Zeit und führte die Methode der verglei-

chenden Anatomie in die Biowissenschaften ein. Ihm ging der Ruf voraus, ein Tier nach einem einzigen Knochen klassifizieren und rekonstruieren zu können.

Unermüdlich seziierte er alles, was er bekommen konnte, und zerlegte unzählige Tiere in ihre Einzelteile. Sein großer Verdienst ist, dass er darüber nicht den Blick auf das Gesamte verlor, denn die Einzelteile führte er später wieder auf höherer Ebene zusammen. Er entwickelte die Theorie der vier „embranchments“ (Zweige), die alle Lebewesen auf Grund ihrer Anatomie in vier große Gruppen einteilte: Wirbeltiere (Amphibien, Fische, Reptilien, Säugetiere, Vögel), Wirbellose (Muscheln, Schnecken, Tintenfische), Gliedertiere (Insekten, Krebse) und Strahlentiere (radiärsymmetrische Tiere wie zum Beispiel Nesseltiere). Er war der große Trenner. Auf Grund der großen und fundamentalen Unterschiede der einzelnen Gruppen konnte es zwischen diesen Gruppen keine Gemeinsamkeiten geben. Gleiche Organe hatten sich nach seiner Theorie unabhängig in den jeweiligen Gruppen herausgebildet. Die Theorie des gefalteten Wirbeltieres, die Wirbeltiere und Wirbellose in einen Topf

warfen, in dem sie, außer zum Zubereiten eines Males absolut nichts zu suchen hatten, stieß bei ihm auf totale Ablehnung. Er holte vor der Akademie der Wissenschaften zum Gegenschlag aus. Er zeichnete eine gefaltete Ente mit ihren Organen und stellte dieses Wirbeltier einer anatomischen Zeichnung eines Kopffüßers gegenüber.

Die Zeichnungen führten allen vor Augen, dass die Idee der Faltung ein Irrweg war. In dem Duell Georges Cuvier gegen Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, die beiden jungen Naturforscher Laurencet und Meyranx gingen im Kampf dieser Giganten der Zoologie unter, trug Georg Cuvier zu Recht den Sieg davon.

Doch die Frage nach dem Gemeinsamen, das alle Lebewesen verbindet, die Étienne Geoffroy Saint-Hilaire gestellt hatte, blieb in der Welt. 1859 wurde sie von Charles Darwin mit Hilfe der Evolutionstheorie beantwortet: Alle Lebewesen haben gemeinsame Vorfahren. Heute wissen wir dank der Fortschritte in der Molekularbiologie, dass wir mit diesen Vorfahren auch Gene und viele biochemische Prozesse teilen. Der gemeinsame Vorfahr von Kopffüßern und Wirbeltieren lebte im Kambrium, was bedeutet, dass sie über 500 Millionen Jahre evolutionäre Entwicklung trennt. Viel mehr Trennung geht fast nicht. Sie betrifft fast die gesamte Zeitspanne der Erde, in der sich komplexes Leben entwickelt hat.

Und trotzdem versteckt sich im Namen der größten Gruppe heute lebender Kopffüßer eine Wirbeltiergruppe: Tintenfische. Aus anatomischer Sicht wäre „Tintenschnecken“ passender. Doch selbst Meeresbiologen merken zu den Tintenfischen an, dass sie funktionell gesehen Fische sind. „Sie sind hoch entwickelt, und in vielen Merkmalen ihres Verhaltens haben sie mehr mit Fischen gemeinsam als mit anderen wirbellosen Tieren.“<sup>9</sup> Tintenfische passen einfach in keine Schublade.

### VON KOPFFÜßERN

Im August 2018 zeigten mir die beiden Tierpfleger Daniel Strozynski und Dierk Wegener im Zooaquarium Berlin stolz ihren Neuzugang, einen jungen Gewöhnlichen Kraken (*Octopus vulgaris*). Er maß knappe fünf Zentimeter und sah völlig harmlos aus. Trotzdem sicherten die beiden das Aquarium wie einen Hochsicherheitstrakt. Das Becken war nur halb gefüllt, damit der Oktopus nicht an die Abdeckscheibe kommt. Diese wiederum zeigte keine einzige Lücke und war mit schweren Gegenständen gesichert. Okto-

poden sind hervorragende und berüchtigte Ausbrecher. Alle Tierpfleger in den Schauaquarien der Welt können ein Lied davon singen. Sie zwingen sich durch kleinste Öffnungen und die Kraft ihrer Arme schiebt eine Abdeckscheibe mühelos zur Seite. Gelingt die Flucht, laufen sie mit ihren Armen über den Boden und verstecken sich in irgendeiner Ecke. Werden sie nicht bald gefunden, sterben sie. Sie können nur eine begrenzte Zeit an Land überleben. Kurzfristig das Wasser verlassen zu können, nutzen Oktopoden nicht nur um aus Aquarien zu flüchten. Einige Oktopodenarten verfolgen auf Felsen außerhalb des Wassers geflüchtete Krebse in der Gezeitenzone. Sie sind und bleiben jedoch ein Tier des Wassers. So ist es nicht verwunderlich, dass sie auch auf dem Meeresboden laufen.

Und schon wieder sind wir mittendrin im Tintenfischverwirrspiel. Handelt es sich jetzt um Füße oder sollen wir sie weiterhin nach ihrer Hauptfunktion als Arme bezeichnen. Die neutrale Bezeichnung Tentakel bietet einen Ausweg. Doch wie auch immer wir sie bezeichnen mögen, aus der Sicht der Anatomie sind es

#### — Sandläufer

Für manche Sepiaarten wie die Prachtsepia (*Metasepia pfefferi*) ist Laufen die bevorzugte Fortbewegungsart.

Sie besitzen sogar zwei extra breite Arme, die ihnen das Wandern auf sandigen oder schlammigen Meeresböden erleichtern. Sie machen das vollkommen gemütlich, ohne Anzeichen von Stress.







— **Landgang**

Besonders in der Gezeitenzone kann man Oktopoden bei ihrem Landausflug beobachten. Werden sie überrascht oder fühlen sich entdeckt, zeigen sie oft ganz kurz eine komplett weiße Färbung.







## ALIENS DER OZEANE

Füße. Die Vorfahren der Tintenfische sahen Schnecken sehr ähnlich. Genau wie diese bewegten sie sich auf einem breiten Fuß vorwärts. Aus diesem einen Fuß entwickelten sich bei den Tintenfischen die Tentakel und eine weitere Besonderheit: Sie befinden sich alle am Kopf und sind um den Mund gruppiert. Als erster erkannte dies Georges Cuvier, den wir schon aus dem Pariser Akademiestreit kennen. Des Weiteren entdeckte er, dass die heute noch lebenden Arten der Familie der Perlboote (*Nautilidae*) sowie zahlreiche nur fossil überlieferte Tiere mit den Tintenfischen genau diese anatomischen Besonderheiten teilen, sich jedoch durch ein wichtiges Merkmal unterscheiden: Sie besitzen keinen Tintenbeutel. Er schuf deshalb 1797 eine neue Tierklasse, die er Kopffüßer (*Cephalopoda*)

nannte. Diese Einteilung ist heute noch gültig und seitdem sind die Tintenfische (*Coleoidea*) eine Unterklasse der Kopffüßer, auch wenn fast alle, die heute noch durch die Ozeane schwimmenden Kopffüßer zu den Tintenfischen gehören. Nur die sechs Kopffüßer der Familie der Perlboote (*Nautilidae*) überlebten bis heute ohne Tintenbeutel.

Sie besitzen bis zu 90 Tentakel und als einzige eine Schale. Seit circa 38 Millionen, manche Paläontologen vermuten gar seit 80 Millionen Jahren haben sie sich kaum verändert. Wie die Quastenflosser sind sie lebende Fossilien. Ausgestorben sind dagegen die circa 30.000 Kopffüßerarten, die man bis heute als Versteinerungen fand. Vermutlich nur ein Bruchteil der eigentlichen Anzahl an Arten.

### — Flexibel

Ohne äußere und innere Schale passt man in fast jedes Loch. Umgeben von Stein ist man sowieso besser geschützt als in einem eigenen Gehäuse. Möglicherweise der evolutionäre Grund, warum Oktopoden die Schale vollständig zurückgebildet haben.

