

1.5 Biodiversität im Wandel - Globale Muster der Artenvielfalt

WILHELM BARTHLOTT & M. DAUD RAFIQPOOR

Biodiversität im Wandel - Globale Muster der Artenvielfalt: Leben ist die einzige spezielle Qualität unseres Planeten. Wissenschaftlich beschrieben sind etwa 1,5 Mio. verschiedene Lebewesen – Hochrechnungen liegen zwischen 5 und über 100 Mio. Spezies. Globale Verbreitungsmuster und ihre Änderungen werden vorgestellt. Mit dem Anthropozän stehen wir anscheinend am Beginn einer Aussterbekatastrophe erdgeschichtlichen Ausmaßes: letztlich die Konsequenz des exponentiellen Bevölkerungswachstums und unserer Wachstums-»Philosophie«. Daraus resultieren die flächige Zerstörung natürlicher Lebensräume, Umweltverschmutzung und der weltweite Temperaturanstieg. Für den Wandel der Biodiversität ist die Migration invasiver Arten von fundamentaler Bedeutung. Deutschland hat heute eine höhere Artenvielfalt als je zuvor in historischen Zeiträumen. Globalisierung führt oft regional und kurzfristig zur Erhöhung der Vielfalt, weltweit aber langfristig zur Standardisierung und Reduktion. Dies ist keine grundsätzliche Bedrohung unserer Lebengrundlagen – nur ihrer Qualität. Am Kernproblem (Bevölkerungswachstum) scheint bislang keine Änderung möglich. Naturwissenschaften liefern nur Daten und Handlungsempfehlungen, aber Gesellschaft, Bildung, Kultur, Politik und weltanschauliche Einstellungen (z.B. auch Religion) entscheiden, in welcher Welt wir leben werden.

Biodiversity in Change - Global Patterns of Biodiversity Life is the single unique feature of our planet. Around 1.5 million species have been described by science; extrapolations indicate that there are between 5 and over 100 million species on our planet. Global spatial distribution patterns of species and their changes are presented. It is apparent that in the Anthropocene we face the beginning of an extinction crisis on a geological scale, a consequence of the exponential global population growth and the »growth philosophy« behind it. This directly results in extensive destruction of natural habitats, pollution and global warming. Evolution is almost of no importance for these biodiversity changes, but rather the migration of invasive species. This temporarily increases the diversity for a geographically limited area: today Germany presumably has the highest biodiversity than ever before in historical times. Globalization leads to a short-term regional increase of diversity, but inevitably in the long term to a standardization and reduction in diversity at the global level. This is not a fundamental threat to our livelihoods - only their quality. There seems to be no escape from the main problem (population growth). Scientist can only deliver data and recommendations; society, education, politics and ideologies (incl. religion) determine what kind of world we will live in.

Biodiversität ist die einzige spezifische Qualität unseres Planeten Erde. Vielleicht sind Pflanzen und Tiere der liebenswürdigste Teil unserer Umwelt, mit Sicherheit aber die wichtigste Grundlage unserer Existenz, die erst durch ihre Vielfalt ermöglicht wird (vgl. Kap. 1.3 - MEHRING & LUX). Pflanzen allein produzieren den Sauerstoff zum Atmen, liefern lebend Nahrung, Holz, Bio-Treibstoff, Fasern oder fossil Energie (Kohle, Erdöl) und Materialien samt Kleidung (Leinen, Baumwolle, synthetische Fasern aus Erdöl). Nicht nur unsere Atemluft, sondern unsere gesamte tägliche Nahrung beruht ausschließlich auf der Vielfalt von Pflanzen. Brot, Reis oder Gemüse, Kaffee und Zucker, aber auch Milch und Fleisch sind Produkte, die erst durch grüne Pflanzen als Nahrungsgrundlage aller Nutztiere ermöglicht werden. Selbst die Plastiktüte auf Erdölbasis ist letztlich pflanzlicher Herkunft.

Wissenschaftlich beschrieben sind etwa 1,56 Mio. verschiedene Arten – aber wir wissen auch nur annähernd nicht, wie viele verschiedene Lebewesen es tatsächlich gibt: die Schätzungen liegen zwischen 3,5 und mehreren hundert Millionen Arten (vgl. BARTHLOTT et al. 2016). Etwa 10 Mio. scheint ein weit akzeptierter Schätzwert zu sein (e.g. MORA et al. 2011) (vgl. Kap. 1.7 - SCHMIEDEL). Wir kennen also den weitaus größten Teil unserer Mitbewohner nicht – und wir werden sie auch niemals vollständig kennen lernen. Bevölkerungswachstum, unangemessener Ressourcenverbrauch und Landnutzung mit den Folgen Klimawandel, Migration

invasiver Arten und die damit einhergehende Globalisierung sind die Hauptursachen dafür, dass wir am Beginn des Anthropozäns vermutlich vor einer Aussterbekatastrophe erdgeschichtlichen Ausmaßes stehen (Abb. 1.5-1 und 1.5-2).

Biodiversität ist extrem ungleich auf unserem Planeten verteilt: Es sind vor allem die Entwicklungs- und Schwellenländer der Tropen und Subtropen, die den großen Teil der weltweiten genetischen Ressourcen beherbergen. Es ist kein Zufall, dass die Konvention über Biologische Vielfalt (CBD) 1992 in Rio de Janeiro stattfand (BARTHLOTT & WINIGER 2001). Nicht die Evolution neuer Arten, sondern Migration und Extinktion sind die steuernden Faktoren für die Änderungsmuster. Die Biodiversität der Industrieländer (USA, Europa, Russland) steigt, die diversitätsreichen Regionen der Tropen und Subtropen verarmen – aber global gesehen sind wir alle auf der Seite der Verlierer. Wir müssen lernen, wie wir in dieser Welt im Wandel leben werden.

Dimensionen der Biodiversität

Noch in den 1970er Jahren ging man davon aus, dass vielleicht 2 Mio. verschiedene Arten existieren und davon der größte Teil beschrieben und der Wissenschaft bekannt sei. Durch die Untersuchung der Käfer-Vielfalt mit der Methode des Canopy-Fogging und folgenden Hochrechnungen durch Terry Erwin in der ersten Hälfte der 1980er Jahre (z.B. ERWIN 1983) zeigte sich, dass die tatsächliche Vielfalt dramatisch höher ist. Biologische

Vielfalt wurde unter dem Begriff Biodiversity durch Edward O. WILSON (1988) mit seinem gleichnamigen Buch zu einem Schlagwort: man schätzte die Artenzahlen auf 8 bis 20 Mio. Spezies, ERWIN (1991) ging sogar von weit über 100 Mio. Arten aus. Neuere Schätzungen schwanken zwischen 3,6 und 112 Mio. Arten; mit MORA et al. (2011) wurde die Zahl von ca. 10 Mio. vielfach als Basis genommen (Übersicht in BARTHOLOTT et al. 2016, vgl. Kap. 1.4 - NAUEN). Die artenreichste Gruppe (Abb. 1.5-3) sind dabei die Insekten mit etwa 5,5 Mio. Spezies (STORK et al. 2015); Blütenpflanzen umfassen etwa 370.000 Arten (vgl. auch PIMM & JOPPA 2015). Die wirkliche Unbekannte sind die Mikroorganismen, bei denen allerdings schon das Art-Konzept verschieden ist (vgl. Kap. 1.2 - PFENNINGER). Es sind aktuell die Untersuchungen am menschlichen Mikrobiom, die für Aufsehen sorgen: etwa 1,5 kg Mikroorganismen oder deren Derivate sind integraler Bestandteil jedes Menschen. Ein erwachsener Mensch besteht aus etwa 1.013 Zellen – aber eine signifikant höhere Zahl von Mikroorganismen ist Teil seines Körpers. Durch die freiwerdenden Rechner-Kapazitäten aus dem weitgehend abgeschlossenen Human Genome-Project werden diese Aspekte der Mikrobiome gegenwärtig intensiv untersucht. Neueste Hochrechnungen (LOCEY & LENNEN 2016) gehen global von einer Zahl von vielleicht einer Billiarde (10^{12}) verschiedener Mikroorganismen aus.

In anderen Worten: wir kennen auch nicht annähernd die Dimension der Artenzahlen auf dem Planeten Erde. Das einzig Verlässliche bleibt die Zahl der wissenschaftlich beschriebenen, also bekannten Arten von etwa 1,56 Mio. (STORK et al. 2015). Obwohl die »Sy-



Abb. 1.5-1: Dimensionen der Biodiversität: die meisten Lebewesen sind noch nicht entdeckt. Drachenbäume gehören zu den eindrucksvollsten Erscheinungen, hier *Dracaena cinnabari* auf der Insel Sokotra (Foto: B. Mies). Auf den Kanaren wächst *Dracaena draco* – aber 1997 wurden erstmals Drachenbäume in Marokko entdeckt und 1998 eine zweite neue Art (*D. tamaranae*) auf Gran Canaria. Allein zwischen 2007 und 2014 wurden innerhalb des Bonn-Mainzer Forschungsprojektes Biodiversität im Wandel vier neue *Dracaena*-Arten aus Afrika beschrieben.

stematik« nicht erst seit Carl v. Linné eine der ältesten Disziplinen der Biologie ist, können wir davon ausgehen, dass weniger als 10% der Artenvielfalt bekannt sind. Hochrechnungen zeigen sehr deutlich, dass wir die restlichen 90% auch nicht mehr kennenlernen werden: durch den globalen Wandel verlieren wir täglich eine große Zahl von Arten unwiederbringlich; auch hier sind Extinktions-Zahlen höchst spekulativ. Einigkeit scheint bei den Fach-Wissenschaftlern darüber zu bestehen, dass wir mit dem Anthropozän am Beginn einer Aussterbekatastrophe erdgeschichtlichen Ausmaßes stehen (BARTHOLOTT et al. 2016). Der zentrale Grund ist das exponentielle Bevölkerungswachstum und unsere Wachstumsphilosophie (IBISCH 2016) mit flächiger Zerstörung natürlicher Lebensräume (Agrikultur, Monokulturen, Agrochemikalien, Umweltverschmutzung und CO_2 -Anstieg, Senkung des pH-Wertes im Meer) und der weltweite Temperaturanstieg (vgl. Kap. 2.3 - MÜLLER & BERGHAHN sowie Kap. 1.6 - LOZÁN). Folge sind u.a. Migration invasiver Arten, die durch Massentransporte (Lebensmittel, Ballastwasser in Schiffen, Güterverkehr) weltweit eine zunehmend zentrale Rolle spielen. Invasive Arten erhöhen sogar kurzzeitig und räumlich begrenzt die Diversität: in der Bundesrepublik Deutschland gibt es heute mehr Pflanzen- und Tierarten als je zuvor (KLINGENSTEIN & OTTO 2008) in historischen Zeiträumen.



Abb. 1.5-2: Migration, Invasion und Globalisierung sind die Hauptursachen für Extinktion von Arten. Der Elefantenvogel *Aepyornis maximus* lebte noch in unserem Mittelalter auf Madagaskar; er war den arabischen Seefahrern bekannt und ist vermutlich der Vogel Rock aus Tausendundeiner Nacht. Seine Eier (Foto) mit einem Umfang bis zu einem Meter werden noch heute gefunden. Madagaskar ist eines der spät von Menschen besiedelten Großgebiete der Erde – der bis 400 kg schwere Riesenvogel überlebte diese Invasion nicht. Die Insel ist ein globales Diversitätszentrum und durch einen extrem hohen Anteil endemischer, also nur dort vorkommender Arten, gekennzeichnet. Die Didiereaceen-Wälder (im Hintergrund des Bildes) gibt es nur auf Madagaskar – sie verschwinden rasant durch Kultur der amerikanischen Sisal-Agaven, und amerikanische Feigenkakteen (*Opuntia*) verdrängen die Restbestände (Foto: W. Barthlott).

Globale Muster der Artenvielfalt und ihrer Zentren

Biodiversität ist geographisch sehr ungleich auf unsern Planeten verteilt (Abb. 1.5-4) und vor allem durch das Klima bestimmt. Dass die eisbedeckten Polargebiete und extrem trockene Wüsten eine geringe Diversität aufweisen, ist leicht verständlich und nicht gerade überraschend oder neu. Der Artenanstieg verläuft, sehr vereinfacht ausgedrückt, in einem steigenden Gradienten von den Polen zum Äquator hin – aber mit vielen Abweichungen und Ausnahmen. Es sind vor allem Gebirgsräume mit einer erstaunlich hohen Artenvielfalt. Diese azonalen Lebensräume weisen in niederen Breiten auf kleinstem Raum eine höhenstufenbedingte Klimadiversität auf. Es ist die Geodiversität (also die Vielfalt der abiotischen Faktoren innerhalb eines umschriebenen Raumes), die die Biodiversität im Wesentlichen bestimmt (MUTKE & BARTHLOTT 2005).

Alle diese Fakten sind seit langem bekannt. Alexander von Humboldt hat bei seiner Amerikareise 1799-1804 die Zusammenhänge als erster klar gesehen, das artenreichste globale Diversitätszentrum (Neu-Granada: die Gebirgsregionen Kolumbiens) erkannt und äußerst präzise Hochrechnungen für die Zahl der Pflanzenarten geliefert (BARTHLOTT 2011). Eine erste verlässliche Karte globaler Artenvielfalt der Pflanzen haben wir 1996 veröffentlicht und sukzessive präzisiert (BARTHLOTT et. al. 2005, 2007, 2014). Der Kenntnisstand der begrenzten Artenzahl von Pflanzen als große und immobile Organismen ist extrem hoch

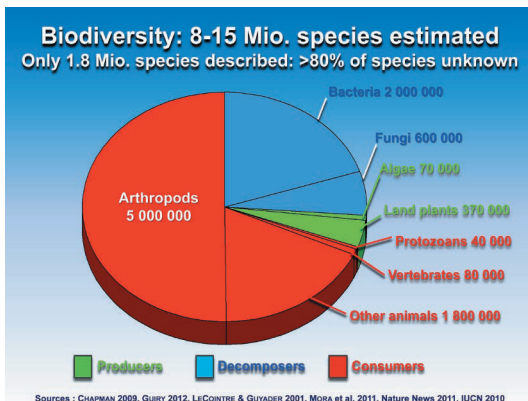


Abb. 1.5-3: Verteilung der Biodiversität (hier in einer realistischen Schätzung von 10 Mio. existierender Arten) auf funktionale Gruppen: grün die Produzenten (Pflanzen), rot die Konsumenten (Tiere) und blau die abbauenden Mikroorganismen (z.B. Pilze, Bakterien). Die Größe der Segmente reflektiert die Artenzahlen: Arthropoden (z.B. Insekten) sind mit 5 Mio. Arten die größte Gruppe - grüne höhere Pflanzen scheinen mit weniger als 0,5 Mio. Arten bedeutungslos, sind aber das Kraftwerk des Planeten, von dem alle anderen Gruppen incl. der Mensch abhängen (verändert aus BARTHLOTT et al. 2016).

(geschätzt 80%), ihre Verbreitungsmuster sind relativ gut bekannt. Ähnliches gilt für Tagfalter, Vögel oder Säugetiere. Dies steht in vollkommenen Gegensatz zum Beispiel zu der artenreichsten Organismengruppe, den Käfern, von denen geschätzt weniger als 20% beschrieben sind, oft wenige Aufsammlungen vorliegen (ein überraschend hoher Anteil ist nur von der Erst-Aufsammlung bekannt). Es wird also nicht gelingen, eine Weltkarte der Biodiversität aufgrund der wirklich artenreichsten Gruppen zu generieren. Da Pflanzen aber in der Produzenten-Konsumenten-Destruenten-Beziehung die ökosystemare Schlüsselfunktion haben, kann man davon ausgehen, dass ihre Diversität die Gesamtdiversität reflektiert. Unsere Weltkarte (Abb. 1.5-4), die die Zahl der Pflanzenarten pro 10.000 km² Fläche mit unterschiedlichen Farbsignaturen zeigt, spiegelt daher mit großer Wahrscheinlichkeit die gesamte terrestrische Biodiversität unseres Planeten wider. Die Methodik ihrer Erstellung wurde an anderer Stelle publiziert (BARTHLOTT et al. 1999, 2007, MUTKE & BARTHLOTT 2005). Es muss aber erinnert werden: erfasst sind mit den Höheren Pflanzen (Farne, Gymnospermen und Angiospermen) nur die Landflächen – über die großen Unbekannten, die Meere und vor allem die Tiefsee, macht diese Karte keine Aussagen.

Die Weltkarte zeigt hohe Diversitäten (DZ8 und DZ9 mit 3.000 bis 5.000 Pflanzenarten pro 10.000 km²) erwartungsgemäß in den perhumiden Tropen: in Amerika die Mata Atlantica in Südostbrasilien, im Westen von Amazonien bis Mexiko), nur kleine Flächen im tropischen Afrika (Kamerun-Gabun und Rift Valley) sowie im tropischen Asien von Kambodscha über Malaysia bis Papua-Neuguinea. Bemerkenswert sind die extratropischen Zentren: Südafrika, W-Australien, China mit Osthimmlaya, aber auch die Gebirgsräume der Ost-Mediterraneis und des Kaukasus. Die höchste Diversitätsstufe mit mehr als 5.000 Arten pro 10.000 km² (DZ 10) wird nur in den Gebirgsräumen von Kolumbien bis Peru, der Mata Atlantica und auf Borneo und Papua Neuguinea erreicht. Insgesamt kann man 20 globale Diversitätszentren mit höchsten Diversitätsstufen umgrenzen (BARTHLOTT et al. 2005): Mittelamerika, Costa Rica-Chocó-Anden-Amazonia, E-Brasilien, Kaukasus-SW-Asien, Himalaya-China-Indochina, Borneo-Papua-Neuguinea und die Capensis. »Hotspots« sind dabei Gebiete, in denen mit besonders hohen Aussterberaten zu rechnen ist und seit MYERS et al. (2000) in Diskussion sind.

Diese Zahlen sind rein quantitativ. Von hoher Bedeutung ist aber die spezifische Qualität, die »Besonderheit«, also die Zahl der endemischen Arten innerhalb eines Gebietes. Hier sind es erwartungsgemäß die tropischen Hochgebirge (z.B. Mt. Kinabalu auf Borneo), aber auch die isolierten tropischen Inseln (z.B. Madagaskar: Abb.

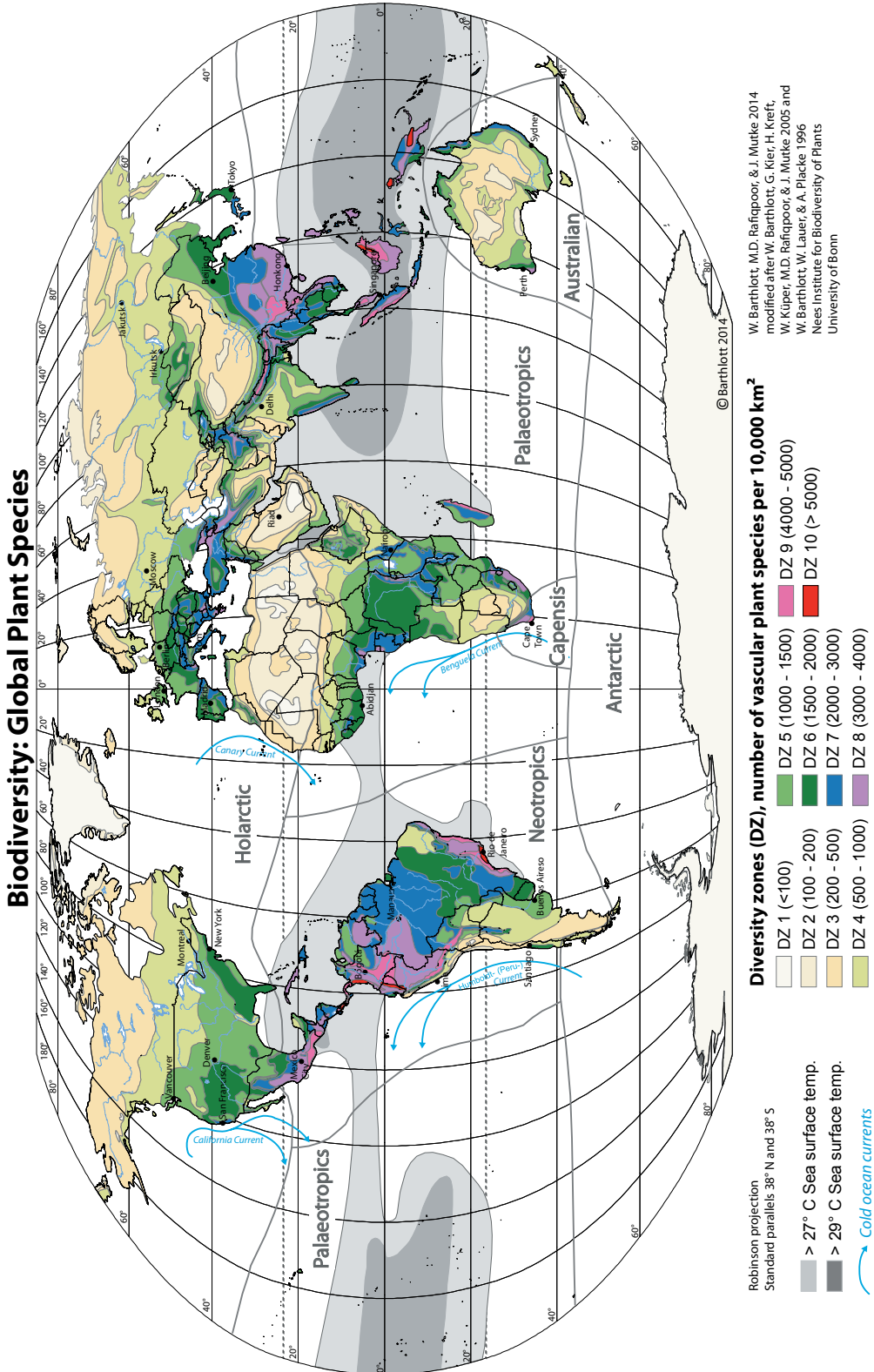


Abb. 1.5-4: Weltkarte der Biodiversität der Landflächen der Erde basierend auf den Produzenten (Pflanzen). Die unterschiedlichen Farbstufen kennzeichnen die Artenzahlen pro 10.000 km². Die roten globalen Diversitätszentren liegen vor allem in Gebirgsräumen (hohe Diversität abiotischer Faktoren: Geodiversität) der Tropen und Subtropen (aus BARTHOLOTT et al. 2014).

1.5-2 und -4), die sich meist wegen ihrer Kleinheit (z.B. Neukaledonien) in dieser Karte nicht erfassen lassen und an anderer Stelle (KREFT et al. 2008, Kier et al. 2009) analysiert wurden: Inseln umfassen nur etwa 5,3% der Landfläche, beherbergen aber 25% aller Arten.

Muster der Artenvielfalt im Wandel – Bevölkerungswachstum, Migration und Globalisierung letztlich als Ursache?

Biodiversität war immer im Wandel. Aussterben von Arten ist wie die Entstehung und Migration von Arten ein immanenter Teil der Evolution des Lebens auf unserem Planeten. Dies gilt auch für den Klimawandel, den es erdgeschichtlich immer schon gegeben hat (vgl. Kap. 2.1 - MOSBRUGGER & ROLLER sowie Kap. 1.6 - LOZÁN). Die heute dominierenden Pflanzen und Tiere in Mitteleuropa sind erst seit etwa 12.000 Jahren mit dem Ende der Glaziationen eingewandert. Keine einzige unserer bedeutenden Nutzpflanzen (z.B. Getreide, Kartoffeln, Obst, Gemüse) ist wirklich in Deutschland heimisch. Der Mensch selbst hat sie vor Jahrtausenden aus ihren Ursprungsgebieten im Nahen Osten mitgebracht, wo die Wurzeln unserer Kultur und Religion liegen (BARTHOLOTT et al. 2016). Vor allem mit der Entdeckung Amerikas kamen seit dem Mittelalter neue Elemente hinzu. Aber dies waren langsame Migrationsprozesse, die sich über lange Zeiträume erstreckten und eine Integration der Arten in die bestehenden Systeme ermöglichten: Klatschmohn und Kornblumen, ja unsere meisten Wiesensysteme sind integrale, aber nicht ursprüngliche Bestandteile unserer Umwelt. Fundamental neu jedoch ist die Beschleunigung, mit der diese Prozesse, einhergehend mit dem Klimawandel, ablaufen.

Seit Beginn des Industriezeitalters unterliegen Biodiversität und ihre Verbreitungsmuster einem dramatischen Wandel. Er erreichte seit Ende des vergangenen Jahrhunderts eine außerordentliche Intensität. Er ist letztlich die Folge des exponentiellen Bevölkerungswachstums mit seinen Konsequenzen: Ressourcenverbrauch, Umweltverschmutzung, globale Temperaturerhöhung, Massentransporte und Migration invasiver Arten. Vielleicht kann man das am deutlichsten am naheliegenden Beispiel der Bundesrepublik Deutschland zeigen. Wir haben nur wenige Pflanzen- und Tierarten verloren, aber keine einzige ist (vielleicht mit Ausnahme des Auerochsen) ausgestorben, da es Restvorkommen außerhalb der Staatsgrenzen gibt. Es gibt bei uns auch kaum echten »endemischen« Arten (wenn man von den »Kleinarten« mancher Taxonomen absieht), die nur in der BRD vorkommen. Dagegen sind hunderte von neuen Arten hinzugekommen: das prächtige Indische Springkraut (*Impatiens glandulifera*) der Auen-Wälder, das Afrikanische Kreuzkraut (*Senecio inaequidens*) entlang unserer Straßen und Autobahnen, ein erheblicher Teil der Ruderal-

pflanzen, Waschbären und Alexandersittiche – um nur einige auffällige Elemente zu nennen. Der Einfluss des Menschen, Migration und Invasion sowie Eutrophierung erhöhen die Biodiversität lokal und kurzfristig – aber langfristig sinkt sie global. Dies wird besonders deutlich in Gebieten mit einem hohen Anteil an Endemiten.

Ein Vergleich mit einer pazifischen Inselgruppe kann dies verdeutlichen: Der Hawaii-Archipel beherbergt auf einer Fläche von nur 16.600 km² etwa 1.140 heimische Arten, davon sind 977 endemisch, also 86% kommen nur auf Hawaii vor (vgl. POTT 2005, KIER et al. 2009). Hinzu kommen aber rund 1.000 eingeschleppte weitverbreitete Neophyten, deren Biomasse inzwischen die der heimischen Vegetation überschreitet: hohe Extinktionsraten (DAVIS et al. 1995) sind die Folge – ein unwiederbringlicher Verlust an genetischen Ressourcen. Man kann diese einfachen Zusammenhänge verdeutlichen: Globalisierung erhöht die Diversität und »Lebensqualität« lokal (höhere Diversität an Arten in Deutschland als je zuvor – höhere Diversität an Sprachen oder Lebensmittelveielfalt in unseren Supermärkten) – global ist das Resultat eine bequeme und effiziente »Standardisierung« und damit Reduktion der Diversität. Es ist bemerkenswert, dass diese Zusammenhänge kaum diskutiert werden (vgl. Wikipedia-Einträge zum Stichwort »Globalisierung«).

Wie hoch diese Reduktion als tatsächliche Extinktionsrate ist, kann man nur spekulativ vermuten (LAWTON & MAI 1995, PIMM & JOPPA 2015). Es sind gerade die sensiblen Inselsysteme mit ihren hohen Anteilen an Endemiten (s. Abb. 1.5-2), die äußerst anfällig auf Umweltänderungen oder Invasionen (z.B. Ziegen oder Ratten) reagieren und die bei einer Fläche von nur ca. 5% dennoch 25% der globalen Pflanzenarten beherbergen (KIER et al. 2009). Wenn wir bei einem realistischen Klimaszenario von 2,5-4,0 °C Anstieg (IPCC 2007) ausgehen, ergibt sich für das 21. Jahrhundert ein Meeresspiegelanstieg von 18-59 cm (RAHMSTORF & SCHELLNHUBER 2006, STERR 2007, RHEIN et al. 2013, vgl. auch Kap. 5.4 - REISE). Die Konsequenz davon ist, dass bestimmte tropische Koralleninseln wie die Malediven am Ende dieses Jahrhunderts kaum mehr existieren und auch Menschen betroffener Küstengebiete (z.B. geschätzt 12 Mio. im Nildeltas, 80 Mio. in Bangladesch) migrieren müssen.

Die bereits begonnene Temperaturerhöhung der unteren Erdatmosphäre mit ihren weiteren klimatischen Konsequenzen hat vor allem auf die artenreichen Gebiete der Tropen und Subtropen negative Auswirkungen. Wir haben an anderer Stelle (SOMMER et al. 2010) mit den gängigen Klimaszenarien errechnet, dass die tropischen Diversitätszentren etwa 50% ihrer Diversität verlieren, aber z.B. Mitteleuropa mit etwa 20%

Artenzuwachs auf der Seite der »Gewinner« steht (Abb. 1.5-5). Vor allem durch Einwanderung hat sich unsere Biodiversität bereits signifikant erhöht, die Artenzahlen werden durch gebietsfremde Arten steigen (vgl. u.a. Kap. 3.11 - NEHRING) – biologische Globalisierung und Vereinheitlichung sind die Konsequenzen.

Ausblick

Biodiversität - als spezifische Qualität unseres Planeten - ist geografisch sehr ungleich über die Erde verteilt mit den Zentren in tropisch-subtropischen Entwicklungs- und Schwellenländern. Sie unterliegt durch den Klimawandel und die Globalisierung einem dramatischen Wandel: lokal und kurzfristig steigt die Diversität in vielen gemäßigten Regionen (z.B. Europa) durch Migration invasiver Arten, global und langfristig ereignen sich gleichzeitig Extinktions-Raten erdgeschichtlichen Ausmaßes. Die Gründe wurden genannt (exponentiell wachsende Weltbevölkerung mit den Folgen Klimawandel, Massentransporte, Landnutzung, Umweltverschmutzung, Migration und Globalisierung). Die verschiedenen internationalen Abkommen wie die *Convention on Biological Diversity* (CBD) haben trotz aller »Targets« (z.B. das nicht erreichte 2010-Target von Johannesburg 2002, Rio+20 von 2012) noch nicht zu einer annähernd signifikanten Reduktion des Artenverlustes beigetragen; die Vernichtung z.B. tropischer Regenwälder geht heute unverändert weiter. Die notwendigen Maßnahmen würden alle zu einer grundlegenden Änderung unseres Verhaltens, unserer Wirtschafts- und Finanzsysteme sowie zur Abkehr scheinbar allgemein-

gültiger Maximen (»Wachstum ist Fortschritt«, vgl. IBISCH 2016) führen. Die immer höhere Effizienz in landwirtschaftlichen Systemen zwingt zu einem hohen Einsatz an Agrochemikalien und zu einem Verlust der Vielfalt durch wenige hoch ertragreiche (und oft weltweit identische) Monokultur-Sorten: seit 1900 sind drei von vier Kulturpflanzenarten verloren gegangen. Nach Angaben der FAO verlor China seit 1950 ca. 90% der Diversität seiner Reis-Kultivare (vgl. auch ASWATHANARAYNA 2012, BMU: <http://bit.ly/2dMXOtX>). Dies scheint der Preis für eine ausreichende Ernährungsgrundlage für 7.8 Mrd. Menschen zu sein. Verlust an Biodiversität bedeutet auch einen Verlust an Möglichkeiten (z.B. Nutz- und Arzneipflanzen) und Information (z.B. für technische Anregungen aus der Vielfalt der belebten Natur: BARTHLOTT et al. 2016). Wir müssen diese Fakten zu Kenntnis nehmen – an der zentralen Ursache (Bevölkerungswachstum) etwas zu ändern, scheint kaum möglich. Aristoteles gibt den tröstlichen Hinweis: Wir können den Wind nicht ändern, aber die Segel anders setzen.

Etwa 80% der Weltbevölkerung sind mehr oder weniger religiös orientiert (davon 5 Mrd. Christen und Muslime), und leiten ihre Leitlinien aus ihrem Glauben ab: ein Blick auf die Tagesnachrichten reicht dazu aus. Und alle großen Weltreligionen sprechen sich für den Erhalt der Vielfalt der Schöpfung aus, nicht nur mit der Geschichte von Noah und seiner Arche in Bibel und Koran (BARTHLOTT et al. 2016). Wer sich für Vielfalt entscheidet, muss aber fundamental umdenken (z.B. Wachstum ist nicht notwendigerweise Fort-

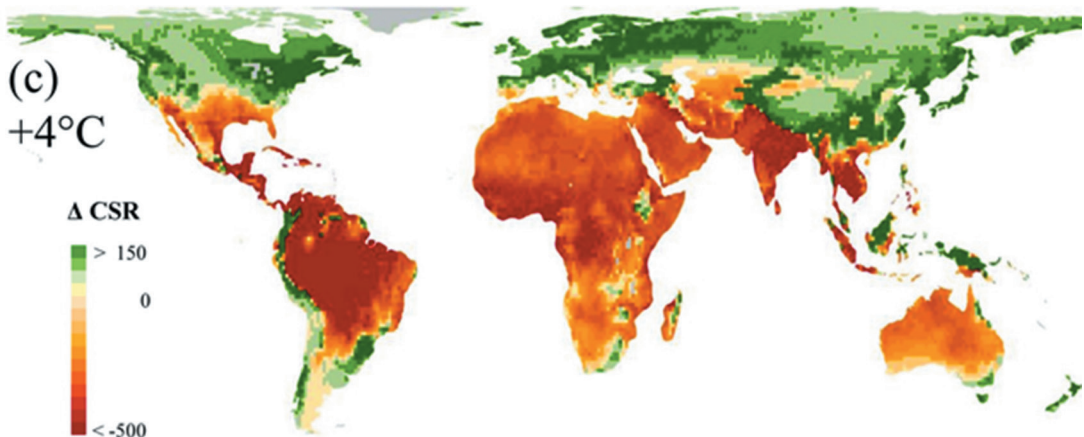


Abb. 1.5-5: Klimawandel und Migration. Basierend auf Modellierung wird die erwartete Änderung der Artenzahlen bis zum Ende dieses Jahrhunderts gezeigt. Zugrunde gelegt wird eine Temperaturerhöhung von nur 1,8 Grad C (Scenario CSR). Die in braunroten Farben gekennzeichneten Gebiete werden Arten verlieren, grün bedeutet eine Zunahme der Artenzahlen (die Intensität der Farben reflektiert die erwartete Dimension der Änderung). Tropengebiete, Entwicklungs- und Schwellenländer (z.B. Brasilien, Indien, Afrika) stehen auf der Seite der Verlierer. Die gemäßigten Regionen sind die Gewinner (z.B. Europa, Russland, China, Kanada und nördliche USA): die Diversität steigt durch die Migration invasiver Arten. Regional nimmt die Diversität hier zu, global sinkt sie dramatisch. Evolution neuer Arten spielt in diesen Zeiträumen keine Rolle (aus SOMMER et al. 2010).

schritt) und gegebenenfalls auch neue Partner finden. Die Naturwissenschaften liefern nur Daten und können Empfehlungen aussprechen, aber Gesellschaft, Bildung, Politik und weltanschauliche Einstellungen entscheiden, in welcher Welt wir leben werden. Die Reduktion von (Bio-)Diversität ist womöglich keine grundsätzliche Bedrohung unserer Lebensgrundlagen: Auch in einer verarmten Welt werden wir unter anderen Bedingungen leben. Es bleibt nur die Frage, ob dies wünschenswert ist.

Literatur

- ASWATHANARAYNA, U. (2012): Natural resources – Technology, Economy and Policy. CRC-Press, Balkema-Book, ISBN 978-0-415-89791-4. <http://bit.ly/2d6OGBu>.
- BARTHLOTT, W., N. BIEDINGER, G. BRAUN, F. FEIG et al. (1999): Terminological and methodological aspects of the mapping and analysis of global biodiversity. *Acta Botanica Fennica* 162:103-110.
- BARTHLOTT, W., M. D. RAFIQPOOR & W. R. ERDELEN (2016): Bionics and Biodiversity – Bio-inspired Technical Innovation for a Sustainable Future. In: KNIPPERS, J., K. NICKEL & TH. SPECK (eds.): *Biomimetic Research for Architecture and Building Construction: Biological Design and Integrative Structures*. Springer Publishers.
- BARTHLOTT, W. & M. WINIGER (eds.) (2001): *Biodiversity – A Challenge for Development Research and Policy*. Springer Publishers.
- BARTHLOTT, W. (2011): Alexander von Humboldt und die Entdeckung des Kosmos der Biodiversität. In: ALBACH, H. & E. NEHER (Hrsg.): *Alexander von Humboldt und Charles Darwin – Zwei Revolutionäre wider Willen*, 35-42, Wallstein-Verlag Göttingen.
- BARTHLOTT, W., J. OBHOLZER & M. D. RAFIQPOOR (2016): Pflanzen der Heiligen Bücher Bibel und Koran. *BfN-Skripten* 449. ISBN 978-3-89624-185-6. <http://www.bfn.de/religionen>.
- BARTHLOTT, W., W. R. ERDELEN & M. D. RAFIQPOOR (2014): Biodiversity and technical innovations: bionics. In: LANZERATH, D. & M. FRIELE (eds.): *Concept and Value in Biodiversity*. Routledge Studies in Biodiversity Politics and Management 2014: 300-315. ISBN 978-1-415-66057-0.
- BARTHLOTT, W., A. HOSTERT, G. KIER, W. KÜPER et al. (2007): Geographic patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. *Erdkunde* 61 (4): 305-315.
- BARTHLOTT, W., W. LAUER & A. PLACKE (1996): Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde* 50: 317-327.
- BARTHLOTT, W., J. MUTKE, M. D. RAFIQPOOR, G. KIER et al. (2005): Global centres of vascular plant diversity. *Nova Acta Leopoldina* 92 (342): 61-83.
- DAVIS, S. D., V. H. HEYWOOD & A. C. HAMILTON (eds.) (1995): *Centres of Plant Diversity. A Guide and Strategy for their Conservation*. Volume 2. Asia, Australasia and the Pacific. The World Wildlife Fund (WWF) and IUCN - The World Conservation Union. IUCN Publications Unit, Cambridge (U.K.).
- ERWIN, T. (1991): How many species are there?: Revisited *Conservative Biology* 5: 330-333.
- ERWIN, T. L. (1983): Tropical forest canopies: the last biotic frontier. *Bull. Entomological Soc. America*, Volume 29: 14-19.
- IBISCH, P. L. (2016): Ökologie und Politik: Die Wachstumskrise entfaltet sich weiterhin. In: RICHTER, M. & I. THUNECKE (eds.): *Paradies now. André Gorz – Utopie als Lebensentwurf und Gesellschaftskritik. Sammlung kritisches Wissen Band 70*, Talheimer Verlag. ISBN 978-3-89376-157-9
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): *Climate Change 2007: The Scientific Basis. Contribution to Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. www.ipcc.ch.
- KIER, G., H. KREFT, T. M. LEE, W. JETZ et al. (2009): A global assessment of endemism and species richness across island and mainland regions. *PNAS* 106 (23): 9322-9327 [doi:10.1073/pnas.0810306106].
- KLINGENSTEIN, F. & C. OTTO (2008): Zwischen Aktionismus und Laissez-faire: Stand und Perspektiven eines differenzierten Umgangs mit invasiven Arten in Deutschland. *Natur und Landschaft* 83 (9-10): 407-11.
- KREFT, H., W. JETZ, J. MUTKE, G. KIER et al. (2008): Global diversity of island floras from a macroecological perspective. *Ecology Letters* 11:116-127.
- LAWTON, J. H. & R. M. MAY (1995): *Extinction rates*. Oxford Univ. Press. ISBN: 9780198548294.
- LOCEY, K. J. & J. T. LENNON (2016): Scaling laws predict global microbial diversity. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1521291113.
- MORA, C., D. P. TITTENSOR, S. ADL, A. G. B. SIMPSON et al. (2011): How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biol* 9(8):e1001127.
- MUTKE, J. & W. BARTHLOTT (2005): Patterns of vascular plant diversity at continental to global scales. In: FRIIS, I. & H. BALSLEV (eds.): *Plant diversity and complexity patterns – local, regional and global dimensions*. Copenhagen, Biologiske Skrifter 55: 521-537.
- MYERS, N., R. A. MITTERMEIER, C. G. MITTERMEIER, G. A. B. DAFONSECA et al. (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858. doi:10.1038/35002501.
- PIMM, S. L. & L. N. JOPPA (2015): How many plant species are there, where are they, and at what rate are they going extinct? *Ann. Missouri Bot. Gard.* 100: 70-176.
- POTT, R. (2005): *Allgemeine Geobotanik – Biogeosysteme und Biodiversität*. Springer-Spektrum. ISBN 978-3-642-55088-1, Doi: 10.1007/978-3-540-27527-5.
- RAHMSTORF, S. & H. J. SCHELLNHUBER (2006): *Der Klimawandel – Diagnose, Prognose, Therapie*. 144 S.; C.H. Beck, München. ISBN 3-406-50866-9.
- RHEIN, M., S. R. RINTOUL, S. AOKI, E. CAMPOS et al. (2013): Observations: Ocean. In: STOCKER et al. (eds.) - *Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- RIO+20 (2012): *The Future we want*. UN-Conference on Sustainable Development. Outcomes document. Rio de Janeiro, 20-22. June 2012. <http://bit.ly/2en8gtr>.
- SOMMER, J. H., H. KREFT, G. KIER, W. JETZ et al. (2010): Projected impacts of climate change on regional capacities for global plant species richness. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 2271-2280 [doi: 10.1098/rspb.2010.0120].
- STERR, H. (2007): Folgen des Klimawandels für Ozeane und Küsten. In: ENDLICHER, W. & F. W. GERSTENGRABE (Hrsg.): *Der Klimawandel – Einblicke, Rückblicke und Ausblicke*. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. ISBN 978-3-9811871-0-6. <http://bit.ly/2dFPV6a>.
- STORK, N. E., J. MCBROOM, C. GELY & A. J. HAMILTON (2015): New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *PNAS*, 112(24): 7519-7523. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1502408112.
- WILSON, E. O. (1988): *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D.C. Doi:10.17226/989. PDF: <https://www.nap.edu/catalog/989/biodiversity>.

Kontakt:

Prof. Dr. Wilhelm Barthlott
Dr. M. Daud Rafiqpoor
Nees-Institut für Biodiversität der Pflanzen
Universität Bonn
barthlott@uni-bonn.de
d.rafiqpoor@uni-bonn.de

Barthlott, W. & M. D. Rafiqpoor (2016): Biodiversität im Wandel - Globale Muster der Artenvielfalt. In: Lozán, J. L., S.-W. Breckle, R. Müller & E. Rachor (Hrsg.). *Warnsignal Klima: Die Biodiversität*. pp. 44-50. Online: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de. doi:10.2312/warnsignal.klima.die-biodiversitaet.07.