

BIODIVERSITÄT – Eine Einführung

José L. Lozán, Siegmund-W. Breckle & Eike Racher

Biodiversität ist die Vielfalt des Lebens auf der Erde. Sie umfasst alle Organismen, also Pflanzen, Algen, Tiere, Pilze und Mikroorganismen, aber auch ihre Ökosysteme und deren Funktionen und Wechselwirkungen. Auch die genetische Diversität z.B. der Arten ist ein sehr wichtiges Merkmal der Vielfalt. Die Biodiversität ist umfassend und komplex; sie ist das Ergebnis der Evolution in Jahrmillionen. Die Einbringung neuer (fremder) Arten in ein Ökosystem führt mitunter kurzfristig zu einer Zunahme der Artenzahl; sie kann jedoch langfristig zu unvorhersehbaren und schwerwiegenden Störungen der Wirkzusammenhänge des Ökosystems führen. Es geht also nicht allein um mehr Arten (s. Kap. 2.2 Lozán et al. - Fallbeispiel Titicaca-See).

Seit der Entstehung des Lebens auf der Erde sind ca. 3.500 Mio. Jahre vergangen. Seitdem sind Millionen von Arten entstanden und wieder verschwunden (s. Kap. 2.1 - Mosbrugger & Roller). In dieser Zeit hat sich die Verteilung der Landmassen gravierend verändert. Beispielsweise bestand die Erde vor rund 250 Mio. Jahren aus einem einzigen Superkontinent, der Pangaea, und dem Tethysmeer. Die Aufspaltung der Landmasse in mehrere Kontinente und die Bildung der heutigen Ozeane haben zu starken geographischen und klimatischen Veränderungen geführt. Die Küstenregionen mit ihrem maritimen Klima und mehr Niederschlägen vergrößerten sich, während sich die Fläche der inländischen Gebiete mit kontinentalem Klima verringerte. Die Entstehung mehrerer Kontinente und die Isolierung der Populationen haben die Entwicklung neuer Arten begünstigt. Nicht nur klimatische Faktoren waren die treibenden Kräfte für Änderungen der Biodiversität in der Erdgeschichte sondern auch ökologische Faktoren wie Räuber-Beute-Beziehungen und die Konkurrenz um Platz, Licht und Nahrung.

Die Biodiversität, der Mensch und der Klimawandel

Mit der Entwicklung des modernen Menschen seit rund 20.000 Jahren und der Zunahme der Weltbevölkerung hat die negative Änderung der Biodiversität eine neue Dimension erfahren; denn der Mensch ist die Haupteinflussgröße geworden. Es gibt heute kaum Gebiete, wo der Mensch noch nicht eingedrungen ist.

Die aktuelle von Menschen bedingte Erderwärmung ist eine weitere ernste Bedrohung für die Biodiversität. Die mittlere globale Lufttemperatur war im Jahr 2015 sehr hoch und lag auf den Kontinenten bei 1,33 °C und über den Meeren bei 0,74 °C über dem langfristigen Mittelwert von 1901-2000 (s. Kap. 1.6 Lozán). Wir müssen hoffen, dass die aktuelle Politik zum Klimaschutz Erfolg hat und sich die Erderwärmung verlangsamt. Man befürchtet, dass sich das Artensterben noch verstärken wird. Für viele Arten ist die Geschwindigkeit der Erwärmung zu hoch für Anpassungen. Stark gefährdet sind beispielsweise die Arten, die die oberen Gebirgsregionen besiedeln, da sie keine Ausweichmöglichkeit mehr haben (s. Kap. 3.1 - Schickhoff). Eine weitere gefährdete Gruppe sind die Pflanzen und Tiere, die vom arktischen Meereis abhängig sind (s. Kap. 4.3 Flores, Werner 2014). Seit den 1980er Jahren schrumpft das arktische Meereis durchschnittlich um 2,6% jährlich. Im September 2014 betrug die Fläche nur etwa 3,5 Mio. km² gegenüber 7-8 Mio. km² in den 1980er Jahren (Notz 2015). Die Organismen, die auf, unter oder im Meereis leben, verlieren langsam ihre Lebensräume. Auch eiszeitliche Reliktarten in Mitteleuropa sind stark gefährdet, zumal wenn sie gleichzeitig anderen Belastungen wie der Eutrophierung ausgesetzt sind.

Arten	Gesamt	Ausgestorben	Vom Aussterben bedroht	*starker Rückgang / Abnahme	Neobiota in D.
Organismengruppe					
Farn- & Blütenpflanzen (RL 1996)	3319	47	118	?	ca.320
Säugetiere (RL 2009)	104	11	8	10 / 1	8
Vögel (RL 2009)	280	16	30	3 / 13	20
Reptilien (RL 2009)	13	0	4	3 / 0	0
Amphibien (RL 2009)	22	0	0	1 / 0	2
Fische (Süßwasser) (RL 2009)	103	10	8	10 / 0	14
Summe Wirbeltiere	522	37	50	27 / 14	44
Schnecken (ohne marine) (RL 2011)	334	14	54	2 / 0	34
Muscheln (ohne marine) (RL 2011)	39	1	7	2 / 0	6
Spinnen (RL 2016)	992	7	7	1 / 0	21
Bienen (RL 2011)	561	39	31	2 / 0	0
Laufkäfer (RL 2016)	582	25	42	10 / 1	1
Meeresalgen (RL 2013)	365	30	6	0 / 0	8
Meeresfische (RL 2013)	94	1	4	11 / 0	2

Tab.1: Bilanzen zu ausgestorbenen und bedrohten Arten in Deutschland. Quellen: Rote Listen (RL) und Bilanzierungen des BfN. Eine »Kompensation« der Verluste durch Einwanderer ist nicht zu erwarten, zumal ja z.B. bei den vielen Neophyten die seit der Wieder-Entdeckung Amerikas eingeführten Pflanzen zu Buche schlagen.

* Starker Rückgang = langfristiger Trend; Abnahme = kurzfristiger Trend

Besonders gefährdet sind die Amphibien; sie können im Gegensatz zu den Säugetieren und Vögeln ihre Körpertemperatur nicht selbst regulieren und sind somit abhängig von der Umgebungstemperatur. Ferner haben sie kein fettspeicherndes Gewebe unter ihrer permeablen Haut, und ihr Lebenszyklus besteht aus aquatischen und terrestrischen Phasen. Aufgrund dieser Eigenschaften reagieren Amphibien schnell auf Klimaveränderungen und gelten als die am stärksten bedrohten Wirbeltiere. Fast 33% der Amphibienarten (meist Froschlurche) sind nach *World Conservation Union* (IUCN) vom Aussterben bedroht. Es wird vermutet, dass seit 1980 über 120 Amphibienarten ausgestorben sind, wobei auch Infektionen eine große Rolle spielten (*Global Amphibian decline*) (STUART et al 2004). Nach BÖHME & RODDER (2014) gilt die in Costa Rica endemische Goldkröte (*Bufo perigrinus*) als die erste Art, die nachweislich infolge klimatischer Veränderungen ausgestorben ist. Geht man von den deutlichen Rückgängen der tropischen Amphibienpopulationen aus, so dürften viele an der Grenze ihrer Toleranz sein.

Global betrachtet ist die Anzahl der ausgestorbenen Arten bereits beträchtlich, aber regional immens. Allein in Deutsch-

land gelten zurzeit über 500 Pflanzen- und Tiergruppen [inkl. Algen, Flechten, Meerestieren und zahlreichen Insektengruppen] als ausgestorben oder verschollen (siehe *Tab. 1*). Hierzu gehören z.B. die Alpen-Weide (*Salix alpina*), der Bodensee-Steinbrech (*Saxifraga oppositifolia* ssp. *amphibia*) oder das Flachs-Leimkraut (*Silene linicola*) sowie Auerochse, Wisent, Braunbär, Langflügelfledermaus, Zwergsumpfhuhn, Schlangenadler, die Störe, der Rhein-Schnäpel u.v.a.) (s. auch »Klappentext« *Tafel 2*). Das größte Artensterben findet in den Tropen statt; mit fast unverminderter Geschwindigkeit werden vor allem Teile tropischer Regenwälder mit ihren einzigartigen Lebensgemeinschaften und immenser Artenfülle vernichtet, die noch weitgehend unbekannt sind (s. Kap. 3.17 - NIEKISCH). Die Anzahl der unberührten Ökosysteme, die die Erforschung der natürlichen Dynamik und Gesetzmäßigkeiten der Wechselwirkungen in einem Ökosystem noch erlauben, wird immer kleiner; sie müssen unbedingt geschützt werden. Nacht für Nacht brennen in den Tropen und Subtropen Tausende von Rodungs-Feuern, wie man auf Satellitenbildern erkennen kann. Riesige Flächen sind dort mit oft kurzlebigen Monokulturen bedeckt (*Abb. 1*). Wenige Jahre später werden viele Flächen unfruchtbar, werden aufgelassen und ein Sekundärwald geringer Produktivität breitet sich aus.

Weltweit gibt es Tausende von Arten, die unbekannt sind. Die Erfassung aller Arten durch einen Zensus ist angesichts der beschleunigten Erderwärmung und des Fehlens von Experten ein Wettlauf mit der Zeit. Mit dem Aussterben einer Art gehen Erbgut und spezifische Eigenschaften unwiederbringlich verloren. Die damit verbundene Information und Funktionalität kann dann im Ökosystem bei der Anpassung im Klimawandel fehlen.

Der Mensch hat große technische Fortschritte gemacht. Wie ein Ökosystem funktioniert, versteht er jedoch bis jetzt nur ansatzweise. Bis heute ist nicht bekannt, wie viele Arten auf der Erde existieren. Man schätzt die Zahl auf mindestens 8.7 Mio. ohne Bakterien und Archaeobakterien (s. Kap. 1.1 – GUTT & AULIYA). Andere Abschätzungen kommen auf viel größere Zahlen.

Die globale Erwärmung induziert bei vielen Pflanzen und Tieren Verschiebungen der Verbreitungsgebiete und Änderungen in der Phänologie. Diese Änderungen sind mit ökologischen Risiken behaftet. Die ökologische Nische einer Art umfasst neben dem Verhalten nicht nur die Temperatur, sondern alle Umweltbedingungen (z.B. Feuchtigkeit) und Res-



Abb. 1: Palmölanbau auf einer ehemaligen Regenwaldfläche in Costa Rica: Monokultur, Sammelfläche und Ölfabrik (Foto: S.-W. Breckle).



Abb. 2: Bestäubung: Eine wichtige Ökosystemleistung der Insekten für die Landwirtschaft (Foto Siegm.-W. Breckle).

sources (z.B. Nahrung), die für das Überleben notwendig sind. Das Aufsuchen der geeigneten mikroklimatischen Habitate ist durch zunehmende Fragmentierung durch Städte, Autobahnen und andere Infrastrukturen stark erschwert. Hinzu kommen z.B. auch die Habitatverluste und der Einsatz von Pestiziden.

Warum ist die Biodiversität für den Menschen so wichtig?

Die Reinhaltung der Luft, die Bereitstellung des Trinkwassers, die Fruchtbarkeit der Böden, die Bildung von Grundwasser, die Bestäubung vieler Nutzpflanzen (Abb. 2) etc. wird durch Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen geleistet, so dass das Leben des Menschen wesentlich von einer funktionierenden Biodiversität abhängt. Verluste von Teilen der Biodiversität bedeuten auch Verlust an Lebensqualität. Verschmutzen wir z.B. die Flüsse, verringert sich ihre Selbstreinigungskraft, dann breitet sich Fäulnisgeruch aus und die Landschaft verarmt. Werden Felder in Trockenregionen über längere Zeit falsch bewässert, akkumuliert Salz und der Boden wird unbrauchbar (Abb. 3). Werden die Wälder abgebrannt oder gerodet oder die natürliche Vegetation übernutzt, meist durch Überweidung, setzt Desertifikation ein



Abb. 3: Bodenversalzung als Folge einer nicht nachhaltigen Bewässerung in der Landwirtschaft in einer ariden Region am Beispiel des Yanqi-Beckens, China (Foto: Philip Brunner).



Abb. 4: Luftverschmutzung durch Staubstürme, Unwetter, aber vor allem durch Abgase in Asien (Foto: M. Leunig Ambrozio).

mit Bodenerosion und Produktivitätseinbußen. Desertifikation greift um sich: die »Wüste« vergrößert sich. Auch kann sich die Luftqualität durch Staubstürme, Unwetter, aber vor allem durch Abgase verschlechtern (Abb. 4).

Die Forschung befasst sich mit der Vielfalt der Funktionen von Ökosystemen und analysiert, wie Pflanzen, Mikroorganismen und Tiere in Wechselwirkung mit abiotischen Faktoren und anderen Organismen in genutzten und naturnahen Systemen miteinander kooperieren. Alle diese Funktionen der Biodiversität, die auch für den Menschen existenziell sind, werden Ökosystemleistungen genannt (oft auch Ökosystemdienstleistungen).

Eine wesentliche Ökosystemdienstleistung ist die Rolle der Biodiversität in der Landwirtschaft bei der Erzeugung von Lebensmitteln und Rohstoffen. Auch landwirtschaftlich genutzte Standorte mit ihren Böden sind ökologisch betrachtet komplexe Lebensräume, in denen Millionen von Bakterien, Pilzen, Regenwürmern, Insekten usw. unzählige Prozesse bewältigen und die Bodenfruchtbarkeit steigern. In kurzen Zeiträumen und unter wechselnden Umweltbedingungen stellen sie Nährstoffe für Pflanzen bereit und bauen Rest- und Schadstoffe ab. Hier finden zahlreiche symbiotische Prozesse zwischen Pflanzen und Mikroorganismen statt, die bis jetzt wenig erforscht sind. Auch in der Erforschung von mikrobiologischen Stoffwechselleistungen gibt es einen großen Bedarf.

Was wird zum Schutz der Biodiversität getan?

Nach den vielen Ereignissen in den 1980er Jahren, der Chemiekatastrophe in Bhopal (Indien) (1984), der Atomkatastrophe in Tschernobyl (1986), dem Brandunfall im Chemieunternehmen Sandoz am Rhein (1986), dem Robbensterben in der Nordsee (1988/89), dem Tanker-Unfall der Exxon Valdez in Alaska (1989) sowie dem Waldsterben und dem »Ozonloch« rückte auch das rasante von Menschen bedingte Artensterben in den Tropenwäldern in das Bewusstsein der Öffentlichkeit. Die globale Sensibilisierung gegenüber der Umweltzerstörung war so stark, dass ein Abkommen zum Erhalt der Biodiversität bereits im November 1988 erarbeitet werden konnte. Das Abkommen konnte seit der Rio-Konferenz 1992 unterzeichnet werden. Es trat als erstes internationales Biodiversitätsabkommen (UN-Convention on Biological Diversity, CBD) am 29. Dezember

1993 in Kraft. Seitdem sind zahlreiche politische Regelungen und Projekte initiiert worden, welche die besondere gesellschaftliche Bedeutung der Biodiversität betonen.

Im Mai 2011 verabschiedete die Europäische Union eine neue Strategie mit dem Ziel, den Verlust der biologischen Vielfalt in der EU zu stoppen, Ökosysteme nach Möglichkeit wiederherzustellen und die Bemühungen um die Eindämmung des globalen Verlustes der Artenvielfalt zu intensivieren. Die Strategie steht im Einklang mit den beschlossenen Verpflichtungen auf der 10. Vertragsstaatenkonferenz in Nagoya, Japan (2010). Im September 2015 wurde die EU-Biodiversitätsstrategie bis 2020 verabschiedet, die sechs Ziele verfolgt. Sie konzentrieren sich auf folgende Aspekte:

- vollständige Umsetzung des EU-Naturschutzrechts;
- besseren Schutz und Wiederherstellung von Ökosystemen und Ökosystemleistungen sowie verstärkten Einsatz von »grünen Infrastrukturen«,
- nachhaltigere Land- und Forstwirtschaft,
- bessere Bewirtschaftung der EU-Fischbestände und nachhaltigere Fischerei,
- strengere Überwachung invasiver gebietsfremder Arten,
- Erhöhung des Beitrags der EU zur Vermeidung des globalen Biodiversitätsverlustes.

Darüber hinaus hat die EU mit »NATURA 2000« ein umfassendes System des Naturschutzes entwickelt:

- Natura 2000 umfasst ein zusammenhängendes europäisches Netz von Schutzgebieten nach den Maßgaben der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-Richtlinie). Ziel ist der Schutz gefährdeter wildlebender heimischer Pflanzen- und Tierarten und ihrer Lebensräume (inkl. Schutzgebietsnetz gemäß der Vogelschutzrichtlinie). Bis 2013 umfasste das Natura-2000-Netzwerk über 18% der Landfläche und mehr als 7% der Meeresfläche der EU.

Es gibt weltweit weitere Organisationen, die sich für den Schutz der Biodiversität einsetzen. Zwei davon sind:

- Die IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) ist eine Nichtregierungsorganisation mit Sitz in Gland/Schweiz. Sie setzt sich für eine nachhaltige und schonende Nutzung der Ressourcen ein und erstellt unter anderem Rote Listen gefährdeter Arten und kategorisiert Schutzgebiete mittels der Weltkommission für Schutzgebiete (*World Commission on Protected Areas*).
- CITES = Übereinkommen über den internationalen Handel mit gefährdeten Arten freilebender Tiere und Pflanzen (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Die Erstunterzeichnung der Konvention war 1973 in Washington D.C. – daher auch Washingtoner Artenschutzübereinkommen (WA) genannt. Das Sekretariat von CITES hat seinen Sitz in Genf (c/o UNEP, das Umweltprogramm der Vereinten Nationen).

Schlussbetrachtung

Biodiversität ist das größte Natur- und Kulturgut; sie muss als unentbehrlicher Wert für die Menschheit begriffen werden. Dazu ist aber in jedem Lande auch die entsprechende Bildung und Bewusstmachung eine wichtige Voraussetzung.

Wie in dieser Einführung und anderen Beiträgen des Buches dargestellt, ist die Biodiversität nicht nur durch die Erderwärmung und Veränderungen der Boden- und Luftfeuchtigkeit sowie der Meerwasserbeschaffenheit gefährdet, sondern auch durch andere Einflüsse wie:

- Habitatszerstörung und -fragmentierung durch die Städte (Urbanisierung), Strassenbau und andere Infrastrukturen sowie Baumassnahmen an den Gewässern (Stauhaltung, Begradigung, Vertiefung und Uferverbau),
- Ausweitung der Landwirtschaft, Überdüngung und Einsatz von Herbiziden und anderen Pestiziden,
- Vernichtung von Wäldern, insbesondere der tropischen Regenwälder,
- Invasion gebietsfremder Arten
- Krankheiten.

Da diese Faktoren oft zusammenwirken, können sich die negativen Effekte verstärken. Der Klimawandel ist voll im Gange. Die Auswirkung des Klimawandels auf die Biodiversität ist allerdings ein langfristiger Prozess, der sich über Jahrzehnte hinziehen wird. Die Organismen reagieren sehr spezifisch und oft in nicht erwarteter Weise.

Literatur

- BÖHME, W. & D. RODDER (2014): Amphibien und Reptilien: Verbreitung- und Verhaltensänderungen aufgrund der Erderwärmung. In: LOZÁN, J. L., H. GRASSL, G. JENDRITZKY, L. KARBE & K. REISE - Warnsignal Klima: Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen. Wissenschaftl. Auswertungen, Hamburg. 77-81.
- MOSBRUGGER, V., G. BRASSEUR, M. SCHÄLLER & B. STRIBURNY (Hrsg.) (2014): Klimawandel und Biodiversität. Folgen für Deutschland. WBG, Darmstadt. 432 S.
- NOTZ, D. (2015): Das aktuelle Abschmelzen des arktischen Meereises. In: LOZÁN, J. L., H. GRASSL, D. KASANG, D. NOTZ & H. ESCHER-VETTER - Warnsignal Klima: Das Eis der Erde. Wissenschaftl. Auswertungen, Hamburg. 200-204.
- STUART, S., J. S. CHANSON, N.A. COX, B. E. YOUNG et al. (2004): Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783-1786.
- WERNER, I. (2014): Das Meereis als Lebensraum. In: LOZÁN, J. L., H. GRASSL, D. PIEPENBURG & D. NOTZ - Warnsignal Klima: Die Polarregionen. Wissenschaftl. Auswertungen, Hamburg. 140-144.

Kontakt:

Dr. José L. Lozán
Universität Hamburg
lozan@uni-hamburg.de

Prof. Dr. Siegm.-W. Breckle
Ökologie Bielefeld
sbreckle@gmx.de

Dr. Eike Rachor
Finkenweg 27 - 27612 Loxstedt
rachbex@arcor.de

Lozán, J. L., S.-W. Breckle & E. Rachor (2016): Die Biodiversität: Eine Einführung. In: Lozán, J. L., S.-W. Breckle, R. Müller & E. Rachor (Hrsg.). Warnsignal Klima: Die Biodiversität. pp. 13-16. Online: www.klima-warnsignale.uni-hamburg.de. doi:10.2312/warnsignal.klima.die-biodiversitate.02.