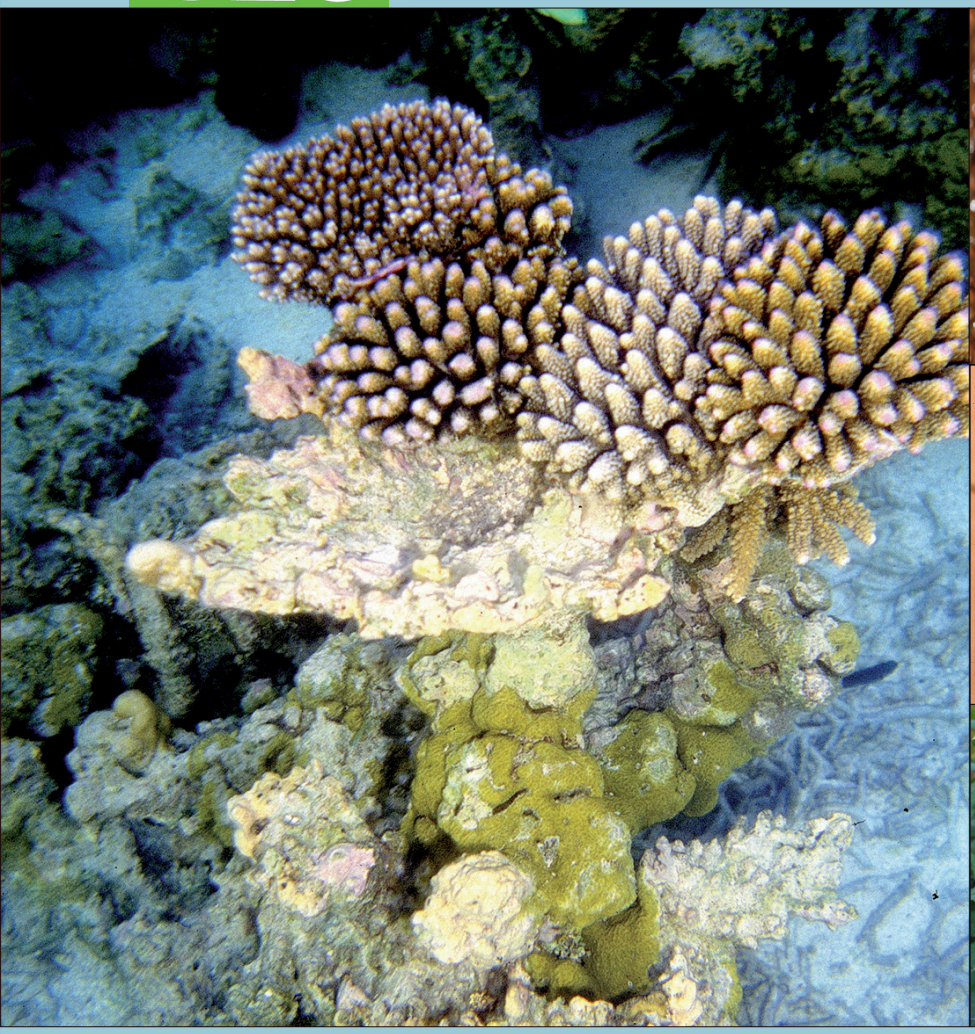
In Kooperation mit GEO

Verlag Wissenschaftliche Auswertungen



WARNSIGNAL KLIMA: Die Biodiversität

Unter Berücksichtigung von

Habitatveränderung, Umweltverschmutzung und Globalisierung

Herausgeber: José L. Lozán • Siegmar-W. Breckle • Ruth Müller • Eike Rachor

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 Krankheiterreger 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.

Informationen unter: JL-Lozan@t-online.de www.warnsignal-klima.de

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

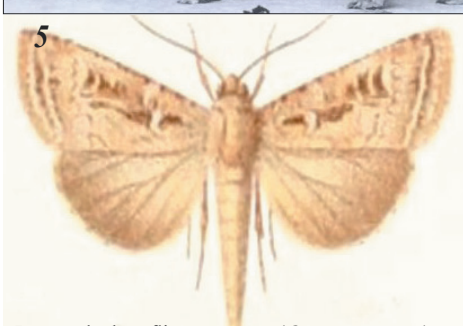
Der Amazonas-Regenwald, gehört zu den artenreichsten Biomen der Welt. Zwischen 1999 und 2009 konnten dort über 1.200 neue Pflanzen- und Wirbeltierarten durch die Wissenschaft entdeckt und beschrieben werden, darunter 637 Pflanzen, 16 Vögel, 216 Amphibien, 55 Reptilien, 39 Säugetiere, und mindestens 257 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, *Ephebopus 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 araujoi* 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 Sojaplantagen geschützt. 7: Die Schlange, *Clelia langeri*, wurde 2005 entdeckt. Sie ist in Bolivien heimisch.

Fotos: WWF Berlin

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.

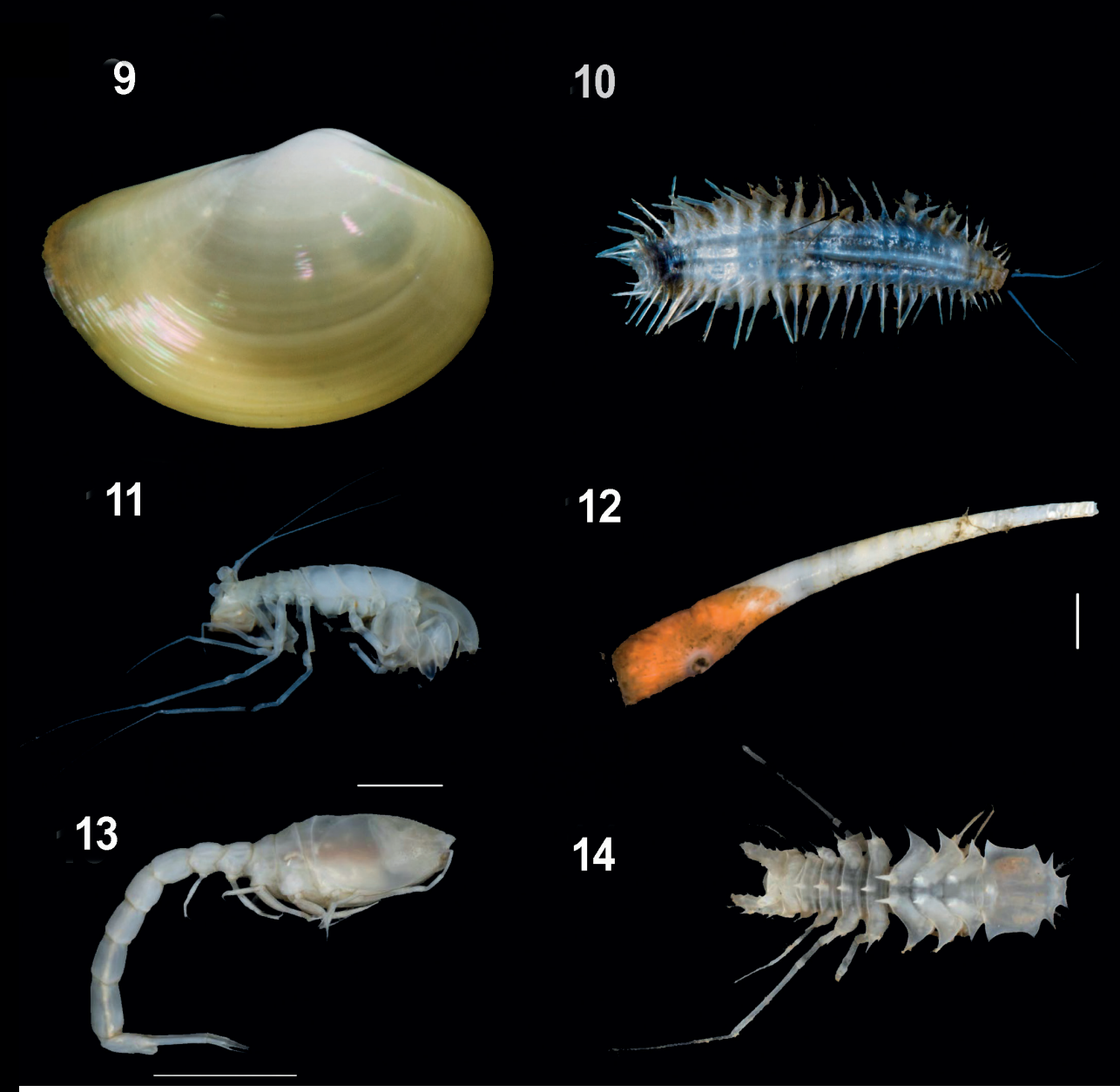


1: Der Andenkärpfling: Amanto (*Orestias cuvieri*) war endemisch im Titicaca-See und ist seit den 1960er Jahren verschwunden; er wurde durch die eingesetzten lachsartigen Fischarten bis zur Ausrottung weg gefressen (aus *Wikimedia Commons*). 2: Die Goldkröte (*Bufo periglenes*) (Männchen) war in Costa 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 Beutelwolf 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)

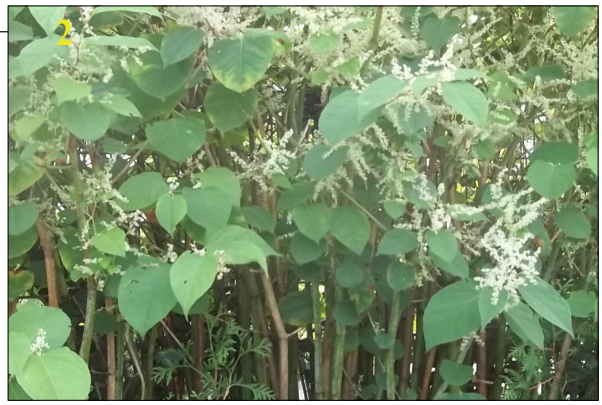


Mit den Zielen, die Biodiversität und Biogeographie zu erfassen sowie eine trophische Charakterisierung der benthischen Organismen der Tiefsee vorzunehmen, wurden mehrere deutsch-russische Expeditionen durchgeführt. Dabei wurde ein Vielfaches der bis dato bekannten Artenzahlen nachgewiesen, und der Kenntnisstand 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. *leucopthalmus* 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 Allergiepatienten 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).

Tafel 6: Beispiele ausgestorbener Pflanzen

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 Leinanbaus 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: *Argyroxyphium 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.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

Listen der Autoren und Gutachter 11

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 Parataxonomen 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, Siegmar-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 Metzing) 145
3.9 Ausbreitung von Pflanzen infolge des Klimawandels (Detlev Metzing) 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 Aktuelle Veränderungen in den Meeren 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 Was soll getan werden? 297
Aktuelle wissenschaftliche und politische Entwicklungen

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 Sachregister 344