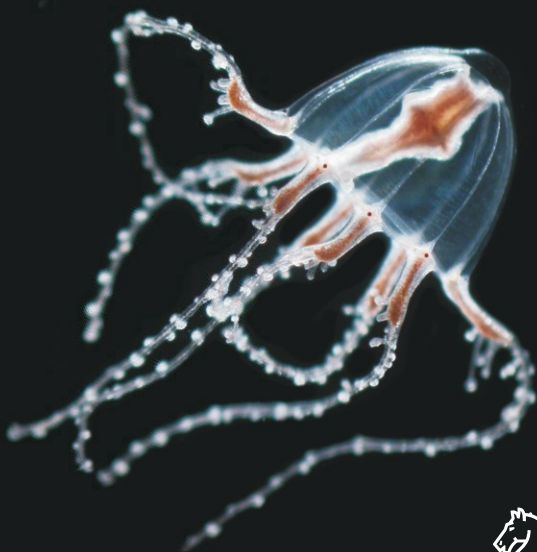


Werner Müller

Lebenswelt Meer

Reportagen aus
der Meeresbiologie
und Vorstellungen
über die Entstehung
des Lebens



Springer

Lebenswelt Meer

Werner Müller

Lebenswelt Meer

Reportagen aus der Meeresbiologie und
Vorstellungen über die Entstehung des
Lebens



Springer

Werner Müller
Universität Heidelberg
Heidelberg, Deutschland

ISBN 978-3-662-52851-8
DOI 10.1007/978-3-662-52852-5

ISBN 978-3-662-52852-5 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Planung: Stefanie Wolf
Einbandabbildung: © Werner Müller

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Inhaltsverzeichnis

1	Leben im Meer: fremdartig, gefährdet, faszinierend .	1
1.1	Was uns als Leser erwartet und was nicht	1
1.2	Zur globalen Bedeutung des Lebensraumes Meer	3
1.3	Die allzeit gegenwärtige Gefährdung: Beispiel Überfischung und die nicht-geheimnisvolle Quallenplage	4
1.4	Das Meer als Ursprung des Lebens?	6
2	Alle Mann an Bord: Delfine!	9
3	Delfine und ihre Wal-Verwandtschaft beim Tauchen .	15
4	Fischen mit Ultraschall, Fernunterhaltung mit Infraschall, Ortung bioelektrischer Felder	19
4.1	Ortung mittels Ultraschall	20
4.2	Fernkommunikation mittels Infraschall	23
4.3	Schallkanonen zerstören das Gehör der Delfine und Wale	24
4.4	Ortung dank der Wahrnehmung von elektrischen Feldern	28
4.5	K.o.-Schläge mit Strom	31

5	Navigation mit dem Magnetkompass?	35
5.1	Fernorientierung im Magnetfeld der Erde?	36
5.2	Die geheimnisvollen Wanderungen der Aale . . .	41
6	Das einzigartige Wattenmeer und seine Gezeiten . . .	45
6.1	Weltkulturerbe Wattenmeer	47
6.2	Mond, Sonne und die Gezeiten	54
6.3	Rätselhafte Funde des Strandwanderers	62
6.4	Eine Wattwanderung – aber mit geschulter Führung!	68
6.5	Auf dem Krabbenkutter – nicht nur Shrimps . . .	89
6.6	Im Nordsee-Aquarium und -Museum: Wir erfahren Unerwartetes	94
6.7	Mammutzähne aus der Nordsee?	97
6.8	Von Ängste-erzeugend bis bezaubernd: Rote Flut, giftiges Grün, Meeresleuchten in der Nacht	100
7	Die Form der Lebewesen spiegelt ihre Lebensweise wider	103
7.1	Pflanzenhaft erscheinende Lebewesen	104
7.2	Bilateral-Symmetrie und der Fische-jagende Hai und Delfin	111
7.3	Kopf und Symmetrien können beim Wechsel der Lebensweise verlorengehen	117
7.4	Radiär-Symmetrie und das Leben einer nicht-vegetarischen Rose	118
7.5	Die bizarren, fünfstrahlig-radiären Sterntiere, Gorgonenhäupter und ihre Verwandten	124
7.6	Seelilien – Überbleibsel längst vergangener Perioden der Erdgeschichte	129
7.7	Sekundäre bilaterale Symmetrie und scheinbare Quallen in fremden Tierstämmen	131

7.8	Die bizarren Sterntiere – unsere entfernte Verwandtschaft?	132
8	Filterier – Akteure eines weltumspannenden, ozeanischen Klärwerks	135
8.1	Filterier von Mikroplankton sind bequem und brauchen allenfalls ein Mini-Gehirn	136
8.2	Schwämme setzen zum Filtern einen Milliarden von Jahren alten Urtyp von Zellen ein	138
9	Vorsorge fürs Weiterleben: mal Klonen, mal Sex	143
9.1	Klonen als Teil von Lebensläufen, in der Natur nicht grundsätzlich verpönt	144
9.2	Durch Klonen zum Superorganismus	146
9.3	Klonen oder doch besser Sex? Was ist jeweils vorzuziehen?	155
9.4	Schwangere Männchen und andere Kuriositäten bei sexueller Fortpflanzung	156
10	Schwärmen in Massen und Schwärmen mit dem Mond	161
10.1	Laichen in Massen; was soll das?	162
10.2	Eine Frage im Vornherein: echte Mondperiodik oder Gezeitenperiodik?	164
10.3	Synchronisation im Rhythmus der Gezeiten	165
10.4	Ein Pionier-Laborwürmchen beweist erstmals die Existenz Mondlicht-abhängiger Lebenszyklen	169
10.5	Das Paradebeispiel der Meere: der Palolo	173
10.6	Das verheißungsvolle Leuchten für Christoph Columbus	174
10.7	Das spektakuläre Laichen der Korallen	175

11	Lebensräume: freie Meere für vagabundierende Freibeuter – oder feste Standorte?	177
11.1	Leben im Pelagial: Wie verhindert man Absinken in den Abgrund – und was macht eine Qualle mit ihren 24 Augen?	178
11.2	Leben an festen Standorten: Wie findet man einen geeigneten Platz für das ganze Leben?	181
11.3	Der Nutzen und das leidige Biofouling-Problem	188
12	Lebenswelt Korallenriff	191
12.1	... wie Riffe entstehen	194
12.2	Ein Leben in Wärme und mit Symbionten	196
12.3	Noch wenig bekannt: Korallen im kalten Tiefenwasser	197
12.4	Bürgerkrieg in Kolonien und im Riff	197
13	Leuchten im Dunkeln	201
13.1	Licht kann man selbst erzeugen, oder man borgt sich eine Lichtquelle	207
14	Überraschung in der Tiefsee: Leben ohne Licht, aber mit heißer Chemie	209
14.1	Die Sensation: extrem heiße unterseeische Geysire, schwarze und weiße Raucher	211
14.2	Die normale, dürrtige Speisekarte für das Nacht Mahl in der stockdunklen Tiefsee	213
14.3	Die heiße Chemie der Raucher und ihre Nutznießer	215

15	Vorstellungen über die Entstehung des Lebens auf der Erde	223
15.1	Welche Bauelemente müssen vorab vorhanden sein, dass Lebewesen, wie sie heute auf der Erde existieren, entstehen konnten?	226
15.2	Grundbausteine des Lebens ohne Zutun von Lebewesen in Poren der Kaminschlote gebildet?	228
15.3	Von den Bauelementen zu einer Urzelle	233
15.4	Ein Ausblick und eine letzte Bemerkung	236
	Glossar	239
	Literatur	241
	Sachverzeichnis	249

1

Leben im Meer: fremdartig, gefährdet, faszinierend

Zusammenfassung

In diesem einführenden, erweiterten Vorwort, das man durchaus lesen sollte, erfahren wir Allgemeines über das Meer und seine Bewohner, und wir erfahren, was uns als Leser im Weiteren erwartet, und was nicht. Es erwartet uns eine fremdartige Welt, zwar auch manch bekannte, mehr aber seltsame Lebewesen, deren Gestalt und Lebensweise uns Rätsel aufgibt. Wir erfahren, wie gefährdet viele Meeresbewohner sind, ohne aber Missstände und Katastrophen, die wir Menschen derzeit verursachen, zum Hauptthema werden zu lassen, sondern Wissenswertes und Erstaunliches über die Natur.

1.1 Was uns als Leser erwartet und was nicht

Wir sind vom Binnenland, haben als Urlauber am Mittelmeer und der Küste der Nordsee unsere ersten realen Kontakte mit dem Meer und seinen vielgestaltigen, uns oftmals noch gänzlich fremden Lebewesen, und gewinnen nach und nach Interesse an Meeresbiologie. Wir erleben in der realen Natur, was wir in den Abend- und Sonntagsstunden

als durch TV-Sendungen zappende Zuschauer so beiläufig und flüchtig über das Meer und seine Bewohner mitbekommen haben. Nun, am realen Strand, gibt uns der Kosmos-Führer erste Einblicke über „Düne, Strand und Wattmeer“, über die „Tiere und Pflanzen unserer Küsten“, und wir beteiligen uns an einer Wattwanderung und einer Ausfahrt mit dem „Krabbenkutter“. Im Nordseemuseum unseres Ferienortes erfahren wir manch Unerwartetes und Eindrucksvolles über die Nordsee, ihre Geschichte und ihre Fauna.

Im Binnenland besuchen wir ein Sea-Life-Aquarium. Im dortigen Buchladen blättern wir durch prachtvolle Bildbände in vielerlei Größen, Ausstattung und Preislagen, finden in den Regalen fabulier-gewaltige Thriller der Romanschriftsteller, von Herman Melvilles Moby Dick, dem weißen Pottwal, der einst in seiner Notwehr dem Kapitän eines Walfangbootes das Bein abgerissen hatte und von ihm nun mit blindem Hass verfolgt wird, bis zu den über 600 Seiten langen „Nachrichten aus einem unbekannten Universum“ (Schätzing 2009), wir finden DVDs von schon mal gesehenen unterhaltsamen, mitunter berauschenden Filmen aus Serien wie „Planet Erde“ und weitere DVDs von TV-Sendungen über Tauchexpeditionen und -reviere der Tropen. Bildbände und Filme bescheren uns Einblicke in die farbenprächtige Welt der Korallenriffe, zeigen uns in den Weiten der Ozeane Buckelwale, die aus den Tropen in die Arktis wandern, und im trüben Blau der Unterwasserwelt nur verschwommen sichtbare, in die Tiefsee abtauchende Pottwale. Tiefsee-Tauchboote mit ihren Scheinwerfern, Greifarmen und Kameras zeigen uns die geheimnisvollen Welten der Tiefsee mit ihren mitun-

ter skurrilen Lebensformen, leuchtenden Organismen und rauchenden unterseeischen Vulkanen.

Dieses Buch will dieses Panorama nicht mit einer weiteren bunten Bilderflut bereichern; es will ergänzendes und vertiefendes Wissen über die besonderen Lebensumstände in den Meeren vermitteln; es stehen nicht Show und Farbenpracht im Vordergrund, sondern Erklärungen – doch nicht in der wissenschaftlichen Fachsprache der professionellen Meeresökologen und Zoologen, vielmehr will dieses Buch dem Naturliebhaber, Lehrer, Schüler und angehenden Biologiestudenten in allgemeinverständlichen Worten Wissen über die besonderen Bedingungen vermitteln, die das Meer seinen Bewohnern bietet, und über die großen Anforderungen, die es ihnen abverlangt. Mit ausgewählten Beispielen will dieses Buch dem Leser einen Einblick in spannende Fragestellungen der Meeresforschung gewähren. Selbstredend können hier nicht die ganze Meeresbiologie und Ozeanografie zur Sprache kommen.

Es werden Themen herausgegriffen, welche der Autor aus eigener Anschauung, Forschung oder Lehrtätigkeit kennt und die er gern auch interessierten Nicht-Biologen mitzuteilen versucht, um ihnen die große Bedeutung der Meere und ihrer Bewohner für unsere Erde, ihre Vergangenheit und Zukunft, nahezubringen.

1.2 Zur globalen Bedeutung des Lebensraumes Meer

Das Meer bedeckt heute zwei Drittel der Erdoberfläche, enthält 96 % des Welt-Wasservolumens und ist dank der

Photosynthese-Aktivität von Myriaden mikroskopisch kleiner Blaubakterien und im freien Wasser schwebenden, mikroskopisch kleinen Algen die größte Quelle des in der Photosynthese aus der Spaltung von Wasser (H_2O) erzeugten Sauerstoffs O_2 . Den gibt das Meer auch an die Atmosphäre weiter.

Geophysiker schätzen, dass in der Vergangenheit der Erde 70 % des atmosphärischen Sauerstoffs aus der lichtdurchfluteten Zone des Meeres empor geperlt waren und in die Atmosphäre entlassen worden sind. Wegen seines Salzgehaltes von 3,5 Gewichtsprozenten (35 g Salz pro kg Meerwasser) kann Meerwasser allerdings von der Mehrzahl der Landpflanzen und Landtiere nicht aufgenommen werden; sie sind auf das wenige Süßwasser (3,5 % des gesamten Wasservolumens der Erde) angewiesen. Doch solche lexikalischen Angaben seien hier nur am Rande erwähnt; uns interessieren andere Aspekte.

1.3 Die allzeit gegenwärtige Gefährdung: Beispiel Überfischung und die nicht-geheimnisvolle Quallenplage

Viele TV-Sendungen berichten es, und sie können dies eindrucksvoller tun als jedes Buch: Plastikmüll überschwemmt die Ozeane, unzählige, hoch-technisierte Fischtrawler orten mit modernster Sonartechnik jeden Fischwarm und holen mit ihren kilometerlangen Schleppnetzten alljährlich Millionen Tonnen Fische aus dem Meer; und sie vernichten

tonnenweise ihren verschwiegene Beifang. Der Bestand der Haie ist weltweit gefährdet. Internetbeiträge berichten Erschreckendes. Hier einige Zitate:

„Fast überall werden heute mehr Fische gefangen als natürlich nachwachsen können. Weltweit gelten 30 % der kommerziell genutzten Fischbestände als überfischt und 57 % als maximal genutzt (Stand: Juli 2012). In den europäischen Gewässern ist die Situation besonders schlimm: Hier werden 47 % der Bestände als überfischt klassifiziert“, und weiter: „Die politisch festgesetzten Fangquoten überschritten die wissenschaftlichen Empfehlungen in den letzten zehn Jahren um durchschnittlich 41 %. Das ist dann zwar legal, aber bei weitem nicht mehr nachhaltig. Und das ist nur ein Ergebnis einer kurzsichtigen und nicht nachhaltigen Politik (www.wwf.de).“

„Laut dem Zweijahres-Bericht (*The state of World Fisheries and Aquaculture* 2006) der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der UNO (FAO) zum Fischfang, der im März 2007 veröffentlicht wurde, sind 52 % der Meeresfisch-Bestände so intensiv befischt, dass eine Steigerung nicht mehr möglich ist.“ Und: „Der Restbestand an Blauwalen betrage nur noch 1,7 %, derjenige an Thunfisch 10 %. Man müsse deshalb, so Greenpeace, 40 % der Meere unter Schutz stellen und vor allem den bisherigen Fischbestand halten“ (Wikipedia, „Überfischung“, Zugriff im April 2016).

„In Peru töten Fischer jährlich bis zu 15.000 Delfine und Kleinwale – um sie anschließend zu Haiködern zu verarbeiten. Die Haibestände sind bereits drastisch überfischt, die Delphinjagd grausam und längst illegal“ (www.oceancare.org).

An dieser Stelle sei ergänzend nur eines klargestellt: Dass weltweit die Schwärme der Quallen zunehmen, ist für den Biologen und Ökologen nicht geheimnisvollen Ursachen zu verdanken, oder gar mit dem allzeit verfügbaren Argument des Klimawandels abgetan. Die Plage ist schlichtweg Folge der Überfischung. Im ungestörten Meer vertilgen Fischwärme, Riesenhaie, Mantas und Bartenwale Abermillionen von Tonnen tierisches Plankton. Je mehr diese Räuber reduziert werden, desto mehr Nahrungskonkurrenten der Quallen um tierisches Plankton verschwinden. Quallen freut dies; sie gedeihen prächtig, auch ohne dass ihnen El Nino und Klimawandel große Hilfe leisten müssten; denn seit eh und je sind Quallen an alle Klimazonen der Erde angepasst.

Es sollen hier in diesem Buch aber nicht Erschreckendes und von Menschen verursachte globale Katastrophen im Vordergrund stehen. Hier wird die Biologie der Lebewesen in unser Blickfeld gerückt, wenn auch hier und da ein Hinweis auf Unerfreuliches unvermeidlich ist.

1.4 Das Meer als Ursprung des Lebens?

Das Meer gilt im Kreise der professionellen Naturwissenschaften als Ursprung und Hort des Lebens auf der Erde, wenn auch manche TV-Sendungen mit Blick auf die große Zahl der Esoterik-Gläubigen gerne das Leben aus den Tiefen des Weltalls herbeizaubern möchten. Das Thema ist auch auf der Erde spannend genug und wird uns zu unterseeischen Vulkanen führen. Dies zu begründen und heutige Vorstellungen über den Ursprung des Lebens in verständ-

licher Form darzustellen, ist ein Ziel dieses Buches. Doch wird das Thema erst in einem letzten Kapitel dargeboten, zuvor sollen das gegenwärtige Leben im Meer, seine Besonderheiten und Vielfalt geschildert und beleuchtet werden. Dies kann selbstredend nicht vollumfassend geschehen; doch werden wir vom Watt bis in die Tiefsee vordringen und vielerlei Aspekte der gegenwärtigen biologischen Meeresforschung ansprechen.

2

Alle Mann an Bord: Delfine!

Zusammenfassung

Wir sind im Urlaub auf einem Schiff im Mittelmeer, sehen, wie die Delfine in Bögen schwimmen: Kopf auftauchend, eintauchend, auftauchend und so fort, und wir fragen uns, was soll dieser Delfin-Schwimmstil? Wer zeigt ihn noch in der Tierwelt? Ach ja, die Pinguine, aber kein Fisch. Warum wohl? Lesen Sie weiter und Sie erfahren die Antwort.

Wir sind als Passagier auf einem Schiff auf dem Mittelmeer, sagen wir auf der Fahrt von Kreta nach Akrotiri auf der Hauptinsel Thira von Santorin. Zu den freudig erregenden Erlebnissen einer Fahrt auf dem Mittelmeer gehört der Ruf: Delfine in Sicht! Auf Kreta hatten wir im Palast von Knossos die rekonstruierte Wandmalerei von Delfinen gesehen, deren Original, wie der Museumsführer sagte, in der minoischen Zeit vor 3500 Jahren entstanden sei. Nun also Delfine in Sicht, Delfine als lebende Originale! Alle Passagiere sind zur Stelle. Finger werden zeigend ausgestreckt, Ferngläser vor die Augen gehalten. Im ersten Augenblick sind in der Ferne nur die eine oder andere Finne (Rückenflosse) oder Fluke (Schwanzflosse) zu sehen. Bald jedoch nähern sich einige Delfine dem Schiff – es mögen Exemplare des „Gemeinen“ Delfins (*Delphis delphis*) oder des als

Flipper bekannten Großen Tümmlers (*Tursiops truncatus*) sein – und schwimmen in den vom Schiffsbug erzeugten, sich hinter dem Schiff V-förmig ausbreitenden Bugwellen oder in der halbkreisförmigen Heckwelle, um sich vom Sog des Wassers und auf den Wellenkämmen surfend bequem mittragen zu lassen.

Bald ist es den Delfinen zu langweilig. In eleganten Bögen auf- und abtauchend (Abb. 2.1) schwimmen sie im munteren Wettstreit mit dem Schiff um die Wette, entlang von Backbord oder Steuerbord, mal das Schiff mit Geschwindigkeiten bis zu 55 km/h überholend, dann sich wieder zurückfallen lassend. Mitunter zeigt der eine oder andere Delfin im Übermut einen hohen Sprung ganz aus dem Wasser.

Der Reiseleiter oder kundige Passagier nebenan erklärt: Dieses Schwimmen in Bögen sei besonders effizient, schnell und kräftesparend. Ein nachdenklicher Passagier überlegt: Mag schon sein, doch die Hydrodynamik des Schwimmens gehört zu den besonders schwierigen Sparten der technischen Physik; ich könnte das nicht begründen, vertraue aber den Fachleuten; sie werden wohl recht haben. Aber ich frage mich: Warum schwimmt so ein Delfin, nicht aber ein Hai oder Knochenfisch? Nicht einmal die als pfeilschnelle Schwimmer bekannten Schwertfische und Thunfische schwimmen in Bögen, periodisch ihren Körper aus dem Wasser hebend? Gewiss, es gibt fliegende Fische, doch die katapultieren sich mit einem heftigen Schwanzschlag aus dem Wasser, breiten ihre verlängerten Brustflossen wie Flügel aus und segeln im Gleitflug bis zu 30 s lang und 400 m weit durch die Luft. Sie tun dies aber nicht periodisch wiederholend, um bei Wanderungen schnell voranzukommen,

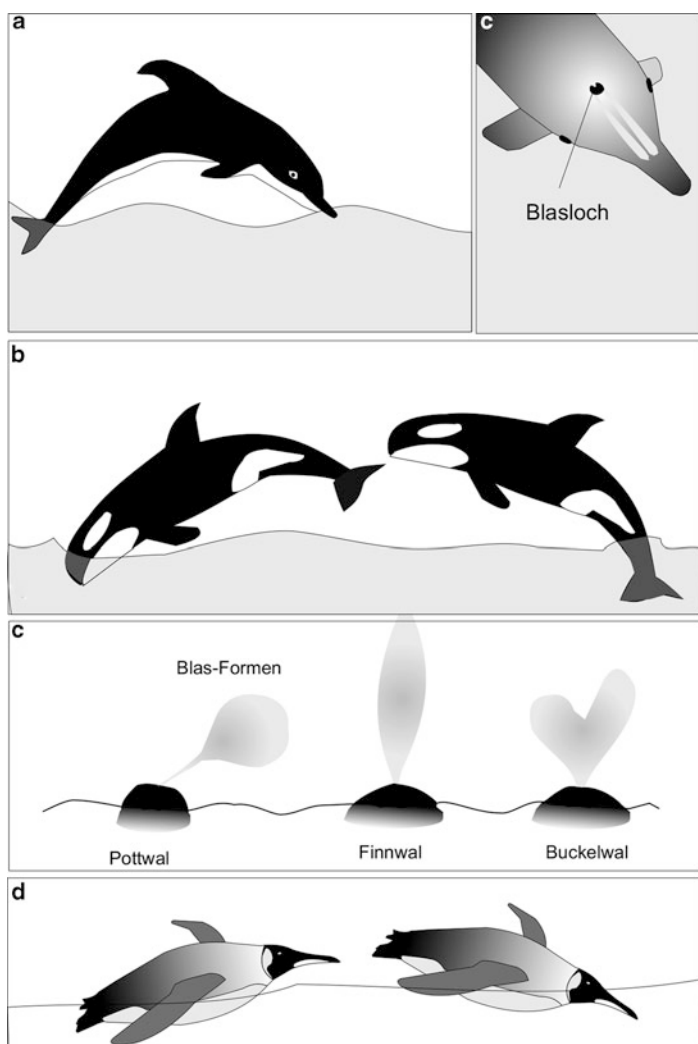


Abb. 2.1 Schwimmtechnik Delfinstil und Blas

sondern nur fallweise, um sich für ein paar Augenblicke der Sicht eines jagenden Räubers zu entziehen.

Wer denn noch, wenn schon kein Hai und kein Knochenfisch, schwimmt in Bögen: Körper aus dem Wasser auftauchend – ins Wasser eintauchend – aus dem Wasser – ins Wasser –, oder zumindest: – Kopf aus dem Wasser – ins Wasser – aus dem Wasser – ins Wasser?

Es fallen uns ein: Orcas, die Schwert- oder Killerwale, die größte Delfinart, es fallen uns weiter ein: Pinguine und – der Mensch, wenn er sich im Schmetterlingsstil (*butterfly*) übt und dem Schwimmwettkampf stellt. Aus gutem Grund wurde dieser Schwimmstil jahrzehntelang und offiziell als Delfinstil bezeichnet und wird auch heute noch bisweilen so genannt. An den Pazifikküsten Nordamerikas mag man gelegentlich auch kalifornische Seelöwen in diesem Stil schwimmen sehen. Was ist all diesen, Delfinen, Walen, Pinguinen, Seelöwen und Mensch, gemeinsam?

Sie alle atmen Luft!

Kurz vor dem Auftauchen bläst man als guter Schwimmer, ob Mensch oder Delfin, mit einem heftigen Stoß die verbrauchte, CO₂-reiche Luft aus und zieht, Mund oder Nasenlöcher über Wasser, in Bruchteilen einer Sekunde sauerstoffreiche Luft in die Lunge. Delfine öffnen und verschließen dabei periodisch ihr auf die Stirn verlagertes, unpaariges Nasenloch (Blasloch, Abb. 2.1).

Zur Klarstellung: Delfine und Orcas gehören wie der Pottwal zu den Zahnwalen, die Fische und Tintenfische jagen; sie haben ein unpaariges Blasloch; andere Wale wie der in TV-Berichten oft gezeigte Buckelwal, der Finnwal und größte Gigant aller Zeiten, der Blauwal, gehören zu den Bartenwalen, die Schwärme von Plankton und kleinen

Krillkrebse einfangen und keine ausgesprochenen Tief-taucher sind; sie haben paarige Blaslöcher. Das Ausstoßen der verbrauchten Luft erzeugt bei größeren Walen eine mit kondensierendem Wasserdampf und feinen Öltröpfchen vermischte Fontäne, das Blas. Warum aber sehen wir große Wale nicht im Delfinstil schwimmen? Gewiss, sie können auf langen Schwimmstrecken periodisch ihre Blaslöcher über die Wasseroberfläche heben, nicht aber den Kopf, der unbeweglich mit dem Rumpf fest verbunden ist. Den massiven, tonnenschweren Vorderkörper aus dem Wasser zu heben, wäre ein energiezehrendes Unterfangen; denn je größer die Masse, desto größer der Auftriebsverlust über Wasser und damit desto größer die plötzliche Gewichtszunahme in der Luft.

Halten wir fest: In Bögen schwimmen Luftatmer, die nicht zu schwer sind, um in regelmäßigem Rhythmus ihre Nasenöffnung(en) über Wasser zu bringen, es sind dies vor allem Pinguine und Delfine.

3

Delfine und ihre Wal-Verwandtschaft beim Tauchen

Zusammenfassung

Unsere Gedanken und Erkundigungen zur Schwimmtechnik von Delfinen und anderen Mitgliedern der Walfamilie führen uns ohne Umschweife zum Thema Tauchen. Wir fragen: Wie bewältigen Wale als Säugetiere mit Lungen langes Tauchen in die Tiefe? Sie können nur Apnoe-Taucher sein, die ohne einen Atemzug – das bedeutet der Begriff A-pnoe – ihren gesamten Tauchgang bewältigen. Wir erfahren Unwartetes, auf jeden Fall Erstaunliches. Delfine und Wale tauchen mit gänzlich ausgeatmeter Lunge, Pottwale gar bis zu 80 min und hinab bis zu einer Tiefe von 3000 m. Wie schaffen sie das? Es hat auch damit zu tun, dass Pottwal-Muskelfleisch fast schwarz ist.

Beim Menschen liegt der Weltrekord bei 145 m Tiefe, die in ca. 15 min erreicht werden. Da werden von Walen ganz andere Leistungen berichtet (Müller et al. 2015b):

- Finnwal Tauchtiefe 500 m, Tauchdauer 20 min,
- Blauwal Tauchtiefe 100 m, Tauchdauer 45 min,

- Entenwal Tauchtiefe 1300 m, Tauchdauer 120 min,
- Pottwal Tauchtiefe bis 3000 m, Tauchdauer 80 min.

Die Atemtechnik der Meeressäuger muss folglich den besonderen Anforderungen des Tieftauchens angepasst sein. Vor dem Tauchgang hyperventiliert der Delfin, das heißt er erhöht seine Atemfrequenz von 1 bis 3 pro Minute bei ruhigem Schwimmen auf das bis zu Fünffache vor einem Tauchgang.

Die Lungen und die ganze Atemapparatur eines Wals sind Hochleistungsorgane. Bei jedem Atemzug kann ein Wal 80 bis 90 % des gesamten Luftvolumens der Lunge gegen Frischluft austauschen, bei uns liegt dieser Wert bei 15 bis 20 %. Dieser große Volumenaustausch wird unterstützt durch einen besonders leistungsfähigen Austausch der Atemgase. Das Netz der Blutkapillaren um die Lungenalveolen ist weit dichter als in unserer Lunge, das Blut wird mit hoher Geschwindigkeit von CO_2 entlastet, die roten Blutkörperchen werden blitzschnell mit Sauerstoff beladen und über die pulsierenden Blutadern in die Muskulatur geleitet, wo sie ihren Sauerstoff den Muskelzellen übergeben. Diese enthalten viel Myoglobin, das dem Hämoglobin der roten Blutkörperchen ähnlich ist, aber eine höhere Affinität (Haftkraft) für Sauerstoff hat.

Noch eine Besonderheit hat der Wal erfunden. Ein Ventil am Eingang der Lunge verhindert, dass Wasser in die Lunge dringt, wenn er unter Wasser seine Speise verschluckt. Besondere Einrichtungen ermöglichen Zahnwalen wie Delfinen, Orcas und Pottwalen, unter Wasser Ultraschall zu erzeugen (siehe unten Kap. 4), ohne dabei das hierfür nötige kleine Quäntchen gespeicherter Luft zu verlieren.

Wie der tauchende Mensch und jedes andere luftatmende Tier sieht sich auch ein Wal, der einen Tauchgang unternimmt, mit dem Problem konfrontiert, dass bei zunehmendem Wasserdruck sich zunehmend mehr Stickstoff im Blut löst. Beim Hochsteigen aus der Tiefe könnte der Stickstoff in vielen Bläschen ausperlen und diese die Blutkapillaren, vor allem die feinen Kapillaren im Gehirn, verstopfen. Beim Wal kann traniges Öl in durchbluteten Behältern des Schädelraums den Stickstoff abfangen. Das Stickstoff-gesättigte Öl wird in den Nasengang gepresst und mit dem Blas in die Luft gepustet. Freilich, mit zunehmender Wassertiefe steigt der Wasserdruck, um 1 bar pro 10 m Tauchtiefe, und das hat gravierend Konsequenzen.

Einige Zahnwale, allen voran der Pottwal, sind Tiefseetaucher; und diese tauchen mit ausgeatmeter, nahezu gänzlich kollabierter Lunge. Luftgefüllte, nicht von einem dicken, stahlharten Knochenpanzer umhüllte Hohlräume würden bei den ungeheuren Drücken in der Meerestiefe ohnedies total kollabieren: Ein bar Luftdruck auf der Wasseroberfläche plus je ein bar Wasserdruck pro 10 m Tauchtiefe ergeben in 1000 m Tiefe 101 bar (Autoreifen 2 bis 3 bar). Bei 1000 m Tiefe entspricht der Druck von 101 bar dem Gewicht von 100 kg/cm^2 . Beim Pottwal ermöglichen schräg gestellte, gelenkige Rippen und ein besonders elastisches Zwerchfell eine totale Kompression der Lunge. Wie aber kann der Pottwal in bis zu 3000 m Meerestiefe bis zu einer Stunde Tintenfischen nachjagen, gar minutenlang mit Riesenkalmaren ringen, ohne Luft zu holen? Pottwale speichern eben, wie auch andere tauchende Säugetiere, Sauerstoff in weit größerem Maße als wir in ihrem Blut und ihren Muskeln. Der Pottwal hat Blutreser-

ven in besonderen Blutgefäßen, z. B. in der weiten, vom Unterleib zum Herzen ziehenden unteren Hohlvene (Vena cava posterior) und in schwammartigen, von verknäulten und vernetzten Kapillaren gebildeten „Wundernetzen“ in der Nähe von Herz und Gehirn. Die Muskeln der Pottwale sind tiefrot bis schwarz vom hohen Gehalt an Myoglobin, das ebenso wie das Hämoglobin der roten Blutkörperchen Sauerstoff bindet, diesen aber auch bei Bedarf zur Energiegewinnung (oxidativer Stoffwechsel = „Verbrennung“) freigibt.

Der Stoffwechsel wird zudem, soweit technisch möglich, beim Tauchgang herab gedrosselt, Herzschlag und Kreislauf werden verlangsamt, jedenfalls beim Delfin und Orca, die, in großen Schwimmbecken gehalten, mit Messgeräten bestückt und zu langen Tauchgängen dressiert werden können. Einem Pottwal, der in über 1000 m Tiefe mit einem Riesenkalmarringt, ist noch kein Wissenschaftler mit Messgeräten zu Leibe gerückt.

4

Fischen mit Ultraschall, Fernunterhaltung mit Infraschall, Ortung bioelektrischer Felder

Zusammenfassung

Millionen von Jahren vor dem Menschen der heutigen Zeit, der für seine Marine den Ultraschall-Sonar entwickelt hat, haben manche Tiere Ultraschall-Sonar zur Orientierung und Ortung gesuchter Objekte erfunden, so die Fledermäuse als „Vögel der Nacht“, so auch die Delfine und Zahnwale wie der Pottwal zur Ortung ihrer Beute und zur Orientierung im trüben Wasser und in stockdunklen Tiefen des Meeres. Warum eignet sich Ultraschall hierzu, und weshalb können Delfine zwar Heringe orten – aber leider nicht die Netze der Fischer? Wir erfahren auch, dass Infraschall in den Weiten des Meeres viele Kilometer weit reichen und von „singenden“ Walen zur sozialen Kommunikation erzeugt werden kann. Wir erfahren jedoch auch, dass die starken Schallkanonen, wie sie die Erdölprospektoren in vielen Regionen der Weltmeere einsetzen, das Gehör der Delfine und Wale zerstören können, eine mögliche Ursache für das tödliche Stranden der Tiere.