

Ozeane und Wasserkreislauf

Die Vielfalt des Meereslebens

Wie wir den Ozean nachhaltig nutzen können

## Kapitel 1

# Wissenswertes über den Ozean

**B**evor Sie in ein umfangreiches oder komplexes Thema eintauchen, ist es immer eine gute Idee, erst einen Schritt zurückzutreten und sich einen Überblick zu verschaffen. Wenn Sie das große Ganze verstanden haben, ist es einfacher, die vielen kleinen Informationen zu einem Bild zusammenzusetzen – und genau darum geht es in diesem Kapitel.

Zuerst stellen wir »den« Ozean (von altgriechisch *okeanós*, »der die Erdscheibe umfließende Weltstrom«) vor, der, genau genommen, aus fünf Ozeanen besteht. Danach befassen wir uns mit einigen Themen der *physikalischen Ozeanografie* – dem Wasserkreislauf, der Form der Ozeanbecken, der Meteorologie und anderen Eigenschaften und Prozessen, die erklären, was den Ozean aus einem physikalischen Blickwinkel ausmacht. Anschließend stellen wir Ihnen die verschiedenen Gruppen von ozeanischen Lebensformen vor, Pflanzen, Tiere und Lebewesen, die in keine der beiden Kategorien gehören. Am Ende schließlich diskutieren wir den aktuellen Zustand des Ozeans und die Beziehung zwischen Mensch und Ozean – welchen enormen Nutzen wir aus dem Ozean ziehen und welche Verantwortung zum Schutz und Erhalt dieses einzigartigen Ökosystems wir tragen.

Machen Sie sich bereit für eine wilde Fahrt, bei der ziemlich viel Weg vor uns liegt, ganz zu schweigen von sehr, sehr, sehr viel Wasser!

## Eine kleine Ozeantour

Der Ozean bedeckt eine Fläche von etwa 360 Millionen Quadratkilometern und macht damit etwas mehr als 70 Prozent der Erdoberfläche aus. Volumenmäßig enthält er ungefähr 1,3 Milliarden Kubikkilometer Wasser ( $1,3 \times 10^{21}$  Liter!) und damit 97 Prozent des gesamten Wassers der Erde. In Bezug auf den Lebensraum macht der Ozean etwa 99 Prozent der *Biosphäre* aus – also Land, Wasser und die Atmosphäre, in der das Leben auf der Erde existiert.

Um die verschiedenen Bereiche besser verstehen und beschreiben zu können, haben sich die Menschen eine ganze Reihe von Möglichkeiten überlegt, den Ozean in kleinere »Häppchen« zu zerlegen.

## Der Ozean – oder doch eher die Ozeane?

Die Erde besitzt nur einen Ozean, weshalb wir ihn in diesem Buch als **den** Ozean bezeichnen werden. Geografisch ist er in vier oder fünf Ozeane unterteilt, je nachdem, wie man die Aufteilung vornimmt. Vor dem Jahr 2000 finden Sie in Lehrbüchern vier Ozeane: den Atlantik, den Pazifik, den Indischen und den Arktischen Ozean. Irgendwann um das Jahr 2000 erklärte die Internationale Hydrographische Organisation (IHO) den Südlichen Ozean, der sich wie ein Band von der Küste der Antarktis bis zu 60 Grad südlicher Breite um die Welt erstreckt, zum fünften Ozean (siehe Abbildung 1.1). Beschreiben wir nun kurz die fünf Ozeane in der Reihenfolge ihrer Größe, denn bei Ozeanen kommt es tatsächlich auf die Größe an.

- ✓ **Pazifischer Ozean:** Der Pazifik ist der größte der fünf Ozeane und erstreckt sich von der Arktis bis zum Südpolarmeer und von Ostasien über Australien bis nach Amerika. Er bedeckt mehr Fläche als das gesamte Land der Erde zusammengenommen und ist damit in Bezug auf seine Oberfläche mehr als doppelt so groß wie der Atlantische Ozean. Auch in der Kategorie der Ozeantiefe gewinnt der Pazifik mit Abstand! Der *Mariannengraben*, die tiefste Stelle der Erde, liegt fast elf Kilometer unter den Meeresspiegel.
- ✓ **Atlantischer Ozean:** Der Atlantik ist der zweitgrößte Ozean und liegt zwischen Amerika, Europa und Afrika. Er ist die Heimat des Bermudadreiecks, des Sargassosees, des Golfstroms und der Hurrikans, die oft die Karibikinseln und die Süd- und Ostküste der USA verwüsten. Der Nordatlantik ist der bei Weitem am gründlichsten erforschte, am besten verstandene und am stärksten überfischte der fünf Ozeane.
- ✓ **Indischer Ozean:** Eingebettet zwischen Afrika (im Westen) und Australien (im Osten) sowie zwischen Asien (im Norden) und dem Südpolarmeer (im Süden) liegt der Indische Ozean an dritter Stelle in Bezug auf seine Oberfläche, aber dafür an erster Stelle, wenn es um die Höhe der Durchschnittstemperatur geht.
- ✓ **Südlicher Ozean oder Südpolarmeer:** Das Südpolarmeer ist zwar relativ klein, hat aber mit vier bis fünf Kilometern die größte durchschnittliche Tiefe aller Ozeane. Es ist bekannt für seine starken, anhaltenden Ostwinde, riesigen Wellen und seine kalte Umgebung. Im Winter ist fast die gesamte Oberfläche des Südpolarmees mit Eis bedeckt. Hier finden Sie die größte Meeresströmung der Welt – den *Antarktischen Zirkumpolarstrom* mit seinem enormen Nährstoffreichtum.
- ✓ **Arktischer Ozean:** Der kleinste und flachste der fünf Ozeane grenzt an die nördlichen Ränder Nordamerikas, Asiens und Europas. Der größte Teil befindet sich innerhalb des Polarkreises, ausgehend vom Nordpol bis zu etwa 70 Grad nördlicher Breite, und entsprechend ist der größte Teil seiner Oberfläche während der meisten Zeit des Jahres mit ein bis zehn Meter dickem Eis bedeckt. Der Arktische Ozean ist bekannt für seine besondere Tierwelt (einschließlich Eisbären, Walen und Robben) und für seine natürlichen Ressourcen, vor allem Erdgas und Erdöl.



Abbildung 1.1: Die fünf »Ozeane« des Ozeans

## Ozeane scheinbarweise: Die Ozeanzonen

Ozeanografen haben den Ozean in Tiefenzonen unterteilt, um die physikalischen Eigenschaften, die Ökosysteme in jeder Zone und die Bewohner dieser Ökosysteme besser verstehen und beschreiben zu können. Eine Zonierung kann ganz simpel sein, zum Beispiel die Aufteilung des Ozeans in zwei *Lichtzonen*:

- ✓ **Photische Zone** (lichtdurchflutet): Die oberste 200-Meter-Schicht des Ozeans, durch die noch genügend Licht eindringt, um die Fotosynthese zu ermöglichen. (Bei der Fotosynthese wird die Sonnenenergie genutzt, um Nährstoffe aus Kohlenstoffdioxid und Wasser herzustellen.)
- ✓ **Aphotische Zone** (ohne Licht): Der Teil des Ozeans ab 200 Metern Tiefe bis zum Meeresboden, der vollständig im Dunkeln liegt.

Eine weitere einfache Art der Zonierung des Ozeans ist die Unterteilung in eine pelagische und eine benthische Zone:

- ✓ **Pelagische Zone** (oben): das Wasser über dem Meeresboden.
- ✓ **Benthische Zone** (unten): der Meeresboden und die dicke Sedimentschicht darunter.

In Kapitel 4 gehen wir noch genauer auf die Zoneneinteilung ein und stellen zwei weitere Konzepte vor – eines, bei dem der Ozean anhand der Tiefe in fünf horizontale Schichten (wie die Schichten eines Kuchens) eingeteilt ist, und einen, der ihn in vertikale Zonen von der Küste bis zum offenen Meer unterteilt.

## Besuch in verschiedenen Ökosystemen

Ein *Ökosystem* ist eine biologische Gemeinschaft von Organismen, die mit ihrer physikalischen Umgebung als Ganzes interagieren. Gut, das ist jetzt reichlich theoretisch formuliert – stellen Sie sich einfach eine eigenständige Nachbarschaft mit vielfältiger Bevölkerung vor.

Zu den Landökosystemen zählen Grasland, Wüsten, Regenwälder und Feuchtgebiete. Zu den Meeresökosystemen gehören Korallenriffe, Flussmündungen (in denen sich Süßwasser und Salzwasser vermischen), Tangwälder, das Wattenmeer, felsige oder sandige Ufer, Seegraswiesen und vieles mehr. Weniger bekannte Ökosysteme entwickeln sich in der Nähe des Tiefseebodens und umfassen Gemeinschaften, die sich um *Hydrothermalquellen* bilden (aus denen heißes, mineralreiches Wasser austritt, von dem sich einige Bakterien ernähren), *Walstürze* (buchstäblich! – tote Wale, die auf den Grund sinken) und *kalte Quellen* («Cold Seeps», an denen Methangas aus dem Boden freigesetzt wird, von dem sich einige Bakterien und Archaeen ernähren). In Kapitel 5 untersuchen wir zahlreiche marine Ökosysteme und stellen Ihnen die Pflanzen, Tiere und anderen Organismen noch genauer vor, die typischerweise in den einzelnen Ökosystemen vorkommen.

## Alles fließt: Die physikalischen Eigenschaften

Der Ozean ist selbst ohne all die zahllosen Lebewesen, die ihn bevölkern, ein einzigartiges Biotop. Irgendwie gleicht auch er einem Lebewesen; er atmet, bewegt sich, verändert sich ständig und interagiert mit seiner Umgebung. Er spielt eine wichtige Rolle bei der Kontrolle des Erdklimas und des Wetters, verteilt Wärme und Nährstoffe auf der ganzen Welt und macht die ganze Welt für alle Lebewesen erst bewohnbar.

In diesem Abschnitt sehen wir uns einige physikalische Eigenschaften des Ozeans näher an: das Salz im Meerwasser, die verschiedenen Prozesse, auf denen die stetigen Wasserströme um die Welt beruhen, und die Wechselwirkungen zwischen Land, Meer und Luft.

## Ein ewiger Kreislauf: Das Wasser

Nicht nur Pflanzen und Tiere, sondern auch das Wasser hat seinen eigenen Zyklus. Nach dem Zitat von Isaac Newton »was hochgeht, muss auch wieder runterkommen« beschreibt der Wasserkreislauf (auch als *hydrologischer Kreislauf* bezeichnet) die Art und Weise, wie Wasser rund um den Globus vom Ozean über die Luft zum Land und wieder zurück zum Ozean wandert (Abbildung 1.2).

Wasser ist ein Element mit erstaunlichen chemischen Eigenschaften, da es unter unseren normalen Umweltbedingungen in drei verschiedenen *Aggregatzuständen* vorliegen kann: fest (Eis), flüssig (Wasser) oder gasförmig (Dampf). Wenn feuchte Luft abkühlt, bildet das Wasser Tröpfchen und fällt als Niederschlag auf die Erde zurück, und das entweder in flüssiger (Regen) oder in fester Form (Schnee/Hagel).



Abbildung 1.2: Der hydrologische Kreislauf

## Was Meerwasser so salzig macht

Warum fließt in den meisten Seen, Flüssen, Teichen und Bächen Süßwasser, während der Ozean doch Salzwasser enthält? Auch das liegt vor allem am Wasserkreislauf. Der größte Teil des Salzes im Ozean stammt in der Tat aus Süßwasserflüssen oder aus dem Oberflächenwasser, das vom Land abfließt. Während sich das Süßwasser über Land und Felsen und durch die Erde bewegt, nimmt es winzige Spuren von Salzen und anderen Mineralien mit und lagert diese irgendwann im Ozean ab.

Wenn Wasser aus dem Ozean verdunstet, bleibt das Salz zurück, während der Wasserdampf entweder über dem Ozean selbst oder über den Landmassen als (Süßwasser-)Niederschlag wieder nach unten fällt. Damit beginnt der ganze Prozess wieder von vorn. Dieser permanente Zyklus erhöhte im Laufe der Zeit schnell (»schnell« jedenfalls gemessen an der geologischen Zeitskala) die Salzkonzentration im Meerwasser auf das Niveau, auf dem sie heute liegt – durchschnittlich etwa 3,5 Prozent.

## Konzentrationschwankungen im Salzwasser

Da Wasser aus einigen Teilen des Ozeans schneller verdunstet als aus anderen und auch der Niederschlag oder der Eintrag aus Flüssen nicht überall gleich ist, sind manche Bereiche des Ozeans salziger als andere. Beispielsweise liegt der Salzgehalt im Roten Meer zwischen 3,6 bis 4,1 Prozent und im Mittelmeer bei durchschnittlich 3,8 Prozent, kann aber im äußersten Westen lokal durchaus bis auf vier Prozent steigen.

In polaren Regionen steigt der Salzgehalt des Ozeanwassers in der Nähe der Oberfläche, wenn sich Eis bildet (und damit das Salz weitgehend zurückbleibt). Wenn das Eis schmilzt, nimmt der Salzgehalt aufgrund des Zuflusses von frischem Wasser lokal wieder ab. Ebenso ist in Küstengebieten der Salzgehalt in denjenigen Bereichen geringer, in denen Süßwasser aus Flüssen und Bächen in den Ozean gelangt. Wenn der Salzgehalt unter etwa drei Prozent sinkt, wird das Wasser als *Brackwasser* bezeichnet.

## Meer ist mehr als Salzwasser!

Wenn Sie Salzkonzentrationen mit 3,5 Prozent wie im Meerwasser herstellen wollen, ist das Grundrezept denkbar einfach: Geben Sie 35 Gramm Kochsalz in einen Liter Wasser und schütteln Sie das Ganze, bis sich das Salz aufgelöst hat. Meerwasser ist jedoch viel komplexer als nur Kochsalz plus Wasser – es enthält eine große Anzahl weiterer chemischer Elemente und Verbindungen, gelöste organische Stoffe und Gase einschließlich Sauerstoff. (Meeressäugetiere können im Meerwasser gelösten Sauerstoff übrigens wirklich nicht atmen, selbst wenn das im Film »Abgrund des Todes« offensichtlich kein Problem war ...)

Keine Sorge, den Vortrag über die Chemie des Meerwassers ersparen wir Ihnen, aber Sie sollten dennoch im Gedächtnis behalten, dass Meerwasser eben nicht nur Salzwasser ist. Wichtig wird das vor allem, wenn es um den Klimawandel und die Versauerung des Ozeans geht – mehr dazu in Kapitel 21.

## Was sich am Meeresboden (und darunter) befindet

Die Topologie des Meeresbodens ist ebenso vielfältig wie die Landschaft über dem Meer: Ebenen, Gebirgszüge, Berge, Hügel, Schluchten, Täler, Klippen, Vulkane oder Tiefsee-Hydrothermalquellen (aus denen wie bei einem Geysir heißes Wasser austritt), sogar riesige »Wasserfälle« aus Sand und Sedimenten – also, als Klippentaucher hätten Sie Ihre hel-le Freude daran!

Die Form des Meeresbodens wird, ebenso wie die der Landmassen, weitgehend durch einen als *Plattentektonik* bezeichneten Prozess geprägt – das Driften, Kollidieren und Aufwerfen der massiven Gesteinsplatten, die die Erdkruste bilden. Diese Platten schwimmen quasi auf einer halbflüssigen Schicht geschmolzenen Gesteins, die sehr heiß ist (überlegen Sie mal, wie hoch die Temperatur sein muss, bevor Gestein schmilzt!). Konvektionsströme im geschmolzenen Gestein bewegen die Platten mit drei bis fünf Zentimetern pro Jahr voran. (Weitere Informationen zur Plattentektonik finden Sie in Kapitel 6.)

Die Plattentektonik ist auch für die Entstehung der meisten Tsunamis verantwortlich. Immer dann, wenn sich Platten am Meeresboden massiv verschieben oder ein Unterwasservulkan ausbricht, kann die resultierende Druckwelle Wasser innerhalb weniger Stunden Tausende von Kilometern weit über den Ozean schicken – mit oft verheerenden Folgen für die betroffenen Küstenregionen. Weitere Informationen zu Wellen und Tsunamis finden Sie in Kapitel 16.

## Wellenreiten angesagt? Gezeiten und Strömungen

Das Meerwasser ist aufgrund einer Vielzahl von Kräften einschließlich der Erdrotation ständig in Bewegung. Das Zusammenspiel der Gravitationsfelder von Erde, Mond und Sonne ist die Ursache für die *Gezeiten*, also Ebbe und Flut, die das Wasser ein- oder (meistens) zweimal täglich zu den Küsten hin- und wieder wegbewegen.

An der Meeresoberfläche treibt Wind zusammen mit anderen Kräften wie der Erdrotation, Schwankungen der Wassertemperatur oder des Salzgehalts die Bildung großer ozeanischer Meeresströmungen (Singular *Gyrus* oder *Gyre*) an, die sich auf der Nordhalbkugel im

Allgemeinen im Uhrzeigersinn und auf der Südhalbkugel gegen den Uhrzeigersinn drehen. (Und nein, dies hat keinen Einfluss auf die Richtung, in der das Wasser in Ihrem Badewannenabfluss verwirbelt.)

Unter der Oberfläche sind es Unterschiede der Wasserdichte, die die Ströme antreiben. In der Nähe der Pole hinterlässt Wasser, wenn es an der Oberfläche gefriert, das gelöste Salz. Das kältere, salzigere Wasser an der Oberfläche ist dichter als das wärmere, weniger salzige Wasser darunter. Es sinkt bis zum Meeresboden und fließt in Richtung Äquator. Während sich dieses kalte Wasser nach unten und von den Polen wegbewegt, strömt wärmeres Oberflächenwasser in Richtung der Pole nach, was zu einem kontinuierlichen Strom führt, der Wasser, Wärme und Nährstoffe rund um den Globus transportiert.

Dieser Prozess wird als *thermohaline Zirkulation* oder »globales Förderband bezeichnet und verbindet vier der fünf Ozeane zu einem Kreislauf. Dies ist einer der vielen Gründe, warum die Pole so wichtig sind: Sie treiben buchstäblich unser gesamtes ozeanisches Umwälzungssystem an und sorgen so für die Verteilung der Wärme und der Nahrungsgrundlage aller marinen Organismen. (Mehr darüber erfahren Sie in Kapitel 16.)

## Welche Rolle der Ozean für Klima und Wetter spielt

Ozean, Klima, Wetter? Der Zusammenhang dieser drei Begriffe erschließt sich Ihnen vielleicht nicht auf den ersten Blick. Tatsächlich spielt der Ozean eine entscheidende Rolle, um die Erde auf einer konstanten Temperatur zu halten, da er Wärme (und Energie) rund um den Globus transportiert. Ganz so simpel ist es natürlich nicht, und der Ozean macht das auch nicht allein. Er »arbeitet« mit der Atmosphäre und Luftbewegungen über den Landmassen zusammen, und aus dieser ganzen Fülle von Faktoren entsteht unser Klima und die sich ständig ändernden Wettermuster. Was aber ist Klima, und was ist Wetter?

- ✓ **Klima** ist das vorherrschende Wetter über einen langen Zeitraum (normalerweise mehr als 30 Jahre), also wie tropisch (warm und nass), aride (heiß, trocken), polar (kalt und trocken) oder gemäßigt (weder extrem heiß noch extrem kalt) es ist.
- ✓ **Wetter** ist das Zusammenspiel atmosphärischer Bedingungen in Bezug auf Temperatur, Sonneneinstrahlung, Wind und Niederschlag über einen kurzen Zeitraum.

Der Einfluss des Ozeans auf das Wetter zeigt sich am deutlichsten, wenn er einen Teil seiner Energie in Form eines tropischen Wirbelsturms (Hurrikan, Zyklon oder Taifun) freisetzt. In Kapitel 17 erfahren Sie mehr darüber.

## Bühne frei für die Bewohner des Ozeans!

Keine Frage, der Ozean ist voller Leben, von der Küste bis zum offenen Ozean und von der Oberfläche bis zum Meeresboden. Lebewesen werden taxonomisch in drei *Domänen* (Prokaryoten, Eukaryoten und Archaeen) oder sechs *Reiche* unterteilt – Pflanzen, Tiere, Protisten, Pilze, Archaeobakterien und Eubakterien. In diesem Buch halten wir uns nicht ganz so strikt an die Taxonomie, sondern teilen die Ozeanbewohner eher pragmatisch in drei Gruppen ein – die *Mikroben* (im Allgemeinen zu klein, um mit bloßem Auge gesehen

zu werden), *Pflanzen* und andere Organismen, die Sonnenlicht für Energie und Wachstum benötigen, und *Tiere*, angefangen von einfachen Schwämmen und Quallen, Weichtieren wie Schnecken und Muscheln, Krebstieren wie Krabben und Hummer, bis hin zu den Wirbeltieren wie Fische, Reptilien, Vögel und Säugetiere.

Dennoch werfen wir im nächsten Abschnitt kurz einen Blick auf die *Taxonomie*, also das Klassifizierungssystem, mit dem Organismen aufgrund ihrer Abstammung bestimmten Gruppen zugeordnet werden. Wir werden uns dabei allerdings auf diejenigen Gruppen von Organismen beschränken, die wir in Teil III noch genauer beschreiben.

## Mächtig durch Masse: Marine Mikroorganismen

Mikroorganismen sind Lebensformen, die (fast immer) zu klein sind, um sie mit dem bloßen Auge zu betrachten. Viele davon sind kleiner als die Zellen, aus denen unser Körper besteht, doch was ihnen an Größe fehlt, machen sie durch ihre Anzahl mehr als wett. Der Ozean beherbergt geschätzte 44 Oktillionen ( $44 \times 10^{27}$ ) Mikroben – mehr als alle Sterne im bekannten Universum. Kein Wunder also, dass Mikroben zwischen 90 und 98 Prozent der marinen Biomasse ausmachen! Mikroorganismen können in drei Gruppen unterteilt werden, und dabei lassen wir die unzähligen *Viren* einmal außen vor, denn diese gelten nicht wirklich als Lebewesen:

- ✓ **Bakterien** und **Archaeen** sind einzellige Organismen mit einer Zellwand, die aber weder einen Zellkern (in dem sich der größte Teil des genetischen Materials einer Zelle befindet) oder Organellen (spezialisierte Strukturen in einer Zelle, die verschiedene Funktionen wie die Energieversorgung erfüllen) besitzen. Bakterien und Archaeen sind *Prokaryoten* – die ohne einen echten Zellkern (die mit echtem Zellkern sind die Eukaryoten wie wir).
- ✓ **Protisten** sind einzellige Organismen mit echtem Zellkern und Organellen – es sind *Eukaryoten*, aber weder Tiere noch Pflanzen. Einige sind Pflanzen insofern ähnlich, als dass sie Fotosynthese betreiben, während andere sich wie Tiere bewegen und fressen. Wieder andere können beides – Fotosynthese und aktive Fortbewegung.
- ✓ **Pilze** sind ein- oder mehrzellige Eukaryoten, die sich von organischer Substanz ernähren. Dazu zählen Hefen, Schimmelpilze und das, was Sie landläufig als (Gift-)Pilze im Wald finden.



Mikroorganismen sind ein wesentlicher Bestandteil der Ozeane. Als *Produzenten* stellen sie Nährstoffe für die Verbraucher am Ende der Nahrungsketten her, und als *Destruenten* zerlegen sie tierische und pflanzliche Abfälle in Bruchstücke, die von anderen Organismen wiederverwendet werden können. In Kapitel 7 erfahren Sie mehr darüber.

## Kleiner Ausflug in die Meeresbotanik

Zugegeben, Ozeane sind nicht gerade für ihre prachtvollen Blumenarrangements berühmt, aber hier leben zahllose Pflanzen und viele weitere fotosynthetische Organismen, die für andere Meereslebewesen Sauerstoff und Nährstoffe zur Verfügung stellen. Dazu nun einige

wichtige Begriffe und Beispiele, denn fotosynthetische Organismen und Meerespflanzen werden in Kapitel 8 noch genauer beschrieben:

- ✓ **Phytoplankton** besteht aus einer Ansammlung einzelliger, fotosynthetischer Organismen. Die meisten davon sind (Mikro-)Algen wie die Grün- und Kieselalgen, aber Phytoplankton enthält auch fotosynthetische Bakterien, die *Cyanobakterien* oder Blaualgen. Lassen Sie sich von dem historisch bedingten Trivialnamen nicht täuschen: »Blaualgen« sind keine Algen, sondern Bakterien!
- ✓ **Makroalgen** sind verschiedene Arten von größeren, vielzelligen Meeresalgen, die oft unter dem Begriff *Seetang* zusammengefasst werden. Sie sehen aus wie richtige Pflanzen und können sehr groß sein, haben aber anders als die Pflanzen in Ihrem Garten kein Gefäßsystem zur Verteilung von Nährstoffen. Alle Zellen, aus denen der Seetang besteht, nehmen Flüssigkeiten und Nährstoffe aus dem umgebenden Wasser auf.
- ✓ **Seegrass** ist eine richtige Pflanze mit einem Gefäßsystem, Blättern, Wurzeln und Rhizomen. Es wird unter Wasser bestäubt und produziert Samen zur Vermehrung.
- ✓ **Mangroven** bilden ein regelrechtes Ökosystem aus salztoleranten Bäumen und Sträuchern, die an tropischen Standorten entlang der Küste wachsen. Mangroven bieten nicht nur Nahrung, Schutz oder Brutgebiete für andere Meeresorganismen, sondern spielen auch eine wichtige Rolle für den Küstenschutz und die Landgewinnung.
- ✓ **Zooxanthellen** sind einzellige fotosynthetische Protisten (meistens Dinoflagellaten), die oft in Symbiose mit Meerestieren leben, unter anderem Korallenpolypen und einigen Quallen, Nacktschnecken (Seeschnecken) und Schwämmen. Die Zooxanthellen produzieren einfache Zucker oder komplexere Kohlenhydrate, der Symbiosepartner sorgt für ein geschütztes Heim.

## Von der Botanik zur Zoologie – Die Tiere des Ozeans

Obwohl Mikroorganismen und Pflanzen unverzichtbar sind, um den Ozean gesund zu halten und seine Bewohner mit Nahrung zu versorgen, stehlen ihnen die Tiere als »Stars der Show« natürlich oft die Aufmerksamkeit. Leider kann Ihnen dieses Buch unmöglich alle erstaunlichen Tiere präsentieren, die im Ozean leben. Wir haben sie daher in taxonomische Gruppen und Untergruppen unterteilt, beschreiben die gemeinsamen Merkmale jeder Gruppe und stellen dann einen oder mehrere Vertreter vor, angefangen von den ziemlich einfach strukturierten bis hin zu den komplexen Tieren:

- ✓ **Wirbellose** sind einfach aufgebaute Tiere ohne Rückgrat. Dazu zählen unter anderem Schwämme, Quallen, Anemonen, Seesterne, Seeigel und verschiedene Arten von Würmern. In Kapitel 9 erfahren Sie mehr über wirbellose Tiere.
- ✓ **Mollusken** sind ebenfalls wirbellose Tiere mit weichem Körper, von denen viele Muschelschalen besitzen (aber nicht alle!). Dazu zählen (Nackt-)Schnecken, Muscheln, Austern oder Tintenfische, die teilweise riesig groß werden können (mehr dazu in Kapitel 10).

- ✓ **Krebse** (siehe auch Kapitel 11) sind Wirbellose mit hartem Außenskelett wie etwa Krabben, Hummer, Garnelen und Krill. All diese Tiere sind irgendwie so, wie ein gutes Baguette sein sollte: außen knusprig, innen weich.
- ✓ **Fische** bilden die erste Gruppe von Wirbeltieren (also der Tiere mit einem Rückgrat). Normalerweise sind diese Tiere einfach zu erkennen, die meisten haben Kopf und Schwanz, Flossen, Kiemen und Schuppen. Fische werden in zwei Gruppen eingeteilt: Knorpelfische (die »Softies« mit einem Skelett aus Knorpel) wie Haie und Rochen, und die Knochenfische, zu denen fast alle anderen gehören wie Thunfisch, Lachs und Kabeljau. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 12.
- ✓ **Reptilien** (Kapitel 13) sind wechselwarme, Luft atmende Wirbeltiere, die weiche Eier an Land legen oder lebende Junge zur Welt bringen. Im Ozean leben nur wenige Reptilien, darunter Meeresschildkröten, Meeresleguane, Salzwasserkrokodile und einige Arten von Seeschlangen (von denen Sie Letztere ganz sicher nicht als Haustier halten wollen).
- ✓ **Vögel** sind warmblütige, Luft atmende Wirbeltiere: zwei Beine, zwei Flügel, Federn und ein Schnabel. Die meisten, aber nicht alle, können fliegen – denken Sie nur an die Pinguine. Meeresvögel haben spezielle Anpassungen an ihre Lebensweise wie etwa die Fähigkeit, Salz abzuscheiden, ölige Flügel, die nicht nass werden können, Schwimmhäute und leichte Knochen zum Fliegen. Manche besitzen aber auch schwerere Knochen, die es ihnen ermöglichen, besser zu tauchen. Die Sturzttaucher unter den Seevögeln sind häufig mit einer Art innerer »Airbags« ausgestattet, die ihre harten Landungen auf der Wasseroberfläche abfedern. Mehr über die Meeresvögel können Sie in Kapitel 14 nachlesen.
- ✓ **Säugetiere** (siehe Kapitel 15) sind warmblütige Wirbeltiere mit Haaren oder Fell, die ständig auftauchen müssen, um zu atmen. Zu den Meeressäugern zählen die Lieblingstiere der meisten Menschen – Wale, Delfine, Walrosse, Robben, Seeotter, Seelöwen, Seekühe und Eisbären.

## **Eine komplexe Beziehung: Mensch und Ozean**

---

Jede Beziehung erfordert ein Geben und Nehmen, und dies gilt ganz sicher auch für die zwischen Mensch und Meer. Seit Millionen von Jahren beziehen Menschen ihre Nahrung aus dem Ozean, ohne großartig darüber nachzudenken. Wir nutzen den Ozean zum Transport oder zu Urlaubszwecken, und in den letzten 100 Jahren auch zunehmend als Quelle für Erdöl, Erdgas, Mineralien und pharmazeutische Wirkstoffe. Von pragmatischen Dingen einmal abgesehen, war der Ozean schon immer eine Inspirationsquelle für Wissenschaftler, Künstler und Schriftsteller.

Doch nun ist es Zeit, dem Ozean etwas davon zurückzugeben, was er uns geschenkt hat. Die meisten Probleme des Ozeans sind durch den Menschen verursacht – zunehmende Wasserverwärmung und -versauerung durch Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre, den starken Rückgang der Fischpopulationen durch Überfischung, verheerende Wasserverschmutzung durch Plastikmüll oder Abwassereinleitungen, eine schädliche Küstenbebauung, die zur Zerstörung mariner Lebensräume führt, Ölbohrungen und die Einführung invasiver Arten. Die Liste ist lang, das waren nur wenige Beispiele. Was wir tun können? Auch dafür nur einige wenige Beispiele:

- ✓ **Anthropogene Treibhausgasemissionen** strikt reduzieren: Zu den primär durch den Menschen und sein Handeln verursachten Treibhausgasemissionen zählen vor allem *Kohlenstoffdioxid* (CO<sub>2</sub>), aber auch Methan, Ozon, Lachgas und Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Diese Emissionen bis 2050 zu stoppen, ist entscheidend, um den vom Menschen verursachten Klimawandel, der direkt mit der Versauerung der Ozeane und der Erwärmung der Meere zusammenhängt, zu verlangsamen oder aufzuhalten.
- ✓ **Verschmutzung reduzieren**: All der Abfall in Luft, Wasser oder auf dem Land gelangt irgendwann in den Ozean. Thema »Plastikmüll«! – Kunststoffe landen im Meer und werden nie wirklich biologisch abgebaut. Dazu kommen Abwasser, Industriechemikalien, landwirtschaftliche Düngemittel und Pestizide, Abflüsse vom Festland (insbesondere von Straßen und Parkplätzen), Ölverschmutzungen, Bergbaureste und – auch das! – bestimmte Sonnenschutzmittel.
- ✓ **Nachhaltiger Fischfang** anstatt Überfischung. Zu diesen Maßnahmen zählt auch, invasive Fangmethoden zu verbieten, die viele andere Populationen von Meerestieren gefährden.
- ✓ **Meeresschutzgebiete einrichten**, in denen bestimmte Aktivitäten verboten sind, um Ökosysteme zu schützen, die Fischereiproduktion aufrechtzuerhalten oder kulturelle Ressourcen zu erhalten.
- ✓ **Die Jugend aufklären** und mit ins Boot holen, denn das ist der beste Weg, um dauerhafte Veränderungen auf allen Ebenen für die Zukunft herbeizuführen.

