

In Kooperation mit

GEO

**Verlag
Wissenschaftliche Auswertungen**



WARNSIGNAL KLIMA: Die Biodiversität

*Unter Berücksichtigung von
Habitatveränderung, Umweltverschmutzung und Globalisierung*

Herausgeber: José L. Lozán • Siegmund-W. Breckle • Ruth Müller • Eike Rächor

Tafel 1: Vor Kurzem entdeckte Tiere- und Pflanzenarten im Amazonas-Gebiet.

Der Amazonas-Regenwald, gehört zu den artenreichsten Biomen der Welt. Zwischen 1999 und 2009 konnten dort über 1.200 neue Pflanzen- und Wirbeltierarten durch die Wissenschaft entdeckt und beschrieben werden, darunter 637 Pflanzen, 16 Vögel, 216 Amphibien, 55 Reptilien, 39 Säugetiere, und mindestens 257 Fische sowie 503 Wirbellose. Leider werden immer noch mit unverminderter Geschwindigkeit durch Rodung und Brände Teile tropischer Regenwälder mit ihren einzigartigen Lebensgemeinschaften und immenser Artenfülle vernichtet, die noch völlig unbekannt sind. Nacht für Nacht brennen in den Tropen und Subtropen Tausende von Feuern, wie man auf Satellitenbildern erkennen kann. Riesige Flächen sind in den Tropen inzwischen mit oft kurzlebigen Monokulturen bedeckt.

Folgende Arten verschiedener Gruppen stellen eine kleine Auswahl dar, die in den letzten Jahren im Amazonas-Regenwald und benachbarten Gebieten entdeckt wurden: 1: Der schwarz-orangene Frosch, *Ranitomeya summersi*, wurde in 2008 in der San Martin-Region im peruanischen Amazonas-Regenwald entdeckt. 2: Die Spinne, *Epebopus cyanognathus*, konnte im Jahr



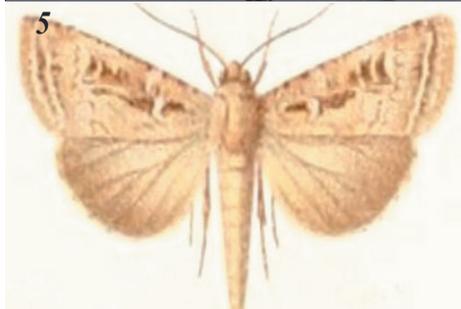
2000 in Französisch-Guayana entdeckt werden. Sie ist komplett braun bis auf die beiden blauen Fangzähne. Es wird vermutet, dass sie sich von kleinen Vögeln ernährt.

3: Der Waldfalke, *Micrastur mintoni*, konnte 2002 in Brasilien entdeckt werden. Ungewöhnlich ist die orangefarbene Haut um die Augen herum. Es wird vermutet, dass diese Art aufgrund ihres großen Verbreitungsgebietes noch eine große Population bildet. 4: Der Fisch, *Jupiaba citrina*, wurde im seichten Gewässer am Aripuanã-Fluss entdeckt. Der Aripuanã gehört zum Einzugsgebiet des Madeira-Flusses, der an der Transamazonica-Straße liegt.

5: *Bromelia araujoii* ist eine brasilianische Pflanze. 6: Der Feuerschwänzige Sprungaffe *Callicebus miltoni* wurde 2010 im Nordwesten Mato Grossos am Gauriba-Fluss entdeckt. Das relativ kleine Verbreitungsgebiet wird im Süden vom Cerrado und im Norden von zwei Flüssen begrenzt. Die Hälfte seines Verbreitungsgebietes ist mittlerweile entwaldet, da es sich mitten in einer der größten tropischen Entwaldungsfronten der Welt befindet. Die noch existierende Waldfläche ist zum größten Teil durch Schutzgebiete und indigene Territorien vor dem Vordringen von Rinderweiden und Sojapflanzungen geschützt. 7: Die Schlange, *Clelia langeri*, wurde 2005 entdeckt. Sie ist in Bolivien heimisch.

Tafel 2: Beispiele neuzeitlich ausgestorbener Arten verschiedener Gattungen.

Die Anzahl der ausgestorbenen und der vom Aussterben bedrohten Pflanzen und Tiere ist extrem groß (s. Kap. 3.8 - METZING). Allein die Rote Liste der Säugetiere enthält 86 Taxa und die der Vögel 130 Arten, die laut IUCN (2014) seit dem Jahre 1500 global ausgestorben sind. Geographisch betrachtet ist Australien bezüglich der ausgestorbenen Säugetiere am meisten betroffen mit 28 Arten. Seit der Kolonisierung durch europäische Siedler im 18. Jh. verschwanden viele Beuteltiere entweder durch Überjagung, Lebensraumverlust oder durch die Einfuhr von Raubtieren wie dem Rotfuchs oder dem Marder. Die Fotos zeigen in letzten 100 Jahren ausgestorbene Tiere aus verschiedenen taxonomischen Gruppen.



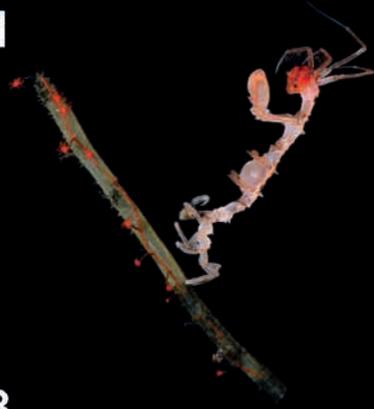
1: Der Andenkärpfling: Amanto (*Orestias cuvieri*) war endemisch im Titicaca-See und ist seit den 1960er Jahren verschwunden; er wurde durch die eingesetzten lachsartigen Fischarten bis zur Ausrottung weg gefressen (aus [Wikimedia Commons](#)). 2: Die Goldkröte (*Bufo periglenes*) (Männchen) war in Costa Rica heimisch und wurde erst Mitte der 1960er-Jahre entdeckt. Sie gilt heute als ausgestorben (Source: U.S.Fish and Wildlife Service, Autor: Charles H. Smith). 3: Die Galápagos-Riesenschildkröte (*Chelonoidis nigra abingdonii*) gilt seit 2012 als ausgestorben (Foto: Pandanus). 4: Der St.-Helena-Riesenohrwurm (*Labidura herculeana*) war der größte Ohrwurm der Welt (bis zu 84 mm lang) und kam auf der abgeschiedenen Insel St. Helena im Zentralatlantik vor (Foto: Roger Key, Jamestown Museum). 5: *Agrotis laysanensis* ist ein ausgestorbener Schmetterling (Nachtfalter). Er war auf der Hawaii-Insel Laysan endemisch (Autor: Werner & Winter). 6: Das Heidehuhn (*Tympanuchus cupido*) ist seit 1932 ausgestorben; es gehörte zu den ersten Vogelarten, die die Amerikaner schützten (Autor: C. Horwitz). 7: Der Beutewolf oder Tasmanische Tiger (*Thylacinus cynocephalus*) war das größte fleischfressende Beuteltier auf Australien. Das letzte Exemplar starb 1936 in dem National Zoo Washington DC (Foto aus 1904 by Baker; E.J. Keller).

Viele Fotos in diesem Buch wurden aus [Wikimedia Commons](#) entnommen und sind gemeinfrei oder public domain nach GNU Free Documentation License.

Laut IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*): „Ein Taxon ist ausgestorben, wenn es keinen vernünftigen Zweifel daran gibt, dass das letzte Individuum gestorben ist. Ein Taxon gilt als ausgestorben, wenn gründliche Untersuchungen in bekannten und/oder vermuteten Habitaten während geeigneter Zeiten (täglich, saisonal, jährlich) in seinem historischen Verbreitungsgebiet kein Individuum haben nachweisen können. Die Untersuchungen sollten sich über ein Zeitfenster erstrecken, das dem Lebenszyklus und der Lebensweise des Taxons entspricht“. ... *Damit eine Population ausstirbt, muss ihre Wachstumsrate negativ werden (unter Null fallen). Eine dauerhaft negative Wachstumsrate durch deterministische Faktoren, z. B. durch neu eingewanderte überlegene Konkurrenten oder Prädatoren (einschließlich des Menschen) führt unweigerlich zum Aussterben, egal wie groß die Population am Anfang war (aus Wikipedia).*

Tafel 3-4: »Neu« entdeckte Arten im Meer (Tiefsee)

1



2



3



4



5



6

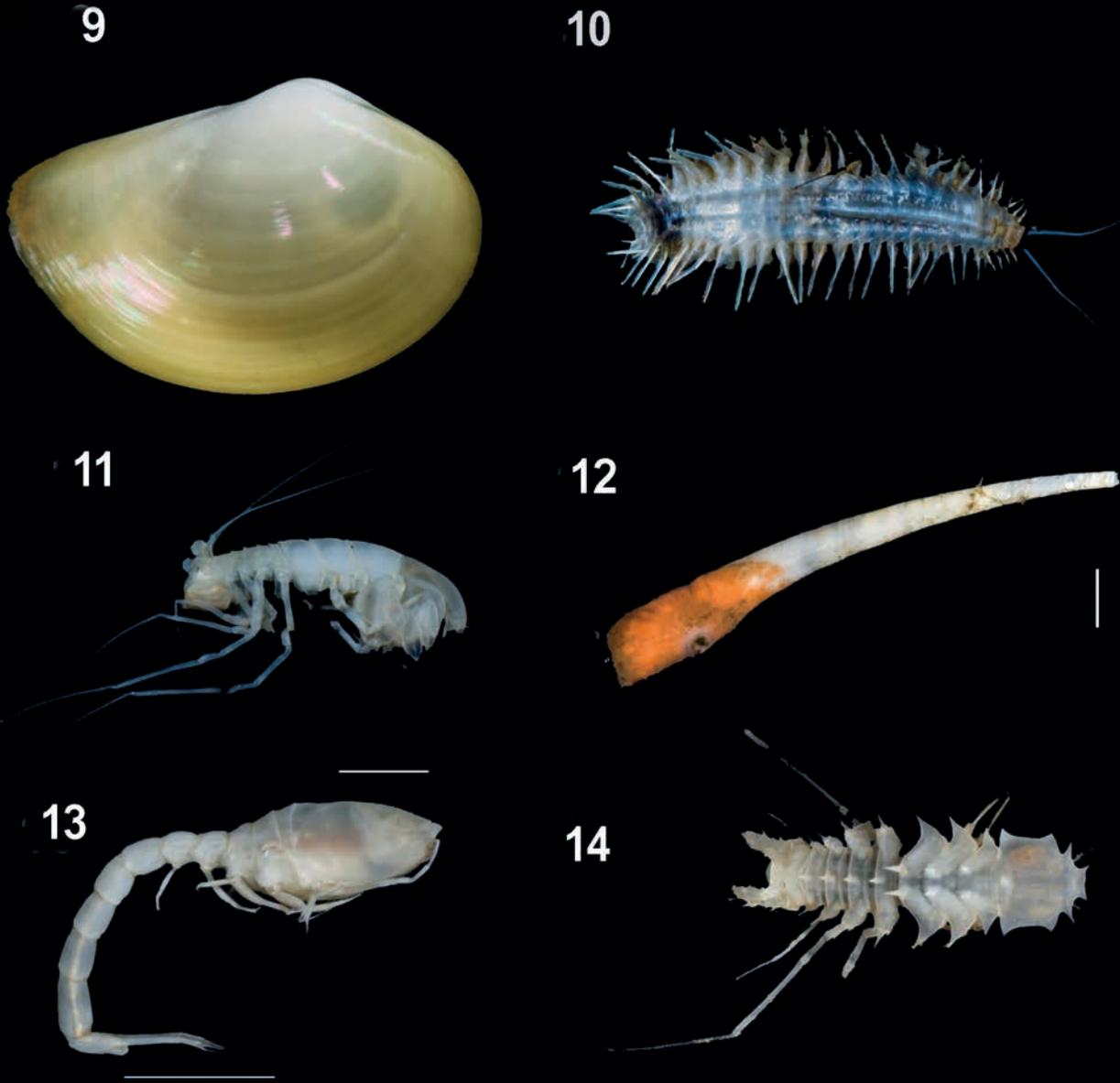


7



8





Mit den Zielen, die Biodiversität und Biogeographie zu erfassen sowie eine trophische Charakterisierung der benthischen Organismen der Tiefsee vorzunehmen, wurden mehrere deutsch-russische Expeditionen durchgeführt. Dabei wurde ein Vielfaches der bis dato bekannten Artenzahlen nachgewiesen, und der Kenntnisstand aus den Tiefen zwischen 500–6.000 m von 300 Arten auf über 1780 Arten erweitert. Mindestens die Hälfte dieser Arten ist neu für die Wissenschaft.

Hier werden einige der gesammelten Tiere vorgestellt. Fotos: 1-8 (Kurilen-Becken, Ochotskisches Meer - 2015) und Fotos: 9-14 (Kurilen Kamtschatka Graben - 2016) (Alle Fotos 1-14 © Anna V. Lavrenteva).

1: Flohkrebs der Familie Caprellidae. 2 cm. 2: Meeresassel *Tecticeps* cf. *leucothalmus* Gurjanova. 1-1,5 cm. 3: Meeresassel *Eurycope* sp. (Munnopsidae). 1-1,5 cm. 4: Meeresassel *Synidothea pulchra* Birstein, 1963. Ca.1 cm. 5: Flohkrebs *Eurythenes* cf. *gryllus*. 4-5 cm. 6: Igelwurm der Familie Echiuridae. 7-10-cm. 7: Entenmuschel der Familie Lepatidae. Ca. 2 cm. 8: Flohkrebs der Familie Eusiridae. Ca. 2-2,5 cm. 9: Muschel *Neilonella politissima* Okutani & Kawamura, 2002, aus EBS, Länge 5 mm. 10: Meeresborstenwurm *Laetmonice pellucida* Moore, 1903, aus AGT, Länge, 4 cm. 11: Meeresassel *Eurycope* sp. (Munnopsidae) EBS, Länge 5 mm. 8183 m Tiefe. 12: Actinie *Acanthosactis nomadis* White et al. 1999 EBS, Länge 1 cm, auf Kahnfüßer (Scaphopoda, 5 cm). 13: Schlickkrebs *Bathycuma* sp., EBS, Maßstab 5 mm. 14: Meeresassel *Rectisura herculea* (Birstein, 1963). Körper ohne Anhänge 2 cm (AGT = Agassiz-Trawl; EBS = Epibenthos-Schlitten).

Tafel 5: Invasive fremde Pflanzenarten (Neophyten) breiten sich aus.



- 1: Der Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum* oder *H. giganteum*) ist eine zwei- bis mehrjährige krautige Pflanze, die ursprünglich aus dem Kaukasus stammt und sich in Europa und Nordamerika ausbreitet; sie bildet Substanzen, die bei Sonnenlicht toxisch wirken. Berührungen können außer beim Menschen auch bei anderen Säugetieren zu Verletzungen führen, die wie Verbrennungen aussehen (Foto: S.-W. Breckle).
- 2: Der japanische Staudenknöterich (*Fallopia japonica* oder *Reynoutria japonica* oder *Polygonum cuspidatum*) ist in China, Korea und Japan beheimatet. Er wurde in 18. Jh. als Zier- und Viehfutterpflanze zuerst nach Europa und später in die USA eingeführt. Er ist stark invasiv, bildet mehrschichtige horizontale Rhizome und dadurch dichte Bestände aus. Die Bekämpfung ist sehr aufwändig. Sein Ausbringen ist nach dem Bundesnaturschutzgesetz verboten. Die verwandte Art – Sachalin-Staudenknöterich – gilt auch als stark invasiv (Foto: J. L. Lozán).
- 3: Die Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) ist eine in Nordamerika beheimatete einjährige Pflanzenart. Sie wurde zumeist unbeabsichtigt nach Europa gebracht. Die Art besitzt allergen wirkende Pollen, die schwerwiegende Atemwegsallergien im Spätsommer auslösen können und eine wichtige Ursache für Heuschnupfen sind. Ca. 14% der Allergieklienten sind gegen Ambrosia-Allergene sensibilisiert. Eine weitere Verbreitung erfolgt z.B. mit Vogelfutter oder Blumenerde. Sie kommt fast überall und auch in privaten Gärten vor (Foto: S.-W. Breckle).
- 4: Der Breit-Wegerich (*Plantago major*) ist eine europäische winterfeste Pflanze und hat viele andere Trivialnamen wie Rippenblatt und Ackerkraut. Er ist inzwischen weltweit verbreitet. In Nordamerika wird er von den Indianern »Fußstapfen des weißen Mannes« genannt. Diese Pflanze hat wohl mehrere positive medizinische Wirkungen, z.B. gegen Durchfall, Reizdarm und Insektenstiche (Foto: S.-W. Breckle).
- 5: Das Jakobskreuzkraut oder Jakobs-Greiskraut (*Senecio jacobaea*) ist eine einheimische Art der gemäßigten Klimazonen Europas und Westasiens. Als invasiver Neophyt kommt sie in Argentinien, Neuseeland, Australien, Kanada und in den USA vor. Sie ist für Nutztiere wie Pferde giftig auch bei Hautkontakt; alle Teile der Pflanze – besonders die Blüten – enthalten leberschädigende Pyrrolizidinalkaloide (Foto: Chr. Fischer).
- 6: Der Götterbaum (*Ailanthus altissima*) ist eine bis 30 m hohe Laubbaum-Art, die in China und Nord-Vietnam beheimatet ist und heute weltweit in allen Gebieten mit gemäßigtem oder Mittelmeerklima vorkommt. In einigen Gebieten wird sie z.B. zur Honiggewinnung genutzt; in Ländern wie Österreich und der Schweiz wird sie bekämpft. Der Götterbaum ist widerstandsfähig gegen Trockenheit und Herbizide, zählt zu den hundert problematischsten invasiven Arten in Europa und bildet schnell dichte Bestände. Dadurch gefährdet er die einheimischen Arten (Foto: S.-W. Breckle).



Das Verbreitungsgebiet vieler Pflanzen ändert sich ständig durch Frucht- und Samenverbreitung und Etablierung an neuen Standorten. An anderen Stellen verschwinden Arten. So kommt es, dass viele Pflanzen in bestimmten Ländern in den vergangenen Jahrzehnten oder Jahrhunderten ausgestorben sind, in anderen Ländern aber noch ganz gut überleben.

1: *Silene linicola*, einstmals in Mitteleuropa ziemlich häufig als Wildkraut in Leinäckern (*Linum usitatissimum*), ist durch die Aufgabe des Leinbaus und Intensivierung des Ackerbaus ausgestorben und nur noch in Erhaltungskulturen überlebend. © Arno Littmann (JKI).

2: *Salix alpina*, ist ein Beispiel einer Pflanze, die in Deutschland ausgestorben ist, sonst aber ungefährdet in anderen Alpenregionen noch vorkommt. Sie wurde 1917 in den Berchtesgadener Alpen letztmalig für Deutschland nachgewiesen. © Jerzy Opiola.

3: *Argyroxiphium virescens* ist eine ausgestorbene, ursprünglich endemische Art der hawaiischen Insel Maui. Sie kam dort am Haleakala-Vulkan zwischen 1.600 und 2.300 m ü.M. vor. Als »Schopfbaum« bis fast 2 m hoch werdend, blüht sie nach mehreren Jahren der Rosetten-Entwicklung nur einmal und geht dann ein (Hapaxanthie), sie muss sich also immer wieder generativ neu ansiedeln. Durch Überweidung wurden die Standorte stark dezimiert. Sie wurde 1945 letztmalig lebend nachgewiesen. © W.P. Armstrong 2001.

4: *Rhododendron afghanicum* ist eine endemische Art der Subalpinstufe der Südhänge des Safed Koh an der afghanisch-pakistanischen Grenze, die 1880 erstmals beschrieben wurde, seitdem aber erst 1969 wiederentdeckt wurde. Pflanzen aus Samen- und Stecklingsmaterial in den Botanischen Gärten Edinburgh und Göteborg dürften das einzige überlebende Pflanzenmaterial sein, da durch Kriegsgeschehen und Abholzung die wenigen natürlichen Standorte vernichtet sind. © S.-W. Breckle.

5: *Sophora toromiro* ist ein kleiner endemischer Baum der Osterinsel. Er galt seit den 1950er Jahren als ausgestorben: Im Botanischen Garten Bonn hat man 1985 ein Exemplar entdeckt, das wohl aus Samen von Thor Heyerdahl gezogen worden war. Auch in einigen anderen Botanischen Gärten fand man Exemplare, so dass aus Nachzuchten 1995 ca 160 Bäumchen auf der Osterinsel zur Wiederansiedlung ausgewildert werden konnten, die aber stark durch Pilzbefall gefährdet sind. © W. Barthlott.

VORWORT

Biodiversität bedeutet Vielfalt des Lebens und macht unseren Planeten Erde so lebenswert und einzigartig. Biodiversität wird meist vereinfachend als die Vielfalt der Organismen in einem bestimmten Lebensraum angesehen. Dass diese Vielfalt an Arten die Pflanzen, die Tiere, Pilze, Algen und Mikro-Organismen umfasst, wird dabei stillschweigend vorausgesetzt, ohne dabei je für irgendein Ökosystem einigermaßen verlässliche quantitative Werte für alle Organismen erfassen zu können. Biodiversität umfasst zudem all die verschiedenen Wechselwirkungen zwischen den Organismen eines Ökosystems. Man kann zwar die jeweiligen Artenzahlen eines Lebensraumes betonen – für manche Organismengruppen sind sie einigermaßen leicht zu erheben – aber man darf die gesamten Funktionen im Gefüge eines biotischen Systems dabei nicht vergessen. Kurzum, Biodiversität umfasst die Vielfalt innerhalb von Arten, die Vielfalt zwischen den Arten, die Mannigfaltigkeit der Ökosysteme und Ökosystemleistungen sowie die genetische Vielfalt.

Aber wie lässt sich Biodiversität erfassen? Das bekannteste Beschreibungsmaß für die Diversität ist neben der Artenzahl der aus der Informationstheorie abgeleitete Shannon-Wiener-Index. Er berücksichtigt sowohl die Häufigkeitsverteilung aller Arten als auch den Artenreichtum. Die Diversität einer Lebensgemeinschaft ist zunächst nicht wertend zu verstehen, sie ist lediglich ein ökologischer Beschreibungsbegriff. Auch eine artenarme Wattfläche kann für ein Gebiet so wertvoll sein wie eine artenreiche Orchideenwiese.

Die Biodiversität war und ist ständigen Veränderungen unterworfen. Aber die Bedrohungen der Biodiversität, wie sie sich heute darstellen, sind von besonderer Qualität. Weit mehr Organismen-Arten als heute existieren, haben sich in den vielen Jahrtausenden seit der Entstehung des Lebens auf dem Erdball entwickelt und sind nach unterschiedlich langem Auftreten wieder von der Lebensbühne verschwunden. Ursachen für das Aussterben einer Art sind bestenfalls die Aufspaltung in neue Arten oder schlechtestenfalls klimatische und andere gravierende Umwelt-Veränderungen, die Ausrottung durch menschliche Überjagung/Überfischung, die Verdrängung durch invasive Arten (meist Fraßdruck, Parasitismus oder Konkurrenz), der Befall durch Pathogene oder das Verschwinden von ökologischen Nischen durch Zerstörung der Lebensräume.

Während die Veränderungen des Klimas der vergangenen Jahrtausende großen Einfluss auf die verschiedenen Ökosysteme und ihre Hauptregionen hatten und dabei gewaltige Verschiebungen der Lebensräume durch Wanderungsbewegungen stattfinden mussten, vollzieht sich der heutige Klimawandel in einem

verhältnismäßig kurzen Zeitraum. Allerdings sind Klimaveränderungen reversibel, während Verluste an Biodiversität und der damit einhergehende Verlust der genetischen Information unumkehrbar sind, also das irreversible Aussterben v.a. von Arten bedeuten. Diese Unumkehrbarkeit macht die Verluste an Arten, die man heute in erschreckendem Ausmaß dokumentieren muss, besonders schwerwiegend. Ihre Auswirkungen auf verschiedenste Ökosystemfunktionen vermögen wir erst in Ansätzen zu erkennen. Sie könnten aber für die Lebensgrundlagen des Menschen in der Zukunft erhebliche Beeinträchtigungen mit sich bringen, wenn die Stabilität der Ökosysteme gefährdet ist und damit deren mögliches Produktionspotential etwa einer weiter um sich greifenden Desertifikation anheimfällt.

Die Beobachtung und Erforschung natürlicher Ökosysteme, in denen der Mensch noch keine gravierenden Veränderungen bewirkt hat, ermöglicht Erkenntnisse über die natürliche Dynamik und Gesetzmäßigkeiten der Wechselwirkungen in diesen Ökosystemen. Aber schon während der frühen Steinzeit war der Mensch ein übermächtiger Konkurrent, hat seinen Lebensraum umgeformt und ist wahrscheinlich für das Aussterben zahlreicher Großsäuger am Ende der letzten Eiszeit direkt verantwortlich und wohl indirekt für das Verschwinden vieler weiterer Arten, die in ihrem Bestand von diesen Großsäugern existenziell abhingen. Besonders eklatante Beispiele aus den letzten Jahrhunderten sind: Auslöschung des Dodo (um 1690), Riesenalk (1844), Atlasbär (1869), Beutelwolf (1936).

Der Mensch hat vor vielen Jahren schon begonnen, auch die letzten Winkel der Tiefsee zu erkunden. Er ist weit in den Weltraum vorgedrungen. Er hat gewaltige Fortschritte in der subatomaren Physik und der molekularen Biologie erzielt. Aber wir müssen uns eingestehen, dass wir die Grundlagen der menschlichen Existenz auf der ökologischen Ebene, das elementare Funktionieren der Ökosysteme der Biosphäre, noch zu wenig kennen und kaum wissen, welche Rolle dabei andere Organismen und die Biodiversität mit all ihren Wechselwirkungen insgesamt spielen. Dazu kommt, dass wir noch nicht einmal die Größenordnung verlässlich abschätzen können, wie viele rezente Arten unseren Erdball bevölkern. Die Gesamtzahl mag irgendwo zwischen 5 und 100 Millionen Arten liegen, niemand weiß es bis heute. Umso deprimierender ist es eigentlich, dass wir annehmen müssen, dass viele der Arten bereits ausgestorben sind oder verschwinden, bevor wir sie je irgendwie kennengelernt oder gar ihre Funktion und Bedeutung erfasst haben.

Mit jedem Verlust einer Art geht ein Stück des Lebensnetzes in Ökosystemen unwiederbringlich verlo-

ren. Mögliche evolutive Wege der Weiterentwicklung sind dadurch ebenfalls ein für allemal abgeschnitten. Der Mensch verändert heute in nie dagewesener Geschwindigkeit die lokalen bis globalen Lebensbedingungen. Am unmittelbarsten bedroht ist die biologische Vielfalt derzeit dort, wo sie die artenreichste Entfaltung hervorgebracht hat, nämlich in den tropischen Regenwäldern und Savannen. Mit unverminderter Geschwindigkeit werden dort großflächig Lebensräume mitsamt ihren einzigartigen Lebensgemeinschaften und ungeheuren Artenfülle vernichtet. Ihren ökologischen, ästhetischen, wissenschaftlichen und auch ökonomischen und sozialen Wert können wir bislang nicht abschätzen und er wird uns auch gänzlich unbekannt bleiben. Viele tropische Groß-Ökosysteme lassen sich gar nicht mehr erforschen, ihr Wert bleibt unbekannt, weil sie schon nicht mehr existieren.

Nachhaltiges Wirtschaften des Menschen ist in den verschiedenen Klimazonen auf dem Erdball nur in unterschiedlicher und jeweils besonders angepasster Weise möglich. Unter den Klimabedingungen in der temperaten, feucht-gemäßigten Zone Mitteleuropas kann man der terrestrischen Landschaft Kahlschläge, jährliches Pflügen, Mähen und vieles andere zumuten, sie würde sich durch Sukzession wieder bewalden und schließlich ein artenreiches Mosaik bilden. Andere Regionen und besonders Lebensgemeinschaften in Süßgewässern und Meeren reagieren auf Störungen sehr viel empfindlicher. Die irreversible Entwaldung des dinarischen Karsts, die verheerenden Staubstürme der 1930er Jahre in der amerikanischen Prärie im Mittleren Westen sowie die Staubstürme der Sechziger Jahre in Kasachstan durch die Pflugnahme der Steppengebiete haben ihre Sensibilität mit unwiederbringlichen Bodenverlusten aufgezeigt. Zahlreiche weitere Beispiele werden in Teil 3 erläutert.

Der Mensch hat schon früh durch Jagd und Feuer viele Ökosysteme verändert. Die Einführung und Ausbreitung der Landwirtschaft in den vergangenen 10.000 Jahren hat zu einer Veränderung der Flächen in globalem Ausmaß geführt, flächenmäßig fast parallel zur exponentiellen Vermehrung des Menschen. Die Biodiversität hat dadurch in vielen Regionen auch eine neue Qualität erfahren. In Mitteleuropa sind seit dem Altertum und der Rodung der Wälder, der Ausbreitung und Vergrößerung der landwirtschaftlichen Flächen ständig neue Arten eingewandert. Sie haben die Artengarnitur und die Biodiversität dadurch erheblich verändert und zum Teil bereichert. Dies wurde erheblich verstärkt durch die Kolonialzeit, mit der ein immer stärkerer Austausch und eine weltweite Ausbreitung von Pflanzen- und Tierarten erfolgte. Die Ausbreitung von diversen »Un«-kräutern erfolgte weltweit, aber auch die Ausbreitung invasiver Arten wurde durch globale Warenströme begünstigt. Invasive Arten erobern naturna-

he Ökosysteme und können deren Bestand gefährden. In geographisch offenen Räumen wie Mitteleuropa hat das Einbringen oder Einwandern neuer Arten kaum ernste Folgen, in geographisch abgeschlossenen Ländern wie Australien, vielen Inseln (Hawaii) oder durch klimatische und geographische Barrieren abgeschlossenen Florengeländen wie Südafrika hat die Invasion aggressiver Arten aus anderen Kontinenten aber viele einheimische Arten und seltene Vegetationsformen an den Rand ihrer Existenz gedrängt.

Die Landwirtschaft stellt einen der ältesten Wirtschaftsbereiche der Menschheit dar. Menschen in der Frühzeit rodeten die Urwälder Europas. Im Laufe von Jahrtausenden entstanden kleinteilig strukturierte Kulturlandschaften. Die Erzeugung von Milch und Fleisch ging einher mit einer Weide- und Wiesenwirtschaft. Gerade auf diesen Flächen entwickelte sich eine große Artenvielfalt an Pflanzen und Tieren. Weiden und Wiesen dienten in Europa und auch anderswo stets der Erzeugung von Milch und Fleisch, eine für den Menschen wichtige Ergänzung zur pflanzenbasierten Ernährung. Sie dienten auch der Haltung von Arbeitstieren. Auf den Flächen der Weide- und Wiesenwirtschaft gelangte weniger Dünger in die Böden, sie waren mehr auf Qualität als auf Quantität ausgerichtet. Gerade auf den für die Tierproduktion genutzten Flächen konnte sich daher eine große Vielfalt von Pflanzen und Tieren entwickeln, die die Landschaft bereicherte. In Mitteleuropa sind hierbei unter trocken-warmen Bedingungen die Halbtrockenrasen hervorzuheben, während unter kühl-feuchten Verhältnissen und ohne Kunstdünger und Gülle sich die Streuwiesen durch eine geradezu strotzende Biodiversität auszeichnen.

Heute beläuft sich die landwirtschaftlich genutzte Fläche auf etwa 10% der Erdoberfläche. Somit wird etwa ein Drittel der Landfläche der Erde landwirtschaftlich genutzt. Der Ackerbau und die Viehwirtschaft dienen der Nahrungsmittelproduktion direkt wie indirekt. Große Bedeutung hat heute die Herstellung von Rohstoffen zur weiteren Verarbeitung in der Lebensmittelwirtschaft bzw. Ernährungswirtschaft (z.B. Weiterverarbeitung von Getreide zu Mehl für die Brotherstellung). Zugleich werden landwirtschaftliche Rohstoffe (u. a. Faserpflanzen wie Baumwolle und Leinen) auch in der Bekleidungsindustrie veredelt. Allerdings werden häufig auch Kunstfasern in der Bekleidungsindustrie verarbeitet, wohingegen die Menschen vor der Industrialisierung ihre Bekleidung ausschließlich aus den tierischen Produkten Leder, Pelz und Wolle sowie dem aus Flachfasern hergestellten Leinen schufen. Auch heute dient die Viehwirtschaft in erster Linie der Nahrungsmittelproduktion (z. B. Milch, Eier, Fleisch) und in zweiter Linie der Herstellung von Rohstoffen für die Herstellung von Bekleidung. Die Verwertung der durch die Agrarwirtschaft erzeugten

Biomasse als nachwachsende Rohstoffe (insbesondere Mais) in Form von Vergärung und Verstromung ist im Rahmen der Energiewende eine weitere und moderne, aber zwiespältige Art der Nutzung von Agrarprodukten. Die Erhaltung der Biodiversität auf den Ackerflächen und in Nutzpflanzen und Nutztierassen ist heute eine besonders brisante Thematik.

Neben dem direkten landwirtschaftlichen Nutzen der Biodiversität in Form von Kulturpflanzen und Nutztieren sowie Aspekten des Wohlbefindens und der Ethik gibt es ein breites Feld, in dem die Artenvielfalt wesentliche Dienstleistungen erbringt. Als besonders wichtiges Beispiel soll hier die Bestäubung genannt werden.

Die Bestäubung durch Insekten ist eine oft unterschätzte und für selbstverständlich gehaltene Dienstleistung der Biodiversität für die Landwirtschaft. Es ist zwar allseits bekannt, dass Bienen dem Menschen direkt nutzen, indem sie ihn mit Honig versorgen. Weniger bewusst nimmt man wahr, dass den Bienen durch die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen eine viel größere Bedeutung zukommt. Bienen, die meist domestizierte Honigbiene als auch hunderte nicht-sozial lebende Wildbienenarten, sozial lebende Hummeln sowie Schwebfliegen und Schmetterlinge sorgen dafür, dass sich nahezu alle Blütenpflanzen vermehren. Letztlich blühen diese meist ja nur, um eben diese Insekten anzulocken und damit ihre Fortpflanzung durch Samen und Früchte zu sichern. Wissenschaftler fanden heraus, dass es eine sehr enge Abhängigkeit von Wildbienen und vielen der auf sie angewiesenen und spezialisierten Wildpflanzen gibt. Das führt dazu, dass sich die derzeit zu beobachtenden Rückgänge von Pflanzen und Bestäubern gegenseitig wie in einem Teufelskreis verstärken. Da die vom Menschen als selbstverständlich in Anspruch genommene Dienstleistung der Bestäubung mit weltweit jährlich vielen Milliarden Euro von hohem ökonomischem Wert ist, müssen wir uns aus ur-eigenstem Interesse Gedanken um den Erhalt der Bestäuber machen – zumal der Rückgang nicht nur die solitären Bienen und Hummeln, sondern auch die Honigbiene betrifft. Die Bedeutung der Biodiversität wird auch hier offenkundig.

Leider ist ein wesentlicher Grund für den Rückgang der Bestäuber ausgerechnet in der Landwirtschaft selbst zu suchen, die eigentlich sehr von den Leistungen der Bestäuber profitiert. Der übermäßige Einsatz von Pestiziden und die Verstärkung von Monokulturen sind nach wie vor wichtige Faktoren, die zur Vernichtung der Bienen mit beitragen. Die heutige industriell geprägte Landwirtschaft hat die frühere artenreiche Kulturlandschaft teilweise zu eintönigen großflächigen Kulturwüsten verwandelt mit einer Monopolisierung des Artengefüges, mit ganz wenigen besonders widerstandsfähigen Begleitern der Kulturpflanzen. Da helfen auch Ackerrandstreifenprogramme kaum, um

eine ausreichende Biodiversität und Funktionalität der Ökosysteme aufrechtzuerhalten. Es gibt außerdem viele Hinweise, dass der Einsatz von Pestiziden gegen Schädlinge unbeabsichtigte Nebeneffekte hat. Die Schädlinge erholen sich in den nachfolgenden Generationen häufig schneller als ihre natürlichen Feinde.

Zum Erhalt der Biodiversität wurden zahlreiche verbindliche politische Regelungen und Projekte initiiert, welche die besondere gesellschaftliche Bedeutung von Biodiversität unterstreichen. Als erstes internationales Biodiversitätsabkommen trat am 29. Dezember 1993 die Biodiversitätskonvention (UN-Convention on Biological Diversity) in Kraft. Das seit November 1988 erarbeitete Abkommen wurde auf einer eigens anberaumten UNEP-Konferenz im Mai 1992 angenommen und konnte ab dem 5. Juni 1992 während der Rio-Konferenz unterzeichnet werden. Die Biodiversitätskonvention hat inzwischen 193 Vertragspartner und wurde von 168 Staaten sowie der Europäischen Union unterzeichnet.

Die Biodiversitätskonvention hat drei gleichrangige Ziele:

- Schutz der biologischen Vielfalt,
- Nachhaltige Nutzung und gerechter Bestandteile,
- Zugangsregelung und gerechter Ausgleich von Vorteilen, welche aus der Nutzung genetischer Ressourcen entstehen.

Wichtige Aktivitäten der Biodiversitätskonvention sind die Identifizierung und Überwachung der Biodiversität, der Schutz der Biodiversität (in situ, also im Ökosystem, und ex situ, z. B. in entsprechenden Einrichtungen zur Speicherung von Saatgut, z.B. in Genbanken), Forschung, Bildung und Öffentlichkeitsarbeit, die Regelung des Zugangs zu genetischen Ressourcen und des gerechten Vorteilsausgleichs bei deren Nutzung (z. B. Inwertsetzung der genetischen Ressourcen), ein Technologietransfer, wissenschaftliche Zusammenarbeit und Informationsaustausch. Die Biodiversitätskonvention geht damit weit über die rein ökologischen Erfordernisse hinaus, indem sie auch soziale, wirtschaftliche, wissenschaftliche, erzieherische, kulturelle und ästhetische Belange anspricht. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Bedeutung traditionellen Wissens, das insbesondere bei den indigenen Bewohnern (»den Naturvölkern«) der letzten intakten Wildnisregionen noch vorhanden ist.

Mit dem im Jahre 2000 beschlossenen Cartagena-Protokoll, das 2003 in Kraft trat, und dem 2010 verabschiedeten und im Oktober 2014 in Kraft getretenen Nagoya-Protokoll existieren zwei weitere völkerrechtlich verbindliche Abkommen, mit denen die Ziele der Biodiversitätskonvention umgesetzt werden sollen. Während das Cartagena-Protokoll den grenzüberschreitenden Verkehr von gentechnisch veränderten Organismen regelt, etabliert das Nagoya-Protokoll ei-

nen rechtlich verbindlichen Rahmen für den Zugang zu genetischen Ressourcen, den gerechten Vorteilsausgleich und formuliert Ziele für den weltweiten Artenschutz. Die Vereinten Nationen beschlossen zudem am 22. Dezember 2010, die Jahre 2011 bis 2020 zur UN-Dekade der Biodiversität zu erklären. Sie folgten damit einer Empfehlung der Unterzeichnerstaaten auf der 10. Vertragsstaatenkonferenz der Konvention im Oktober des Jahres 2010 im japanischen Nagoya.

Mit der Veröffentlichung dieses Sammelbandes soll ein weiterer Beitrag zur breiten öffentlichen Diskussion über unseren Umgang mit den immer gravierender werdenden Verlusten an Biodiversität geleistet werden. Die behandelten unterschiedlichen Aspekte der Habitatveränderungen, der Umweltverschmutzung und Globalisierung, ihr Einfluss auf Klima und Biodiversität ermöglichen eine Meinungsbildung über die zu leistenden notwendigen Schutzmaßnahmen und politischen Entscheidungen. Das Buch richtet sich demgemäß nicht nur an Studierende und Wissenschaftler aller Fachrichtungen, sondern auch an interessierte Laien sowie besonders an Akteure aus Politik und Wirtschaft.

Im Teil 1 werden die Biodiversität und ihre Bedeutung, ihre unterschiedlichen Definitionen und Veränderungen abgehandelt. Die zugrundeliegenden Artbegriffe, aber auch die Bedeutung des Klimawandels werden beleuchtet.

Teil 2 befasst sich mit den historischen Aspekten der Biodiversität. Nicht nur globale natürliche Veränderungen sondern in neuer Zeit Waldvernichtung und Landwirtschaft, Eutrophierung und Sauerstoffmangel, die Umweltverschmutzung und Änderungen des Chemismus in Böden und Gewässern sowie Globalisierung prägen die Biodiversitätsänderungen.

Teil 3 befasst sich mit einer umfangreichen Reihe von Beispielen mit den aktuellen Veränderungen der Biodiversität auf den Kontinenten, ergänzt durch Teil 4 mit zahlreichen Beiträgen der Situation in den Meeren und Gewässern.

Schließlich wird in Teil 5 versucht, die aktuelle

wissenschaftliche und politische Entwicklung herauszuarbeiten, um über Klimaschutz, Naturschutz, zusätzliche Forschung und politische Vorgaben ein Umdenken, eine Bewusstmachung und ein Umlenken zu bewirken, wozu erweiterte Bildungsangebote und Öffentlichkeitsarbeit gehören.

Die verschiedenen Themen sind so breit wie das Thema Biodiversität angelegt; die unterschiedlichen Aspekte werden aus verschiedenen Sichten beleuchtet, eine gewisse Überlappung der Beiträge - sogar Widersprüchliches ist dadurch unvermeidbar. Das Buch soll weitere Diskussionen auslösen, Empfehlungen ermöglichen und persönliche sowie politische Maßnahmen veranlassen.

Aufgrund des begrenzten Umfangs des Buches mussten sich viele Beiträge auf die ganz grundlegenden Aspekte konzentrieren, auf weiterführende Literatur wird hingewiesen.

Das Buch ist eine breite Gemeinschaftsleistung. Es dient der Erfüllung der Pflicht der Wissenschaftler, die Öffentlichkeit fundiert, kritisch und allgemeinverständlich über gesellschaftlich relevante Themen zu informieren. Den vielen Autoren sind wir sehr zu Dank verpflichtet, den Gutachtern sind wir für die kritische Durchsicht der Texte und Anregungen sehr verbunden.

Durch die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit ist möglich, das Buch zusammen mit anderen Bänden dieser Reihe elektronisch auf unsere Webseite: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de zu veröffentlichen. Dadurch ist eine noch größere Verbreitung des Buches gesichert. Auch bedanken wir uns beim Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, beim Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (Leipzig), WWU-Deutschland (Berlin) sowie Lighthouse Foundation (Kiel) und Mundus Maris (Brüssel, Belgien), die die Herausgabe des Buches in gedruckter Form ermöglicht haben. Stellvertretend für die viele Helfer geht unser Dank nicht zuletzt an Julia und Barbara Groß für die sprachliche Prüfung der englischen Zusammenfassungen und an Zdenka Hajkova für die technische Prüfung des Layouts.

Die Herausgeber
Hamburg – Bielefeld – Bremerhaven - Frankfurt, im Herbst 2016

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
<i>Listen der Autoren und Gutachter</i>	<i>11</i>
Die Biodiversität: Eine Einführung (JOSÉ L. LOZÁN, SIEGMAR-W. BRECKLE & EIKE RACHOR)	13
1 Biodiversität: Definition, Bedeutung und Änderungen	17
1.1 Was versteht man unter Biodiversität und wie wird sie erfasst? (Julian Gutt & Mark Auliya)	
1.2 Artbegriff im Wandel der Zeit (Markus Pfenninger)	26
1.3 Der Wert der Biodiversität (Marion Mehring & Alexandra Lux)	32
1.4 Datenbanken dokumentieren Biodiversität für alle zugänglich am Beispiel von FishBase und SeaLifeBase (Cornelia E. Nauen)	38
1.5 Biodiversität im Wandel - Globale Muster der Artenvielfalt (Wilhelm Barthlott & M. Daud Rafiqpoor)	44
1.6 Was charakterisiert die aktuelle, vom Menschen verursachte Erderwärmung? (José L. Lozán)	51
1.7 Bedeutung der Paraökologen und Parataxonomien für die Biodiversitätsforschung (Ute Schmiedel)	57
2 Biodiversität in der Erdgeschichte und andere prägende Faktoren	61
2.1 Erdgeschichtliche Entwicklung der Biodiversität (Volker Mosbrugger & Sybille Roller)	61
2.2 Vom Menschen bedingte Biodiversitätsveränderungen seit Ende der letzten Kaltzeit (José L. Lozán, Siegm. W. Breckle & Eike Rachor)	68
2.3 Biodiversität im Einfluss von Umweltpolitik und Klimawandel (Ruth Müller & Rüdiger Berghahn)	75
2.4 Habitat-Zerstörung in den Flüssen durch Baumaßnahmen und ihre Auswirkungen auf die Biodiversität am Beispiel der Wanderfischarten (José L. Lozán)	82
2.5 Warnsignale - Auswirkungen von Sauerstoffmangel auf die Artenzusammensetzung in den Meeren (Werner Ekau)	89
2.6 Frühe Waldvernichtung, Biodiversität und Klima (Dieter Kasang, Lina Teckentrup & Markus Adloff)	96
2.7 Auswirkungen von Lichtverschmutzung auf die Biodiversität (Sibylle Schroer)	102
3 Aktuelle Veränderungen auf den Kontinenten	107
3.1 Aktuelle Biodiversitätsveränderungen in Hochgebirgen (Udo Schickhoff)	107
3.2 Die Fischfauna Deutschlands im »Homogenozän«: Wie invasive Fische vom Wegfall geographischer Barrieren und dem Klimawandel profitieren (Jonas Jourdan & Martin Plath)	113
3.3 Einfluss der Globalisierung und Klimaveränderung auf die Stechmückenfauna Deutschlands - Stechmücken als Indikatoren für Klimaveränderungen (Norbert Becker)	116
3.4 Überträger von Krankheitserregern in Zeiten des Klimawandels am Beispiel der Stechmücken und Zecken in Deutschland (Aljoscha Kress, Jens Amendt & Ruth Müller)	123
3.5 Biologischer Wandel im Rheinsystem (Bruno Streit)	130
3.6 Gefährdung von Eiszeitrelikten in norddeutschen Seen (Eike Rachor)	136
3.7 Amphibien und Reptilien im Klimawandel: eine differenzierte Sicht der Gefahren und Anpassung (Mark-Oliver Rödel, Carolin Dittrich, Sebastian Kirchhof & Johannes Penner)	139
3.8 Gefährdete Arten und Klimawandel - was sagen uns die Roten Listen (Detlev Metzging)	145
3.9 Ausbreitung von Pflanzen infolge des Klimawandels (Detlev Metzging)	152
3.10 Einfluss des Klimawandels auf die Phänologie von Pflanzen und Tieren (Frank-M. Chmielewski)	158
3.11 Invasive Arten profitieren vom Klimawandel (Stefan Nehring)	164

3.12	Grünland spielt eine wichtige Rolle für die Vielfalt und für das Klima (Vicky Temperton)	170
3.13	Feuer und Biodiversität (Dieter Kasang & Anne Felsberg)	177
3.14	Über die Zunahme thermophiler Schadorganismen in den Wäldern am Beispiel Borkenkäfer (Sandra Krengel & Petra Seidel)	184
3.15	Anthropogener Klimawandel und beobachtete Verschiebungen von Vegetationszonen (Thomas Hickler)	190
3.16	Auswirkungen des Klimawandels auf die pflanzliche Biodiversität in Agrarökosystemen (Hans-Joachim Weigel)	196
3.17	Die Fauna der Tropenwälder: Ursachen und Folgen ihres Rückgangs (Manfred Niekisch)	204
3.18	Verbuschung afrikanischer Savannen: Eine Gefährdung für die Artenvielfalt? (Niels Dreber & Niels Blaum)	210
4	<i>Aktuelle Veränderungen in den Meeren</i>	216
4.1	Veränderungen des Phytoplanktons in der Nordsee (Johannes Rick & Karen Helen Wiltshire)	216
4.2	Sind Seeberge bedrohte Biodiversität-Hotspots? (Bernd Christiansen)	224
4.3	Rückgang des arktischen Meereises und seine ökologischen Auswirkungen (Hauke Flores)	232
4.4	Marine Biodiversität der Polargebiete im Klimawandel (Dieter Piepenburg & Julian Gutt)	237
4.5	Biodiversität mariner Makroalgen in arktischen Gewässern (Inka Bartsch)	243
4.6	Neue Erkenntnisse über die Auswirkungen der Ozeanversauerung auf marine Lebensgemeinschaften (Lennart T. Bach & Ulf Riebesell)	249
4.7	Korallenriffe - Auswirkungen von Erwärmung und Versauerung auf die Biodiversität (Cornelia Roder & Georg Heiss)	254
4.8	Tiefseebiodiversität am Beispiel des Kurilen-Kamtschatka-Grabens (Angelika Brandt)	260
4.9	Sind die Mangrovenwälder durch Klimawandel gefährdet? (Ulrich Saint-Paul)	266
4.10	Globale Erwärmung, eingeschleppte Arten und neue Habitate: Folgen für die Biodiversität der Nordsee (Christian Buschbaum, Lars Gutow & K. Mathias Wegner)	271
4.11	Biodiversität der Ostsee: Erkenntnisse der Vergangenheit und Perspektiven für die Zukunft (Francisco R. Barboza & Markus Franz)	277
4.12	Die Meeresfischerei der Zukunft (Heike K. Lotze, Rainer Froese & Daniel Pauly)	284
4.13	Klimawandel und polare Vögel (Hans-U. Peter)	291
5	<i>Was soll getan werden?</i>	297
	<i>Aktuelle wissenschaftliche und politische Entwicklungen</i>	
5.1	Biodiversität, Ökosystemprozesse und Ökosystemleistungen (Martin Zimmer & Véronique Helfer)	297
5.2	Klimaschutz- und Biodiversitätsziele auch durch Moorschutz erreichen (Michael Trepel)	303
5.3	Neue Herausforderungen durch Klimawandel und klimaschützende Maßnahmen - Gelingt der Schutz des Lebens im Meer? (Manuela Krakau)	308
5.4	Meeresspiegelanstieg bedrängt Biodiversität: Was ist zu tun? (Karsten Reise)	314
5.5	Tropische Regenwälder: Bedeutung, Gefährdungen und Lösungsansätze am Beispiel Amazoniens (Dirk Embert, Roberto Maldonado & Isabelle Homberg)	319
5.6	Globale politische Vorgaben für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Biodiversität (Elisabeth Marquard, Katja Heubach & Axel Paulsch)	325
5.7	Aktuelle Forschungsprojekte zu Klimawandel und Biodiversität (Christoph Scherber, Norma Nitschke & Elisabeth Marquard)	331
5.8	Bildung und Öffentlichkeitsarbeit zur Artenvielfalt - Bilderfloren und Internetgalerien - Beispiel Afghanistan (Siegmar-W. Breckle & M. Daud Rafiqpoor)	338
6	<i>Sachregister</i>	344

Wissenschaftler informieren direkt

UN-Dekade der Biodiversität 2011-2020

Mit dem Klimawandel ändern sich vor allem die Temperaturen und der Wasserkreislauf und damit die Luft- und Bodenfeuchte. Einige Regionen werden trockener und andere feuchter; Pflanzen und Tiere müssen sich anpassen. Viele schaffen es nicht, weil die Veränderungen zu schnell ablaufen. Im 20. Jh. betrug die mittlere globale Erwärmung 0,6 °C. Im 21. Jh. droht eine noch stärkere Erwärmung, wenn die Politik zum Schutz des Klimas keinen Erfolg hat. Einige Pflanzen und Tiere haben keine Ausweichmöglichkeit wie die kälteliebenden Organismen der tiefen Bereiche von Gewässern oder der höchsten Stufen der Gebirgsregionen. Mit dem Rückgang des Meereises verlieren viele Lebewesen ersatzlos ihre Lebensstätten. Wechselwarme Tiere wie Amphibien können ihre Körpertemperatur nicht selbst regulieren. Ist es zu warm, müssen sie ihre Lebensräume wechseln. Seit rund 20.000 Jahren hat sich der Mensch weltweit mit seinen Einflüssen durchgesetzt. Er ist zu einem bestimmenden Faktor geworden. In den letzten Jahrhunderten wurde die Landschaft stark fragmentiert durch Straßen, Bahnlinien, Städte und andere Infrastrukturen, was die räumliche Anpassung der Organismen immer mehr erschwert. Global ist die Anzahl der ausgestorbenen Arten bereits beträchtlich. In Deutschland sind je 500 Pflanzen- und Tierarten sowie Pilze ausgestorben oder verschollen. Das größte Artensterben aber findet in den Tropen statt. Mit großer Geschwindigkeit werden Regenwälder mit ihrer immensen, nur wenig erforschten Artenfülle vernichtet. Die Biodiversität steht unter Druck, der durch den Einsatz von Pestiziden, Habitatzerstörung, Eutrophierung und Globalisierung noch verstärkt wird. Fremde invasive Pflanzen und Tiere sowie Krankheitserreger verbreiten sich mit unvorhersehbaren Folgen.

Die Sensibilisierung gegenüber dem Artensterben ist gewachsen, das internationale Abkommen zum Erhalt der Biodiversität (*UN-Convention on Biological Diversity*, CBD) trat im Dezember 1993 in Kraft. Seitdem sind viele Organisationen zum Schutz der Artenvielfalt verstärkt aktiv, bislang noch immer ohne große, sichtbare Erfolge.

Der Mensch ist wesentlich von einer funktionierenden Biodiversität abhängig. Ohne die Leistungen von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen wären die Fruchtbarkeit der Böden und damit die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln und Arzneipflanzen, die Bestäubung vieler Nutzpflanzen, die Reinhaltung der Luft sowie des Trink- und Grundwassers etc. nicht möglich.

Das vorliegende Buch richtet sich an Politiker, Behörden, Umweltorganisationen, Studenten, Lehrer und Schüler sowie interessierte Laien.