



VIELEFALT ZÄHLT!

Eine Expedition
durch die Biodiversität

Impressum

Veranstalter:

Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V.

Geschäftsstelle:

Kennedyallee 40, 53175 Bonn

Telefon: +49 228/885-1

Telefax: +49 228/885-27 77

E-Mail: postmaster@dfg.de

www.dfg.de

Ausstellungsteam DFG:

Prof. em. Dr. Dr. h.c. Erwin Beck (Vorsitz)

Dr. Roswitha Schönwitz

Dr. Jutta Rateike

Tim Wübben

Gaby Rerig

Projektkoordination:

Dr. Sabine Mahr

Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung

Senckenberganlage 25, 60325 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69/7542 1221

E-Mail: sabine.mahr@senckenberg.de

Realisierung:

Kunstraum GfK mbH, Hamburg

Redaktion:

Prof. em. Dr. Dr. h.c. Erwin Beck

Claudia Weidt, Kunstraum GfK mbH

Sonja Voigt, Kunstraum GfK mbH

Alle Rechte vorbehalten.

Gestaltung:

Eva Börger, Kunstraum GfK mbH

Key Visual:

Tim Wübben, DFG

2. Auflage, September 2015

Mit freundlicher Unterstützung durch den

Stiftenverband für die Deutsche

Wissenschaft

www.stiftenverband.de

Inhalt

Geleitwort von Prof. Dr. Peter Strohschneider und Dorothee Dzwonnek, Präsident und Generalsekretärin der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Vorwort von Prof. em. Dr. Dr. h.c. Erwin Beck, Vorsitzender des Ausstellungsbeirates

Gang durch die Ausstellung

Biodiversität - Lebensgrundlage und Faszination

Wiese ist nicht gleich Wiese

Der Wald - die grüne „Lunge“ der Erde

Ohne Ozean kein Leben

Geleitwort

Neuesten Schätzungen zufolge leben heute auf der Erde etwa zehn Millionen verschiedene Arten, vielleicht sogar noch mehr – eine faszinierende und lebendige Vielfalt von Pflanzen, Tieren, Pilzen und Mikroorganismen, die in Ökosystemen miteinander interagieren und uns so die Güter bereitstellen, die wir für unser Leben benötigen: Saubere Luft, klares Wasser, ertragreicher Boden, natürliche Nahrungs- und Arzneimittel und vieles mehr.

Unter welchen Voraussetzungen aber konnte diese erstaunliche biologische Vielfalt entstehen? In welchen Wechselwirkungen stehen die verschiedenen Organismen zueinander? Und welche Folgen haben der Klimawandel, der steigende Ressourcenbedarf unserer Gesellschaften und das weltweite Bevölkerungswachstum für das ökologische Gleichgewicht unserer Welt?

Mit diesen und vielen weiteren Fragen befasst sich die Biodiversitätsforschung – oft mit finanzieller Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft. Forscherinnen und Forscher erweitern unser Verständnis dafür, wie belastbar und anpassungsfähig Ökosysteme sind, machen Bedeutung und Funktion biologischer Vielfalt in allen ihren Dimensionen deutlich und schärfen unser Bewusstsein für die gesellschaftlichen und ökologischen Risiken, die sich mit dem seit einigen Jahrzehnten beobachtbaren Rückgang an Biodiversität verbinden.

Dabei zeigt sich immer öfter: Die enorme Komplexität der Forschungsfragen erfordert nicht nur die intensive interdisziplinäre Zusammenarbeit der Erdwissenschaften, Lebenswissenschaften und Gesellschaftswissenschaften, sondern zunehmend auch internationale Kooperationen. Viele von der DFG geförderte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler forschen deshalb in weltweiten Zusammenhängen, von Ecuador über Tansania bis nach China und Indonesien.

Diese Wanderausstellung stellt wesentliche Fragestellungen und Erkenntnisse aus DFG-geförderten Forschungsvorhaben vor – und doch geht es zugleich um mehr: Die interaktive und multimediale Präsentation lädt ihre Besucherinnen und Besucher dazu ein, das Wirken der Natur neu zu entdecken, und zeigt, warum die biologische Vielfalt unserer Natur unbedingt schützenswert ist. Dabei hebt die Ausstellung vor allem eines deutlich hervor: Leben kann es stets nur im Zusammenspiel der Organismen geben – und deshalb gilt: „Vielfalt zählt!“

Unser Dank gilt an dieser Stelle all jenen, die zur Vorbereitung und zum guten Gelingen dieser Ausstellung beigetragen haben: Den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, die Wissen, Erfahrung und vielfältiges Anschauungsmaterial beigesteuert haben, der DFG-Senatskommission für Biodiversitätsforschung, die Konzeption und Entwicklung der Ausstellung inhaltlich begleitet hat, und nicht zuletzt auch dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, der sie großzügig unterstützt.

Wir wünschen einen erkenntnisreichen Ausstellungsbesuch und eine anregende Lektüre!

Prof. Dr. Peter Strohschneider und
Dorothee Dzwonnek, Präsident und Generalsekretärin
der Deutschen Forschungsgemeinschaft



Dorothee Dzwonnek, Prof. Dr. Peter Strohschneider

Was ist die DFG?

DFG Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist die größte Förderorganisation für Forschung an Universitäten in Deutschland.

Mit ihrem breiten Programmangebot unterstützt sie jährlich rund 30.000 Projekte in allen Wissenschaftsgebieten.

Ihre besondere Aufmerksamkeit gilt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Vorwort

Die Menschheit wächst, ihr Wohlstand steigt und sie reklamiert einen immer größeren Teil unseres Planeten für sich. Diese Feststellung gilt ganz allgemein und global – unabhängig vom politischen Geschehen und von der ungleichen Verteilung der Güter auf der Erde. Im Jahre 2005 veröffentlichte ein Arbeitskreis von mehr als 1200 Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen als gemeinsames Werk das „Millennium Ecosystem Assessment“, in dem er den aktuellen Zustand der Erde aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Sicht bewertet und Zukunftsszenarien entwickelt hat. In diesem Werk betrachten die Experten – aus einem menschlichen Verständnis der Natur heraus – die Ökosysteme als Dienstleister sowohl für den Selbsterhalt als auch für das Wohlergehen der Menschen. Sie stellen verschiedene Ökosystemdienste dar, die wir für unsere Zwecke mehr oder weniger selbstverständlich nutzen. Und sie zeigen, dass die Mehrzahl dieser Dienste in Gemeinschaftsleistungen vieler miteinander in Konsortien kooperierender Organismenarten erbracht wird. So sind zum Beispiel an der sogenannten Selbstreinigung unserer Gewässer nicht nur vielerlei Mikroben-Arten, sondern auch Insekten und deren Larven, Würmer, Klein-

krebse, Fische sowie schließlich auch Algen und Großgewächse beteiligt, darunter Schilf und andere schwimmende oder das Ufer säumende Blütenpflanzen. Saubere Gewässer sind also ein Produkt der Organismen in unserem Lebensraum. Ihre Vielfalt und ihr wechselseitiges Zusammenwirken in Nahrungsketten und -netzen sind mithin entscheidend für den Zustand und die Zukunft aller Lebensräume auf der Erde, für das Klimasystem und für die Nutzung der Natur durch den Menschen.

Bedenklich ist, dass die menschliche Nutzung in vielen Ökosystemen der Erde die Kräfte der Natur zum Selbsterhalt überfordert, so dass sich die Lebensräume sowohl in der Vielfalt der Organismen als auch in deren Zusammenwirken und damit ihren Leistungen grundlegend verändern. Wald wird in Agrarflächen umgewandelt, Ölbauplantagen verdrängen tropischen Regenwald und immer



mehr Erdboden wird großflächig versiegelt. Was unter den Begriff „Änderung der Landnutzung“ fällt, entzieht vielen Organismen die für ihr Leben notwendigen Bedingungen und überfordert ihre Fähigkeit, sich an unterschiedliche Bedingungen anzupassen und sich gegen Konkurrenten durchzusetzen. Hinzu kommen Effekte des sich ändernden globalen und regionalen Klimas. Arten verschwinden, da sie der Konkurrenz eingeschleppter Neuankömmlinge nicht gewachsen sind oder weil ihnen schlicht der Lebensraum entzogen wird. Da artenreiche Ökosysteme gegenüber Belastungen, im Allgemeinen also Nutzung durch den Menschen, widerstandsfähiger sind als artenarme, vermindert ein Rückgang der Vielfalt die Stabilität und damit die Belastbarkeit. Werden die jeweiligen Belastungsgrenzen überschritten, so kommt es zum „Ümkippen“ eines Ökosystems in ein anderes, meist weniger leistungsfähiges mit anderen Spielern und Funktionen.

Die Ausstellung zeigt, dass „Biodiversität“ viel mehr umfasst, als die Schönheit der Natur, ihren Formen- und Farbenreichtum auf dem Land und im Meer. Der Begriff ist eine Übersetzung des englischen „biological diversity“ – kurz „biodiversity“ – und bezeichnet die biologische Vielfalt in der Definition der Konvention zur Biologischen Vielfalt der Vereinten Nationen, der sogenannten Rio-Konvention. Natürlich denkt man zuerst an die Vielfalt von Pflanzen-, Tier-, Pilz- und Mikroben-Arten in Lebensräumen wie Wiese, Wald, Acker, Gewässer und Meer. Aber die Konvention zur biologischen Vielfalt versteht darunter doch noch mehr: Die Vielfalt der Gene, die Vielfalt der Wechselwirkungen zwischen den Organismen in einem Lebensraum und die Vielfalt der Lebensräume selbst. Diese Vielfalt stellt auch ein schier unendliches und für uns Menschen enorm wichtiges Forschungsfeld dar, denn die stetig wachsende Weltbevölkerung – bis zur Jahr-

hundertmitte nahezu zehn Milliarden Menschen – bilden eine Schicksalsgemeinschaft mit dem Planeten Erde. Ohne wissenschaftliche Unterstützung wird diese Schicksalsgemeinschaft auf Dauer nicht bestehen können.

Die Forschung hat auf dem Spielfeld der biologischen Vielfalt viele Dimensionen. Zum einen schaut sie auf die Spieler und ihre Funktionen im Ökosystem. Das Eichenschaubild



Prof. em. Dr. Dr. h.c. Erwin Beck

Vorwort

am Anfang der Ausstellung zeigt ein Netzwerk von Organismen und ihren funktionellen Beziehungen. Dieses Netzwerk ist gut ausbalanciert und garantiert seinen Komponenten ihre Existenz, solange sich die Bedingungen nicht dramatisch ändern. Und damit kommt eine weit schwierigere Dimension der Biodiversitätsforschung ins Spiel: die Frage nach dem „Wieviel“? Mit Blick auf den Selbsthalt des Ökosystems Eichenwald heißt das unter anderem: Wie viel Schwarz- und Rotwild verträgt ein Eichenwald, damit noch genügend Eicheln und Jungpflanzen für seine Verjüngung übrig bleiben? Wie viele Eichelhäher braucht der Wald, um die Eicheln an für die Keimung günstigen Stellen zu vergraben? Und wie kann die Eiche die Infektion durch die Mykorrhizapilze in Grenzen halten, die für ein gedeihliches Miteinander nötig sind?

Für uns Menschen im 21. Jahrhundert hat die Frage des „wieviel“ aber noch eine weitere Bedeutung, nämlich den monetären Wert einer Sache, in unserem Fall der Natur. Intuitiv ist uns klar, dass es schwierig, in vielen Fällen auch unmöglich ist, die Dienste der Natur in Dollar oder Euro zu bewerten. Wertvorstellungen sind subjektiv, nicht nur wenn es um die Schönheit in der Natur geht. Die Aus-

stellung versucht, an bestimmten Beispielen auch dieser Frage nachzugehen und Daten und Zahlen zu präsentieren. Lassen Sie sich davon beeindrucken!

Das Projekt „Vielfalt zählt: Eine Expedition in die Biodiversität“ hat es sich zur Aufgabe gemacht, vorhandenes Wissen über die biologische Vielfalt einem breiten Publikum zugänglich zu machen, die Bedeutung und den Wert der Biodiversität aufzuzeigen. Und es möchte Sie, die Besucherinnen und Besucher der Ausstellung dazu anzuregen, sich



© Oliver Nowak, Dreamstime.com

Tropische Bergregenwälder gehören mit ihrem enormen Artenreichtum zu den Biodiversitäts-Hotspots der Erde.

intensiver mit diesem Thema zu beschäftigen und in Ihrem eigenen Leben und Einflussbereich nicht nur ökonomisch, sondern auch ökologisch zu denken und zu handeln.

Die Ausstellung lädt sie zudem ein, selbst mit der Forscherkarte zum Entdecker zu werden und so Ihre Beziehung zur Natur und Ihre Freude an der biologischen Vielfalt zu vertiefen.

Zum Schluss geht ein herzlicher Dank an alle, die zum Gelingen dieser Ausstellung beigetragen haben: Der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Anregung zu dieser Ausstellung und für die finanzielle Förderung zusammen mit dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft; der DFG-Senatskommission für Biodiversitätsforschung für das Konzept und die wissenschaftliche Begleitung der Umsetzung; den Ratgebern und Ratgeberinnen aus der DFG-Geschäftsstelle, der Wissenschaft und den Museen; ganz besonders auch der Koordinatorin der Ausstellung, Frau Dr. Sabine Mahr für ihr großes und unermüdliches Engagement. Viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den von der DFG geförderten Projekten der Biodiversitätsforschung, aber auch Expertinnen und Experten aus der Praxis haben bereitwillig mit ihrem Wissen und Anschauungsmaterial dazu beigetragen, dass die Ausstellung ein eindrucksvolles Bild der Vielfalt des Lebens zeigen kann. Dafür herzlichen Dank! Und schließlich gilt der Dank auch der Agentur Kunstraum, die das Projekt mit einem engagierten und kompetenten Team umgesetzt hat.

Erwin Beck
Vorsitzender des Ausstellungsbeirats



© Dr. Florian Rodner, Department für Botanik und Biodiversitätsforschung, Universität Wien

Mit fast 1 Million beschriebener Arten stellen Insekten die größte Gruppe auf der Erde. Man vermutet, dass es noch ungefähr 4 Millionen weitere Insektenarten gibt, die bislang noch unbekannt sind.

Gang durch die Ausstellung

Biodiversität ist von elementarer Bedeutung für den Zustand und die Zukunft unserer Erde – und damit eine wichtige Lebensgrundlage für den Menschen. Die Ausstellung „VIELFALT ZÄHLT! Eine Expedition durch die Biodiversität“ führt an zehn Stationen in die Biodiversität und die Biodiversitätsforschung ein. Über 50 interaktive Exponate und Medieninstallationen laden zum Beobachten, Mitmachen, Mithören und Miterleben ein. Und man kann selbst zum Forscher werden: In der Ausstellung wird man mit der Forscherkarte zum Entdecker und kann die Themen und Inhalte eigenständig erkunden. In der freien Natur kann man mit der eigens für die Ausstellung entwickelten App „VIELFALT ZÄHLT!“ auf Artensuche in Deutschland gehen und dabei Punkte sammeln. So lässt sich Biodiversität unmittelbar im eigenen Umfeld nachvollziehen.



© Barbara Frommann

BIODIVERSITÄT UND BIODIVERSITÄTSFORSCHUNG

Die Biodiversitätsforschung untersucht unter anderem die biologische Vielfalt, ihre Verteilung auf der Erde sowie die Funktionen der verschiedenen Organismen in ihrem Lebensraum (Ökosystem) und nutzt dazu verschiedene Methoden von der Geruchsanalyse bis zur Molekulargenetik.



© Maïke Nieohs, GEOMAR

DAS SYSTEM DER ARTEN

Die Voronoi-Darstellung erlaubt es, für einzelne, in der Ausstellung aus einer Palette wählbare Arten die Verwandtschaftsverhältnisse und den gesamten Stammbaum darzustellen.



© DFG/J. Schumacher

WIESE IST NICHT GLEICH WIESE

Wiesen wirken eher unspektakulär, doch der Eindruck trügt: Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Wiesentypen, darunter einige, in denen selten gewordene Tiere und Pflanzen leben. Die Ausstellung zeigt dazu auch verschiedene Effekte der biologischen Vielfalt in einer Graslandvegetation.



© Ulf Pommer

PFLANZLICHE BIOMASSENPRODUKTION

Land- und Wasserpflanzen binden riesige Mengen an Kohlenstoff in Form von Biomasse und bilden damit die Grundlage von Nahrungsnetzen. Die Produktivität ist von Lebensraum zu Lebensraum sehr unterschiedlich und wird in der Ausstellung an Hand von Gewichten verdeutlicht.



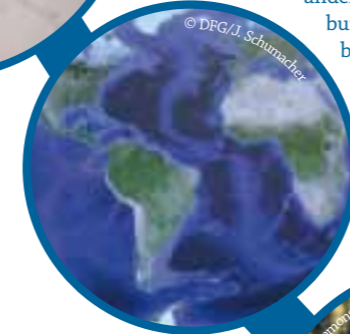
© DFG/J. Schumacher

DER WALD – GRÜNE LUNGE DER ERDE

Wälder sind Lebensraum und Lebensgrundlage zugleich und gehören zu den artenreichsten Ökosystemen der Erde. Neben den Ozeanen sind sie die wichtigsten Sauerstofflieferanten und CO₂-Fixierer der Erde. In der Ausstellung wird ein europäischer Mischwald mit einem besonders artenreichen tropischen Bergregenwald verglichen.



© Jhanko, Wikimedia Commons, (CC BY-SA 3.0)



© DFG/J. Schumacher

ALLES IST VERBUNDEN

Ökosysteme existieren nicht isoliert voneinander, sondern sind miteinander verbunden. Die Ozeane beispielsweise bilden durch die Meeresströmungen ein riesiges, über Transportprozesse zusammenhängendes Ökosystem. Dies wird am Beispiel von Plastikmüll und Mikroplastik gezeigt.

VIELFALT SELBER PFLANZEN

Die Biodiversität im eigenen Garten lässt sich durch die Kombination verschiedener Gartenelemente selbst bestimmen. Dies kann an einem Modell getestet werden.



© DFG/J. Schumacher

SELFIE-BOX

Auch der Mensch ist Teil der biologischen Vielfalt auf der Erde. Die Selfie-Box hält das bildlich fest: Vor einem Green Screen kann man sich in interessanten Szenarien und Lebensräumen fotografieren lassen.



© Barbara Frommann

WUNDERKAMMER DES LEBENS

Lebensräume gestalten Biodiversität und umgekehrt; so birgt die Erde eine große Vielfalt an faszinierenden Lebensräumen - zu Land und zu Wasser. In der Wunderkammer des Lebens kann sich der Besucher in einige dieser Lebensräume optisch und akustisch einwählen und sie als Gesamtheit auf sich wirken lassen.



© Prof. em. Dr. Michael Richter

OHNE OZEANE KEIN LEBEN

Die Ozeane sind der größte Lebensraum der Erde, aber aufgrund ihrer riesigen Dimensionen erst relativ wenig erforscht. Vor allem die Tiefsee birgt noch viele Geheimnisse. Die durch den atmosphärischen Anstieg von Kohlendioxid ausgelöste „Ozeanversauerung“ betrifft nicht nur Meeresorganismen, sondern auch das globale Klimageschehen. Darauf wird in der Ausstellung besonders hingewiesen.



© Roby Hudson, Wikimedia Commons, (CC BY-SA 3.0)

Biodiversität – Faszination und Lebensgrundlage

Wir Menschen teilen unsere Welt mit einer weitgehend noch unbekanntem Vielfalt anderer Organismen und wir gestalten diese Welt in einem bisher noch nie da gewesenen Maße um: Auf zwei Dritteln der Landoberfläche hat der Mensch die Vegetation für seine Zwecke verändert. Dabei kann es nicht ausbleiben, dass vielen unserer Mitbewohner der Erde die Lebensgrundlage und der Lebensraum entzogen wird.



© Cdlmg, Wikimedia Commons, (CC BY-SA 3.0)

Das Wattenmeer ist einer der größten natürlichen Lebensräume im Westen Europas. Entsprechend groß ist die Artenvielfalt.



Funktionelle Biodiversitätsforschung untersucht die Kooperationen und Abhängigkeiten in Lebensgemeinschaften.

Biodiversitätsforschung untersucht, wie Ökosysteme funktionieren

Obwohl Biologen schon lange Arten erfassen und Lebensräume erforschen, ist die Biodiversitätsforschung ein junger Wissenschaftszweig. Neu daran ist, dass viele verschiedene Ansätze und Methoden zusammengeführt werden. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen ganz unterschiedlicher Disziplinen arbeiten gemeinsam daran, die Vielfalt der Organismen in ihrem Lebensraum, ihr Zusammenwirken und ihre Bedeutung für das Ökosystem und für die Menschen zu erfassen.

Ein Ökosystem ist hochkomplex. Abhängigkeiten und Wechselwirkungen zwischen den Arten sind oft noch nicht verstanden. Stirbt eine Art aus oder verlagert ihren Verbreitungsschwerpunkt, kann das gesamte System aus dem Gleichgewicht geraten und zusammenbrechen. Dies ist besonders bei artenarmen Ökosystemen zu erwarten. Möglicherweise ist die Auswirkung auf das System aber auch nur gering, weil andere Arten die Funktionen übernehmen können. Artenreiche Ökosysteme sind also stabiler..

Funktionelle Biodiversitätsforschung untersucht die Kooperationen und Abhängigkeit von Lebensgemeinschaften, die Prozesse, die im Ökosystem ablaufen, sowie den Einfluss äußerer Bedingungen auf die Vielfalt der beteiligten Organismen und der durch sie erbrachten Leistungen.

So sollen Grenzen ("tipping points") definiert werden, bis zu denen der Mensch die Erde und ihre Ökosystemdienstleistungen beanspruchen kann. Dazu gehört auch, dass ein ökonomischer, sozialer und ideeller Wert dieser Ökosystemdienste ermittelt wird. Insofern berührt die Biodiversitätsforschung auch gesellschaftswissenschaftliche Fragen. Die DFG misst diesem Forschungsfeld große Bedeutung bei.

Der Mensch hat sich die Erde in einem Maße unterworfen, dass sich die Natur, bzw. die Ökosysteme in weiten Teilen nicht mehr selbst erhalten können. Die meisten der in der Natur ablaufenden Prozesse werden von komplexen Organismengruppen bewerkstelligt, deren Zusammenwirken noch nicht sehr lange, aber besonders in Deutschland studiert wird. Dezimierung der Vielfalt der Organismen schwächt diese Prozesse und mindert dadurch die Leistungen der Natur für sich und für uns Menschen. Mit dem Verständnis für die Bedeutung der biologischen Vielfalt im Zusam-



© Bortucaeddie, Wikimedia Commons, (CC BY-SA 3.0)

Mangroven sind Überlebenskünstler zwischen Land und Meer. Ihre Wälder schützen die Ufer und bieten einen Lebensraum für zahlreiche Tiere und Pflanzen.



© Pbsouthwood auf wikipedia, Wikimedia Commons, (CC BY-SA 3.0)

In den gemäßigten und subarktischen Regionen breiten sich in der Gezeitenzone meterhohe Braunalgenarten in **dschungelartigen Kelp-Wäldern** aus. Sie bieten vielen Meeresorganismen Nahrung und Lebensraum. Vor allem kleine Fische und Wirbellose nutzen sie als Versteck oder „Kinderstube“.



Biodiversität – Faszination und Lebensgrundlage



Freiluft-Labore ermöglichen großskalige, langfristige und umfassende Biodiversitätsforschung

Die Ausstellung präsentiert zahlreiche Erkenntnisse, die in vier großen, von der DFG geförderten Forschungsverbänden erarbeitet wurden und werden.

Das sogenannte **Jena-Experiment** untersucht die Rolle der biologischen Vielfalt in einem sozusagen synthetischen Grasland.

In den **Biodiversitäts-Exploratorien** arbeiten mehr als 30 Forschungseinrichtungen zusammen. In einer Langzeitstudie wird Biodiversitäts- und Ökosystemforschung in drei Untersuchungsgebieten in Deutschland betrieben: das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin nördlich von Berlin, der Nationalpark Hainich-Dün, zugleich Weltnaturerbe im Westen Thüringens und die Schwäbische Alb in Baden-Württemberg. Jedes der drei Areale umfasst 100 Untersuchungsflächen, zur Hälfte Wald und Grünland mit unterschiedlicher Landnutzungsintensität.

Die **Forschungsstation San Francisco** im ecuadorianischen Bergregenwald macht dieses Ökosystem seit 17 Jahren der Forschung zugänglich. Das bis dahin weitgehend unerforschte Gebiet erwies sich im Laufe der Arbeiten als Biodiversitäts-Hotspot.

Das **GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel** ist eine der führenden Einrichtungen auf dem Gebiet der Meeresforschung der Welt. Es untersucht chemische, physikalische, biologische und geologische Prozesse im Ozean und ihre Wechselwirkung mit dem Meeresboden und der Atmosphäre.

menhang mit Ökosystemleistungen wächst auch die Bereitschaft, Natur zu schützen. Dazu soll die DFG-Ausstellung „Vielfalt zählt! Eine Expedition durch die Biodiversität“ motivieren und beitragen.

Die Vielfältigkeit des Lebens auf der Erde ist immens – tatsächlich existieren über die Anzahl der Organismenarten lediglich Schätzungen, nur ein kleiner Teil ist beschrieben. Der Mensch, eine Art unter Millionen anderer Arten, bedroht diese stärker als alle Naturkatastrophen im Laufe der Erdgeschichte: Die Folgen nicht nachhaltiger Landnutzung, aber auch des Klimawandels sind zwar schwer zu prognostizieren, aber mit Sicherheit keineswegs positiv für das Leben auf unserem Planeten.

Die Biodiversitätsforschung, eine junge Disziplin, setzt hier an, um Einblick in die komplexen Strukturen und Abhängigkeiten in den Ökosystemen zu erhalten, um mögliche Konsequenzen des globalen Wandels möglichst frühzeitig zu erkennen und Wege zu finden wie das Artensterben und der Verlust an Ökosystemleistungen eingedämmt werden kann. Damit gehört die Biodiversitätsforschung zu den wichtigsten Forschungsfeldern für die Zukunft.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt diese Forschung in zahlreichen kleineren und größeren Projekten. Mit ihrer Wanderausstellung **„VIELFALT ZÄHLT! Eine Expedition durch die Biodiversität“** macht sie die Erkenntnisse dieser Forschung auch für die Öffentlichkeit erlebbar und verständlich. Die Ausstellung vermittelt multimedial, interaktiv und multisensorisch, sowohl was Biodiversität im weiteren Sinne bedeutet, als auch, warum sie für uns Menschen so wichtig ist.

Bei den meisten Zeitgenossen besteht nur ein oberflächliches Wissen über die verschiedenen Aspekte der biologischen Vielfalt. Daher ist es wichtig, in der Ausstellung zunächst in das Thema Biodiversität einzuführen. So präsentiert der erste Block nicht nur grundlegende Erkennt-

nisse über die biologische Vielfalt, ihre Verteilung auf der Erde, und die Rolle der Organismen im ökosystemaren Geschehen, sondern stellt auch wichtige Methoden von der Geruchsanalyse bis zur Molekulargenetik vor, mit denen die Forschung heute vorangetrieben wird.

Im Kernteil der Ausstellung werden, stellvertretend für die Vielfalt der Ökosysteme drei Lebensräume beleuchtet, in denen die Deutsche Forschungsgemeinschaft größere wissenschaftliche Projekte fördert:



Bergwälder erbringen zusätzlich zu den ökologischen Funktionen eines Waldes wichtige Schutzleistungen, zum Beispiel vor Lawinen, Steinschlag, Muren und Erosion.



Streuobstwiesen sind eine traditionelle Form des Obstanbaus. Die alten Kulturlflächen beherbergen eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt.



Biodiversität – Faszination und Lebensgrundlage

- Eine Wiese in Deutschland repräsentiert Artenvielfalt in bekannter Umgebung und auf begrenztem Raum,
- ein Vergleich des einheimischen Waldes mit einem tropischen Bergregenwald in Südecuador, der zugleich in die Thematik der Biodiversitäts-Hotspots und der Bedeutung des Artenreichtums für die Stabilität der Ökosysteme einführt und
- die Biodiversität der Ozeane. Am Beispiel des Nordatlantik wird gezeigt, wie artenreich das Leben in den Ozeanen ist und wie der Klimawandel das Geschehen im Ozean beeinflusst, vom dem wir angesichts der Dimensionen des Ökosystems und der schwierigen Zugänglichkeit - vor allem der Tiefsee - erst relativ wenig in Erfahrung gebracht haben.

Jeder dieser Lebensräume ist einzigartig und faszinierend. Auf einer Wiese mit vielen Kräutern und Gräsern finden zahlreiche andere Organismen – Tiere, Pilze und Mikroben – eine Heimat. Welche Arten auf einer Wiese leben, wie sie miteinander interagieren, ist in der Ausstellung zu erfahren. Dabei können die Besucher und Besucherinnen auch Vielfalt selber pflanzen: Indem sie virtuell einen eigenen Garten anlegen können sie erfahren, wie vielen Tierarten sie damit einen Lebensraum bieten.



Verträgliche Wechselwirkungen: Epiphyten oder Aufsitzerpflanzen siedeln auf Stämmen, Ästen und Blättern von Trägerpflanzen, ohne ihnen Nährstoffe oder Wasser zu entziehen. Sie gelangen auf diese Weise in ein besseres Lichtklima.

Tropische Bergregenwälder gehören zu den artenreichsten Ökosystemen der Erde. Laufend werden neue Arten entdeckt: Bäume, Lianen, Aufsitzerpflanzen, sogenannte Epiphyten, Pilze, Säugetiere, Amphibien, Reptilien und vor allem Insekten – eine unfassbar mannigfaltige Fauna und Flora tut sich auf. Dieser Artenreichtum hat eine wichtige Konsequenz: Eine große Stabilität des Ökosystems.

Dass Ökosysteme im Grunde nicht isoliert voneinander existieren, sondern miteinander verbunden sind, wird im Lebensraum Ozean aufgezeigt: Die großen Meeresströmungen verteilen rund um den Globus nicht nur unterschiedlich temperiertes Wasser und beeinflussen dadurch das Klima auf der Erde, sondern sie bringen auch Nährstoffe aus kalten Regionen in die tropischen Gewässer, wo sich eine ungemein reiche biologische Vielfalt entwickelt - und sie transportieren Müll, zum Beispiel das Mikroplastik. In einer eigenen Station der Ausstellung können die Besucher und Besucherinnen untersuchen, welchen Weg verschiedener Plastikmüll rund um den Globus nimmt und wo er sich ansammelt. Ironischerweise kehrt das Mikroplastik über die marinen Nahrungsketten in den Meeresfrüchten wieder zu uns Menschen zurück, wo es vermutlich in der Leber deponiert

wird. Neben all diesen Problemen soll die Ausstellung aber auch die Schönheit des Lebensraumes Ozeans präsentieren.

Sich für die Biodiversität begeistern heißt auch, im eigenen Wirkungskreis dazu beitragen, sie zu erhalten, ihr Raum zu geben, wo es immer möglich ist –sogar in der Stadt – und sie zu schützen, wenn sie in Gefahr ist. **Denn letztlich ist die Vielfalt der Lebensräume und ihrer Arten für uns Menschen überlebenswichtig.** Dafür will die Ausstellung sensibilisieren.

Supermarkt für Wildtiere

Das Leben in der Stadt bietet anpassungsfähigen Wildtieren viele Vorteile, vor allem ein großes Nahrungsangebot. Gefüllte Mülltonnen, Container und Deponien sind wie ein Supermarkt für die wilden Bewohner, zum Beispiel den aus Nordamerika eingeschleppten Waschbären. Nahrungsreste finden sie auch auf öffentlichen Wegen, Spielplätzen und in Parks. Von den im Straßenverkehr getöteten Tieren profitieren Fleisch- und Aasfresser, wie zum Beispiel Raubvögel.



Wussten Sie schon, wie anstrengend die Futter-Aufnahme für einen Kolibri ist?



Um mit seinem langen Schnabel im Schwirrflug an den Nektar zu gelangen, unternimmt ein Kolibri **40 bis 50 Flügelschläge pro Sekunde** bei einem Puls von bis zu 500 Schlägen und einer Atemfrequenz von 250 Zügen in der Minute.



Wiese ist nicht gleich Wiese

Artenreichtum in Bodennähe 🌿 **Wiesen kommen auf den ersten Blick eher unspektakulär daher, doch der Eindruck trügt: Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Wiesentypen, darunter einige, auf denen zahlreiche seltene Tiere und Pflanzen zu finden sind.**

Man muss schon genauer hinschauen, um zu erkennen, ob man eine Fettwiese mit nur einer Handvoll Gras- und Kräutergarten vor sich hat oder eine Magerwiese mit einer Fülle unterschiedlichster Pflanzenarten. Vielfalt an Pflanzenarten bedeutet dabei auch einen Reichtum an Tierarten: Käfer, Heuschrecken, Bienen und Schmetterlinge sind typische Bewohner von artenreichen Wiesen, darunter viele Spezialisten, die nur auf einem bestimmten Wiesentyp zu finden sind. Die Insekten dienen unter anderem Vögeln, Amphibien und Reptilien als Nahrung.



Zahlen und Fakten zum Ökosystem Wiese

- 🌿 In Deutschland gibt es knapp **5 Millionen Hektar Wiesen, Weiden, Magerrasen und Heiden**; ca. 25% davon gelten als artenreich (2005).
- 🌿 Mehr als **2000 Pflanzenarten** kommen in Deutschland im Grünland vor.
- 🌿 Der Anteil des **Dauergrünlands** (Wiesen und Weiden) an der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands lag im Jahr 2013 knapp **unter 28 %**.



Auf einer Magerwiese wächst eine Fülle unterschiedlichster Pflanzenarten. Die Vielfalt an Pflanzenarten bringt auch einen Reichtum an Tierarten mit sich.

Wie alle Ökosysteme erbringen auch die Wiesen wichtige ökosystemare Dienstleistungen:

Das sind produktive Dienstleistungen wie:

- 🌿 Erzeugung von Biomasse zur Tierernährung und Energiegewinnung
- 🌿 Weide für artgerechte Viehhaltung
- 🌿 Quelle für pharmazeutisch und kosmetisch wirksame Pflanzenstoffe

regulierende Dienstleistungen wie:

- 🌿 Schutz vor Erosion und Bodenabtrag
- 🌿 Puffer- und Filterfunktion für Grund- und Oberflächenwasser
- 🌿 Vorübergehende Speicherung von CO₂ während der Vegetationsperiode

sogenannte kulturelle Dienstleistungen wie:

- 🌿 Erholung und Sport
- 🌿 Ästhetik
- 🌿 Bildung
- 🌿 Forschung

Zur Selbsterhaltung des Ökosystems

tragen Wiesen bei durch Dienstleistungen wie:

- 🌿 Primärproduktion
- 🌿 Bodenbildung und Katalyse von Nährstoffkreisläufen
- 🌿 Die meisten Wiesen benötigen jedoch auch die Dienstleistungen des wirtschaftenden Menschen: Verhinderung der Rückentwicklung zum Wald durch Mähen, Beweiden, ggf. Düngen
- 🌿 Bodenbildung und Katalyse von Nährstoffkreisläufen

Für viele Pflanzen- und Tierarten in Deutschland ist das Grünland ein unverzichtbarer Lebensraum. Wiesen und Weiden dienen vielen Wildtieren als Futterquelle und sind Ort der Ruhe, Paarung, Nist und Jungenaufzucht.

Menschengemachter Lebensraum:

Da der Wald in seinen verschiedenen Typen das natürliche Pflanzenkleid Mitteleuropas ist, sind hier die meisten Wiesen dem Wald früher abgerungene Kulturlandschaften. Werden sie nicht gemäht oder beweidet, kommt Buschwerk, später wieder Wald auf. Schutz von wertvollen Wiesen bedeutet also nicht, die Natur einfach sich selbst zu überlassen – Wiesen müssen immer ökologisch sinnvoll bewirtschaftet werden.

Saftig grünes Gras mit viel Löwenzahn, Hahnenfuß, Kerbel und Sauerampfer im Wechsel der Jahreszeiten – was viele als „schöne Wiese“ empfinden, stimmt Naturschützer eher traurig. So sehen Wirtschaftswiesen aus, die gedüngt und häufig gemäht werden, um möglichst viel Pflanzenmasse zu produzieren. Das Schnittgut wird entweder getrocknet und als Heu verfüttert, als Grassilage haltbar gemacht oder für die Produktion von Biokraftstoff verwendet. Die Düngung bewirkt, dass viele anspruchslose Wiesenpflanzen, die von einem hohen Angebot an Pflanzen-nährstoffen nicht profitieren, von einer



© Anne Heinrich, Raumintervall

Der **Wiesen-Sauerampfer** wächst gut auf nährstoffreichen Böden. Wegen der (Oxal)Säure in den Blättern wird er vom Vieh gemieden, vom Menschen aber von alters her als Wildgemüse geschätzt. Weil er viel Vitamin C enthält gilt der Blattextrakt immer noch als Allround-Heilmittel in der Volksmedizin.



Wussten Sie schon, dass man Wiesen-Sauerampfer essen kann?

Wiese ist nicht gleich Wiese

Halbtrockenrasen finden sich an trockenen Standorten mit verhältnismäßig dünner Bodenkrume. Dieser Wiesentyp zeigt sich oft als Rückzugsgebiet gefährdeter Tier- und Pflanzenarten. Das Wimmelbild stellt 30 Arten vor, die auf dem Halbtrockenrasen leben. Hier können Sie testen, wieviel Sie über das Leben im Ökosystem Halbtrockenrasen wissen.

Wie viele Säugetiere können Sie in dem Bild entdecken?

- a) 5
- b) 3
- c) 2

Wer frisst wen bzw. welche Nahrungskette ist korrekt?

- a) Laufkäfer – Feldspitzmaus – Neuntöter
- b) Wolfsspinne – Roter Scheckenfalter – Kreuzkröte
- c) Sandbiene – Zylinderwindelschnecke – Teufelchen

Welche der hier gezeigten Pflanzen werden als Arzneimittel verwendet?

- a) Primel
- b) Enzian
- c) Salbei

Welche der Pflanzen ist giftig?

- a) Aufrechte Trespe
- b) Zypressen-Wolfsmilch
- c) Hufeisenklee



Antwort zu Frage 1: Nur Feldhase und Spitzmaus sind Säugetiere. Tatsächlich bezieht sich die Artenvielfalt in einem Trockenrasen auf Pflanzen und vor allem auf Insekten.

Antwort zu Frage 2: Die Feldspitzmaus ernährt sich vor allem von Insekten und deren Larven. Sie wird ihrerseits vom Neuntöter gejagt. Die Wurzeln der Primel enthalten Saponine, die schleimlösend wirken und Bestandteile vieler Arzneimittel sind. Salbeiblätter werden vielfach in Kräutertees verwendet als Heilmittel für Erkältungen und eine verstopfte Nase.

Antwort zu Frage 3: Bei Verletzungen der Pflanze scheidet die Zypressen-Wolfsmilch einen weißen, giftigen Saft aus. Die Zypressen-wolfsmilch ist die Wirtspflanze eines auf sie spezialisierten Nachtfalters, des Wolfsmilchschwärmers. Seine Raupen ernähren sich fast ausschließlich von ihr. Sie sind wegen ihrer Futterpflanze ebenfalls giftig. Dies zeigen sie eventuellen Fressfeinden durch eine auffällige Warn-Färbung an.



Wussten Sie schon, dass es Explosionsmechanismen im Tierreich gibt?



Der **Bombardierkäfer** hat einen einzigartigen Verteidigungsmechanismus entwickelt: Fühlt er sich angegriffen, löst er an seinem Hinterleib eine Explosion aus, die mit einem deutlichen Knall ein heißes, ätzendes Gasgemisch auf den Angreifer sprüht. Dies gelingt ihm sogar mehrmals hintereinander.

Wiese ist nicht gleich Wiese

Handvoll besonders wüchsiger Gräser und Kräuter verdrängt werden. Mit ihnen verschwinden auch viele Tierarten wie Schmetterlinge und Käfer.

Der Anblick ist selten geworden – Wiesen, auf denen Dutzende Arten von Kräutern und Gräsern, viele Arten von Moosen und Pilzen, sowie Hunderte Arten von Insekten zu finden sind. Es sind besonders feuchte oder besonders trockene Standorte, die höchstens zweimal im Jahr gemäht oder auch nur extensiv beweidet werden. Sie sind Rückzugsorte für viele Pflanzenarten, die auf Wirtschaftswiesen von schnell wachsenden Pflanzen verdrängt werden. Doch Wiesen, die zwar viele Arten beherbergen, aber wenig Biomasse liefern, verschwinden nach und nach von der Landkarte. Und so wird der Lebensraum für viele der schönen und anspruchslosen Wiesenarten beständig kleiner. Allein zwischen 2003 und 2009 hat die Grünlandfläche bundesweit um ca. 4,5% abgenommen. Mehr als 200.000 Hektar wurden umgepflügt. Das entspricht der Fläche von 280.000 Fußballfeldern.

Artenreiche Wiesen sind äußerst nützliche Kulturlandschaften. Heuernte und Beweidung dienen der artgerechten Viehzucht. Einzelne Kräuter, wie zum Beispiel der Wiesensalbei sind erprobte Medizinalpflanzen. Wiesen

Das Jena-Experiment ist weltweit einmalig

Was für das ungeübte Auge aussieht wie eine grüne Patchworkdecke, ist eines der längsten und umfangreichsten Biodiversitätsexperimente weltweit: Das Jena-Experiment. Am Beispiel "Grasland" wollen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen Fragen zur Bedeutung der Artenvielfalt und zum Zusammenhang von Biodiversität und Ökosystemfunktionen klären.

Dazu forschen sie mit Unterstützung der DFG seit 2002 auf einem 10 Hektar großen Areal in der Saaleaue, das in 600 Versuchsfelder mit unterschiedlichen Wiesenpflanzen unterteilt ist. Auf manchen Parzellen wächst nur eine Pflanzenart, auf anderen bis zu sechzig, und zwar in allen möglichen Kombinationen unterschiedlicher Pflanzentypen. Die einzelnen Parzellen werden gejätet, unterschiedlich gedüngt, gejätet und gemäht. Langfristige, vergleichende Messungen sind notwendig, um Zusammenhänge auch quantitativ zu erfassen. Ein Ergebnis steht bereits fest: Bei gleicher Behandlung sind artenreiche Wiesen artenarmen hinsichtlich Produktivität und Stabilität des Ökosystems überlegen.

Mit dem von der DFG unterstützten Jena-Experiment wollen Forscher und Forscherinnen Fragen zur Artenvielfalt und zum Zusammenhang von Biodiversität und Ökosystemfunktionen klären.



© Dr. Alexandra Weigel, Institut für Spezielle Botanik und Funktionelle Biodiversität, Universität Leipzig

Bienenweide im Häusermeer

Auch mitten in der Stadt ist es möglich, auf kleinstem Raum etwas für die Artenvielfalt zu tun. Kleine Stadtgärten – sogenannte „Urban Gardens“, begrünte Dächer und bunt bepflanzte Verkehrsinseln bilden an unerwarteter Stelle eine Lebensgrundlage für Insekten, wie zum Beispiel Wildbienen.

Intensiv genutzte Wiesen – Höhere Produktivität, aber geringere Artenvielfalt

Auf intensiv bewirtschafteten Wiesen wachsen die Pflanzen schnell, dicht und hoch. So produzieren sie große Mengen an Biomasse. Das Schnittgut wird getrocknet und als Heu verfüttert, durch Grassilage haltbar gemacht oder zu Biokraftstoff verarbeitet.

Da das Schnittgut immer entfernt wird, verbleiben kaum Pflanzenreste auf dem Boden. Auf der Wiese findet also kaum Zersetzung von Streu und Nährstofffreisetzung statt. Aus diesem Grund düngen die Bauern regelmäßig, meistens mit Gülle oder Stallmist. Der Boden einer intensiv bewirtschafteten Wiese enthält deshalb viel Stickstoff: Schnell wachsende, stickstoffliebende Pflanzen verdrängen deshalb rasch die langsamer wachsenden.

Auf intensiv genutzten Wiesen sieht man im Frühjahr vor allen Dingen gelbe Blüten wie Löwenzahn und Hahnenfuß, im Sommer weiße Blüten wie Kerbel, Bärenklau und Margerite. Die gelben werden hauptsächlich von Bienen und Hummeln bestäubt, die weißen von Fliegen und Käfern. Die Gräser werden hingegen vom Wind bestäubt. Schmetterlinge sind eher selten, da die geeigneten Futterpflanzen für die Raupen fehlen.



Bunt begrünte Verkehrsinseln bieten eine Lebensgrundlage für Insekten.

binden den Sommer über CO₂, schützen den Boden vor Erosion, filtern durchsickerndes Oberflächenwasser und werden als Überflutungsflächen bei Hochwasser genutzt.

Die meisten artenreichen Wiesen befinden sich auf weniger ergiebigen Böden, aber selbst die extensive Bewirtschaftung ist für Landwirte ökonomisch wenig attraktiv. Nur durch Ausgleichszahlungen sind viele von ihnen überhaupt in der Lage, die ökologisch wertvollen Wiesen zu erhalten und nicht einfach brach liegen zu lassen oder zu versuchen, sie in ertragsreicheres Agrarland umzuwandeln. Es gibt aber auch Modelle, wie durch besondere Bewirtschaftungsformen, z.B. frühes oder spätes Mähen im Jahr oder sparsames Düngen der Artenreichtum auch ertragreicherer Wiesen verbessert werden kann.



© Hermann Stachner, Wikimedia Commons, Public Domain

Wussten Sie schon, dass Moose keine Wurzeln haben?

Moose gehören zu den ältesten Landpflanzen in der Erdgeschichte. Sie haben keine Gefäße und keine Wurzeln und nehmen deshalb Wasser und Nährstoffe über die gesamte Oberfläche auf. Dadurch können sie auch an unwirtlichen Orten überleben.

Der Wald – die grüne „Lunge“ der Erde

Lebensraum und Lebensgrundlage Wald 🌿 Der Wald ist das stabilste festländische Ökosystem, schon von der Lebenszeit seiner Hauptkomponenten, der Bäume, her betrachtet. Abgesehen von monotonen Forsten gehören die Wälder zu den artenreichsten Lebensräumen der Erde. Neben dem Ozean sind Waldökosysteme die wichtigsten Sauerstofflieferanten und CO₂-Fixierer unseres Planeten.

In zahlreichen Typen prägen Wälder das Erscheinungsbild der Erde. Rund 4 Milliarden Hektar gibt es weltweit, das entspricht knapp einem Drittel der Landoberfläche.

Aber Wald ist nicht gleich Wald: Immergrüne Tiefland- und Bergregenwälder der Tropen, wechselgrüne Trockenwä-

lder der Subtropen und innerkontinentalen Trockengebiete, Hartlaubwälder in den subtropischen Gebirgen und den Winterregengebieten auf der Nord- und Südhalbkugel, sommergrüne Laub- und Mischwälder in der

Fakten zum Ökosystem Wald

- 🌿 **11,4 Millionen Hektar** Deutschlands sind bewaldet. Das entspricht 32% der Gesamtfläche.
- 🌿 Die **häufigsten Baumarten** im deutschen Wald sind die Nadelbäume Fichte (Anteil 26%) und Kiefer (23%) sowie die Laubbäume Buche (16%) und Eiche (9%).
- 🌿 Eine ausgewachsene Eiche produziert im Jahr **3 Milliarden Liter Sauerstoff** und rund 4 Tonnen organische Stoffe.*
- 🌿 Eine ausgewachsene Eiche filtert im Jahr bis zu **7 Tonnen Staub** und 70 Kubikmeter Wasser.*

*Quelle: <http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/vom-wahren-wert-des-waldes-65990.html>

Wie alle Ökosysteme erbringen auch die Wälder wichtige ökosystemare Dienstleistungen:

Das sind produktive Dienstleistungen wie:

- 🌿 Erzeugung von Biomasse für Baumaterialien, Heizzwecke und Energiegewinnung
- 🌿 Erzeugung von Nahrungsmitteln (Beeren, Pilze)
- 🌿 Quelle für Arzneimittel der Volksmedizin und Homoöpathie und kosmetisch wirksame Pflanzenstoffe
- 🌿 früher Produktion von Gerbstoffen (Galläpfel) für die Lederindustrie

regulierende Dienstleistungen wie:

- 🌿 Klimaregulierung durch die Speicherung von CO₂
- 🌿 Dämpfung von Witterungsextremen
- 🌿 Speicher- und Filterfunktion für Grund- und Oberflächenwasser
- 🌿 Reinigungs- und Filterfunktion für die Luft
- 🌿 Erosions- und Hochwasserschutz
- 🌿 Schutz vor Lawinen, Steinschlag und Muren

sogenannte kulturelle Dienstleistungen wie:

- 🌿 Erholung und Entspannung
- 🌿 Ästhetik
- 🌿 Bildung
- 🌿 Forschung

Zur Selbsterhaltung des Ökosystems tragen Wälder durch Dienstleistungen wie

- 🌿 Primärproduktion,
- 🌿 Bodenbildung und
- 🌿 Katalyse von Nährstoffkreisläufen bei.

gemäßigten Klimazone, Nadelwälder der Hochlagen und des nördlichen Waldgürtels – je nach Klima, Bodenbeschaffenheit und Vegetationsgeschichte unterscheiden sich die Wälder unseres Planeten in den Lebensformen der Bäume und ihrer Ökologie.

Mischwälder haben eine artenreichere Fauna und Pilzflora als Monokulturen, zum Beispiel der Fichte oder der Kiefer. Sie nutzen den Boden gleichmäßiger aus und sind gegen Kalamitäten, wie Insektenfraß oder eine Folge von klimatisch schlechten Jahren wesentlich resistenter. Diese positiven Eigenschaften von artenreichen Wäldern zeigen sich in besonderer Weise bei tropischen Wäldern und Bergwäldern, die zu den Hotspots der Biodiversität zählen.



Die sommergrünen Laubmischwälder in Mitteleuropa werden überwiegend von Buchen und Eichen geprägt. Mit ihrem im Sommer meist geschlossenen Kronendach bieten sie einen verhältnismäßig gut geschützten Lebensraum für eine Vielzahl von Tieren.



Tropische Bergregenwälder gehören zu den Lebensräumen mit der höchsten Artenvielfalt, machen aber mit 380.000 km² kaum 0,3 % der gesamten Landoberfläche aus. Der Anteil ausschließlich in diesen Wäldern vorkommender Arten ist besonders hoch.



Der Wald – die grüne „Lunge“ der Erde

Die enorme Artenvielfalt der Tier- und Pflanzenwelt im Bergregenwald in Südecuador ist faszinierend. Viele Arten sind endemisch, das heißt, kommen nur in diesem Lebensraum vor. Hier können Sie testen, wieviel Sie über das Leben im Bergregenwald wissen.

Welche Tiere ernähren sich ausschließlich von anderen Tieren?

- a) Blattschnabel-Blautukan und Weißohr-Opossum
- b) Zweifingerfaultier und Gottesanbeterin
- c) Gottesanbeterin und Almendariz's Laubfrosch

Das Öl welcher Pflanze wird häufig in der Kosmetik- und Pharmaindustrie verwendet?

- a) Avocado
- b) Philodendron
- c) Orchidee

Warum ist das Fell des Zweifinger-Faultiers vom Bauch abwärts gescheitelt?

- a) Weil es sich dort gerne kratzt
- b) Damit Regenwasser besser abfließen kann
- c) Wegen der Schwerkraft

Welches Tier gilt als sogenannter Zivilisationsfolger?

- a) Blattschnabel-Blautukan
- b) Weißohr-Opossum
- c) Zweifinger-Faultier



Antwort zu Frage 1: Die Gottesanbeterin und der Almendariz's Laubfrosch sind Fleischfresser, auch wenn der Begriff „Fleisch“ bei Insektennahrung seltsam anmutet. Das Zweifinger-Faultier ernährt sich ausschließlich und der Blattschnabel-Blautukan überwiegend von Pflanzen. Das Weißohr-Opossum ist wie der Mensch ein Allesfresser.

Antwort zu Frage 2: Die Avocadofrucht gehört zu den sogenannten klimakterischen, das heißt nachreifenden Arten. Ihr grün- bis goldgelbes Fruchtfleisch ist schmackhaft, ihr Öl wird häufig in der Kosmetik- und Pharmaindustrie genutzt.

Antwort zu Frage 3: Der Lebensraum des Zweifinger-Faultiers, der tropische Bergregenwald, ist von hohen Niederschlagsmengen gekennzeichnet. Sein zotteliges Fell, das nur aus einer Lage Deckhaar besteht, ist vom Bauch abwärts gescheitelt, damit der Regen beim hängenden Faultier wie an einer Regenrinne ablaufen kann.

Antwort zu Frage 4: Das Weißohr-Opossum ist ein Zivilisations- oder Kulturfolger. Das sind Tier- und Pflanzenarten, die aufgrund menschlicher Eingriffe in die Landschaft günstigere Lebensbedingungen vorfinden und deshalb dem Menschen folgen. Das Opossum wird allerdings häufig als Eindringling verfolgt, der nicht nur Vögel und Eier stiehlt, sondern auch für den Menschen gefährliche Krankheiten übertragen kann.

Wussten Sie schon, dass der Philodendron selber Wärme erzeugen kann?



Der Blütenstand des **Philodendrons** ist von einem Hüllblatt umgeben, so dass die durch einen besonderen Atmungsstoffwechsel erzeugte Wärme im Inneren verbleibt und die Freisetzung des nach Aas riechenden Blütenduftes fördert. Dieser lockt hauptsächlich Fliegen an, die in die „Blüte“ hineinkrabbeln und sie bestäuben.

Der Wald – die grüne „Lunge“ der Erde

Obwohl die Forstwirtschaft stark in das natürliche Waldkleid eingegriffen hat und weiterhin eingreift, ist die ökologische Bedeutung der Wälder für die globalen Wasser- und Stoffkreisläufe und das Klima unverändert. Nach einer Schätzung der FAO von 2010 speichern die Wälder jährlich über 650 Gigatonnen Kohlenstoff, im Schnitt 162 Tonnen pro Hektar, davon 44% in der lebenden Biomasse, 11% in Totholz und Streu und 45% im Boden. Diese Kohlenstoffspeicherung wird durch nachhaltige Waldbewirtschaftung erhalten, durch Aufforstungen weiter erhöht, aber durch Raubbau und Waldvernichtung verringert.

Wissenschaftliche Pionierarbeit in Südecuador

Die tropischen Bergregenwälder Ecuadors gehören zu den artenreichsten Ökosystemen der Erde. Doch sie sind durch nicht nachhaltige Landnutzung bedroht. An den Bergflanken der Ostanden Südecuadors wurde der Wald durch Einrichtung eines Nationalparks unter Schutz gestellt und bietet dadurch ein Versuchsfeld par excellence für Ökosystem- und Biodiversitätsforschungen.

Seit 1997 förderte die DFG dort verschiedene interdisziplinäre Projekte. Über 16 Jahre hinweg untersuchten zahlreiche Teams den tropischen Bergwald und die gerodeten, landwirtschaftlichen Flächen hinsichtlich ihrer Stabilität als Ökosysteme und ihrer Dienstleistungen für die Natur und den Menschen. Aus den Messungen im Gelände und aus ökologischen Experimenten liegt ein wertvoller Schatz an Daten vor, die in Modellen für nachhaltige Landnutzungsarten im Sinne der einheimischen Bevölkerung eingesetzt werden.

Das Forschungsprogramm mündete 2013 in eine gemeinsam von der DFG und ihrer ecuadorianischen Partnerorganisation SENESCYT geförderten Plattform für Biodiversität, Ökosystem-Monitoring und -Forschung in Ecuador.

In Deutschland sind große Teile der Wälder bzw. Forste Alterklassenwälder, die aus der Wiederaufforstung von kahlgeschlagenen Flächen hervorgegangen sind. Die Kohlenstofffestlegung ist anfangs hoch, durchläuft ein Maximum und nimmt dann gegen Ende des Wachstums stark ab. Wird der Wald gefällt, wird viel CO₂ freigesetzt. Derzeit ist die Bilanz noch schwach positiv d.h. der deutsche Wald in seiner Gesamtheit wächst und speichert jährlich 2,6 Millionen Tonnen Kohlenstoff. Das wird sich nach Prognosen bereits in den zwanziger Jahren ins Gegenteil verkehren.¹

Für die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist die Naturnähe der vom Menschen beeinflussten Wälder entscheidend für die Stabilität. Der Anteil der Primärwälder liegt nach FAO-Angaben weltweit bei knapp 1,4 Milliarden Hektar bzw. 36%; er schwindet jährlich um rund 0,4% bzw. 4,2 Millionen Hektar. Die Urwälder sind in ihrer Art als Lebensraum unersetzlich. Dies gilt besonders für die Tropen: Ihre riesigen Waldflächen sind nicht nur die „Lungen der Erde“ sondern mit ihrem enormen Artenreichtum auch die Schatzkammern der Artenvielfalt.² So wurden in Brasilien beispielsweise allein 7.780 heimische Baumarten gezählt – über hundertmal mal so viele wie in Deutschland.³

Ein großer Teil aller Tier- und Pflanzenarten, schätzungsweise zwei Drittel, sind in den tropischen Wäldern beheimatet, zu denen neben den tropischen Regenwäldern auch die Mangrovenwälder an den Küsten sowie die tropischen Trockenwälder gehören.

In Deutschland ist die Waldfläche wieder im Wachsen begriffen, weltweit schrumpft sie hingegen stetig. Jedes Jahr verschwinden rund 13 Millionen Hektar, mehr als die Gesamtwaldfläche in Deutschland – das sind im Durchschnitt 36.000 Hektar jeden Tag.

Die Bedrohung kommt weniger vom Klimawandel als vom wirtschaftenden Menschen, der die Wälder zur Gewinnung von Agrarflächen, für den Bergbau und für die Erdölförderung zerstört und damit gleichzeitig ihre ökologische Funktionen.

Kahlschlag im Tropischen Bergregenwald

Tropische Bergregenwälder machen mit 380.000 km² kaum 0,3 % der gesamten Landoberfläche aus, gehören aber zu den weltweiten Biodiversitäts-Hotspots. Der Anteil ausschließlich in diesen Wäldern vorkommenden Arten ist besonders hoch, viele Arten sind noch gar nicht entdeckt, geschweige denn beschrieben – ein faszinierender Artenreichtum, der jedoch durch die menschliche Ressourcennutzung bedroht wird.

Besonders bedeutsam ist die Landnutzung. Ecuador hat die höchste Entwaldungsrate in ganz Südamerika. Jedes Jahr fallen ca. 4 % der Waldfläche Holzschlägen und Brandrodungen zum Opfer. Von letzteren betroffen ist auch der Bergregenwald im Süden des Landes. Selbst entlegene Gebiete werden von Bauern erschlossen, die den Wald abbrennen, um Flächen für Weideland zu gewinnen.

Doch der Kahlschlag bringt ihnen nur wenig: Nicht nachhaltiges Weidemanagement fördert die Nährstoffverarmung der Böden, sowie invasive Unkräuter, vor allem den aggressiven Adlerfarn, der für das Weidevieh giftig ist. Die Weideflächen werden aufgegeben und dafür neuer Wald gerodet.

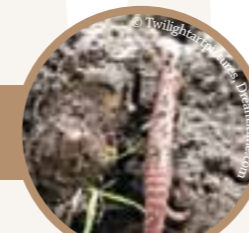


In Ecuador fallen jedes Jahr 4% der Waldfläche Brandrodungen und Holzschlägen zum Opfer.

¹Quelle: Options for accounting carbon Sequestration in German Forests (2009). Joachim Krug, Michael Koehl, Thomas Riedel, Kristin Bormann, Sebastian Rueter and Peter Elsasser. Carbon Balance and Management 2009, 4:5

²Quelle: FAO Waldbericht 2010, <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e02.pdf>

³Quelle: <https://www.waldkulturerbe.de/den-wald-bewahren/der-wald-weltweit/waelder-als-lebensgrundlage/>



Als sogenannter **Zersetzer** erbringt der Regenwurm enorme Dienste für den Stoffkreislauf. Er ernährt sich von pflanzlicher Streu, wodurch seine Ausscheidungen reich an organischem Material sind. Außerdem lockert er den Boden auf und fördert damit das Wachstum der Wurzeln und die Nährstoffaufnahme der Pflanzen.

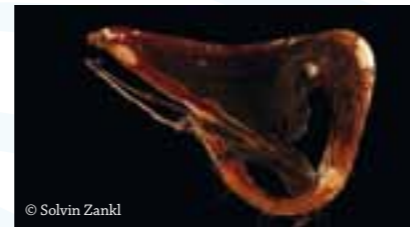
Wissen Sie, wie wichtig der Regenwurm für das Ökosystem Wald ist?

Ohne Ozean kein Leben

Wasserwüste und Biodiversitäts-Hotspots: Die Ozeane

Die Ozeane sind der größte Lebensraum der Erde – eine ganz eigene, faszinierende Welt. Viele Regionen dieses Universums erscheinen als weitgehend unbelebte Wasserwüsten, andere sind wahre Hotspots der Biodiversität. Wegen der riesigen Dimensionen sind viele Bereiche der Ozeane noch wenig erforscht, vor allem die Tiefsee birgt noch zahllose Geheimnisse.

Über 70% der Erdoberfläche, das heißt, mehr als Zweidrittel, sind von den Meeren bedeckt. Durch die Meeresströmungen bilden sie ein riesiges, zusammenhängendes Ökosystem. Knapp 97% des gesamten Wassers auf unserem Planeten findet sich als Salzwasser in den Ozeanen. Berücksichtigt man außer der Fläche auch die Tiefenausdehnung vom Meeresspiegel bis in die dunkle Tiefsee, entfallen mehr als 90% der potenziellen Lebensräume unserer Erde auf die Weltmeere.



© Solvin Zankl

Wir wissen noch sehr wenig über die Ozeane. Vor allem die Tiefsee ist unbekanntes Terrain. Erst wenige Arten, die dort leben, sind erfasst – zum Beispiel der Pelikanaal mit seinem riesigen Maul, das an einen Pelikanschnabel erinnert.

Zahlen und Fakten zum Ökosystem Ozean

Gesamtfläche aller Ozeane:
362 Millionen km², das entspricht über 70% der Erdoberfläche.

Größter Ozean:
Pazifik mit 180 Millionen km²

Tiefste Stelle:
Challengertief mit 11.334 Metern

Wasservolumen:
1,3 Milliarden km³

Durchschnittliche Meerestiefe:
3.800 Meter



© Alfred-Wegener-Institut/F.Roedel

Über 70% der Erdoberfläche sind von den Meeren bedeckt. Berücksichtigt man auch die Tiefenausdehnung, entfallen mehr als 90% der Lebensräume unseres Planeten auf die Ozeane.

Die Ozeane erbringen viele Ökosystemdienstleistungen, die auf das Wirken von marinen Organismen zurückzuführen sind:

Das sind produktive Dienstleistungen wie

- ◆ Beitrag zur menschlichen Ernährung durch Nahrungsmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft;
- ◆ Bereitstellung von pharmazeutisch wirksamen Stoffen, oder Substanzen für kosmetische oder technische Produkte

regulierende Dienstleistungen wie

- ◆ Verminderung des Treibhaus-Effekts durch CO₂-Aufnahme und Bildung von Dimethylsulfat durch Meeresalgen
- ◆ Schutz der Küsten vor Erosion, Sturm- und Hochwasserschäden durch Korallenriffe
- ◆ Klimaregulierung durch die thermohaline Zirkulation, einem globalen Kreislauf von Meeresströmungen, der durch Unterschiede in Temperatur und Salzgehalt angetrieben wird

unterstützende Dienstleistungen wie

- ◆ Bereitstellung von Lebensräumen, z.B. Kelpwälder oder Korallenriffe
- ◆ Produktion von Biomasse als Ausgangssubstrat von Nahrungsketten und -netzen
- ◆ Photosynthetische Sauerstoffproduktion

kulturelle Dienstleistungen wie

- ◆ Erholung und Sport (Tauchen)
- ◆ Ästhetik
- ◆ Bildung
- ◆ Forschung

Aber wir wissen noch viel zu wenig über die größte Biosphäre unseres Planeten. Selbst die Oberfläche des Mondes kennen wir besser. Insbesondere die Tiefsee, die ab ca. 1.000 Meter Wassertiefe beginnt, ist noch weitgehend unbekanntes Terrain. Sie ist schwierig zu erforschen, weil dort ein extremer Druck, niedrige Temperaturen um 2°C und ewige Dunkelheit herrschen. Knapp 0,02 Millionen der Tiefseeböden sind mit optischen Geräten genau dokumentiert, nur 7% mit Echoloten vermessen.

In dem faszinierenden Universum der Weltmeere existiert ein einzigartiger Artenreichtum von den Mikroorganismen bis hin zum 200 Tonnen schweren Wal. Ob in der lichtdurchfluteten euphotischen Zone, in den Polarmeeren, in Korallenriffen, auf den mittelozeanischen Rücken oder in der Tiefsee – überall konnten sich angepasste Lebewesen ansiedeln.

Ohne die Ozeane gäbe es kein Leben auf der Erde. Das Leben ist vor 3,4 Milliarden Jahren höchstwahrscheinlich im Meer entstanden. Die Ozeane sind entscheidend für den Wärmehaushalt unseres Planeten und sein Klima, sie bergen gewaltige Ener-



© Solvin Zankl

In der Tiefsee lebt der **Vipernfisch**, ein Räuber, dessen Körper mit Leuchtorganen übersät ist. Berührt man einen Vipernfisch, leuchtet sein Körper in einem pulsierenden Licht.

Ohne **Ozean** kein Leben

Die Ozeane sind der größte Lebensraum unseres Planeten mit einer enormen Artenvielfalt. Aber wir kennen nur einen kleinen Teil davon: Erst ca. 270.000 marine Arten konnten bislang bestimmt werden. Das Wimmelbild stellt 30 Arten vor, die im Nordatlantik leben. Hier können Sie testen, wieviel Sie über das Leben im Meer wissen.

Was sieht aus wie eine Blume, ist aber keine?

- a) Seepocke
- b) Gorgonenhaupt
- c) Seedahlie

Welche Meeresbewohner nennt man auch Medusen?

- a) Quallen
- b) Korallen
- c) Moostierchen

Welche Meeresorganismen leben auch im Süßwasser?

- a) Seesterne
- b) Flohkrebse
- c) Gemeine Herzmuschel

Mit wem sind Seesterne verwandt?

- a) Seegurken
- b) Brotkrumenschwamm
- c) Knotige Asselspinne



Antwort zu Frage 1: Die Seedahlie ist keine Pflanze, sondern ein Tier – eine Seeanemone, die zu den Nesseltieren gehört. Ihre kräftigen Farben bedeuten: Achtung, giftig. Das Gift sitzt in den Nesselzellen, die über die Tentakel verteilt sind.
Antwort zu Frage 2: Die Medusa aus der griechischen Mythologie war ein weibliches Ungeheuer mit Schlangenhaaren. Wer sie ansah, erstarrte zu Stein. Quallen heißen auch Medusen, weil sich ihre Tentakel wie Schlangen um ihren Körper bewegen. Ihr Nesselgift lähmt die Beute, dient aber auch der Verteidigung.
Antwort zu Frage 3: In den Ozeanen bilden Flohkrebse einen Teil des Zooplanktons und spielen eine bedeutende Rolle im Nahrungsnetz der Lebensgemeinschaften im Freiwasserbereich und auf dem Meeresboden. Es kommen aber auch Arten im Süßwasser und im Brackwasser vor. Flohkrebse können sich in bestimmten Grenzen an unterschiedliche Salzgehalte im Wasser gewöhnen.
Antwort zu Frage 4: Seesterne gehören wie Seegurken, Seeigel und Schlangensterne zu den Stachelhäutern. Sie besitzen einen Panzer aus Kalk, ein Außenskelett, das mit Stacheln oder Dornen besetzt sein kann.

Wussten Sie schon, dass eine Seegurke kein Gemüse ist?



Die **Seegurke**, auch Seewalze genannt, ist ein Tier, das über den Meeresboden kriecht. Es saugt die Oberfläche des Seebodens ab, verwertet die organischen Reste von Tieren und Pflanzen und scheidet die unverdaulichen Sandkörner wieder aus.

Ohne Ozean kein Leben

gieressourcen, sind Rohstoffquelle, Erholungsgebiet, Transportweg und versorgen einen Großteil der Menschheit mit Nahrung.

Besondere Bedeutung haben die Ozeane für das Klima auf der Erde und die globale Erwärmung. Indem die Meeresströmungen gigantische Mengen Wärme rund um den Globus transportieren, sind sie eine der wichtigsten Schubkräfte des globalen Wettergeschehens. Durch die Verdunstung wird zugleich der globale Wasserkreislauf angetrieben.

Und auch im Kohlenstoffhaushalt der Erde spielen die Ozeane eine zentrale Rolle: Sie nehmen erhebliche CO₂-Mengen auf – 24 Millionen Tonnen täglich – und entfernen damit auch einen großen Teil des anthropogenen, das heißt vom Menschen freigesetzten Klima-wirksamen Gases aus der Atmosphäre, indem sie es für lange Zeit binden. Ohne die CO₂-Bindung durch die Photosynthese der Meeresorganismen wäre die atmosphärische CO₂-Konzentration etwa doppelt so hoch und der Treibhaus-Effekt entsprechend stärker.

Doch die Ozeane sind bedroht. Seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert und der Bevölkerungsexplosion nimmt die biologische Vielfalt auch im Meer dramatisch ab. Die

Ozeanversauerung – das andere CO₂-Problem

Als gigantische „Senken“ nehmen die Ozeane etwa ein Viertel des von Menschen produzierten CO₂ auf. So wirken sie der globalen Erwärmung entgegen. Bei dem im Meer herrschenden leicht alkalischen pH-Wert (8,05 bis 8,1) liegt der größte Teil des eingetragenen CO₂ als Hydrogencarbonat vor, nur ein sehr kleiner Teil als Kohlensäure. Doch dieser genügt offenbar, um Kalk (Kalziumcarbonat) z.B. aus den Kalkskeletten der Meeresalgen und -tiere als Hydrogencarbonat in Lösung zu bringen: Die Kalkstrukturen lösen sich allmählich auf und die Bildung neuer Kalkskelette wird erschwert. Obwohl sich der pH-Wert nur geringfügig geändert hat und immer noch im Alkalischen liegt, nennt man den Effekt des erhöhten CO₂-Eintrags wegen seiner eindeutigen Tendenz „Ozeanversauerung“.

Kleinere, kalkbildende Organismen wie Kalkalgen oder beschaltete Flügelschnecken sind als erste von der Ozeanversauerung betroffen. Sie sind Futter für Fische und andere größere Tiere.

Mobile Reinigungskolonie

In der Stadt bieten viele Dienstleister ihren Kunden verschiedene Leistungen an. Auch in den Ozeanen gibt es „serviceorientierte“ Arten. Zum Beispiel die Putzerlippfische. Sie befreien ihre „Kunden“, zu denen auch Raubfische wie die Muräne gehören, von Parasiten und abgestorbenen Hautteilchen. Dazu richten sie in Korallenriffen regelrechte Putzstationen ein, in denen ein Männchen mit mehreren Weibchen lebt und auf Kundschaft wartet. Bis zu 100 Fische am Tag säubert die kleine Reinigungsgruppe.



Kleine, kalkbildende Meeresorganismen wie Kalkalgen oder beschaltete Flügelschnecken sind bereits jetzt von der Ozeanversauerung betroffen.



© Silke Baran, Wikimedia Commons, (CC BY 2.0)

Mini-Ozean im Reagenzglas

Ein **Mesokosmos** ist eine Experimentieranlage im Ozean, die bis zu 65 Kubikmeter (65.000 Liter) Meerwasser mit allen darin lebenden Organismen einschließt. In den Riesen-Reagenzgläsern können unter anderem künftige Szenarien einer Ozeanversauerung, einer Eutrophierung oder Salzgehaltsänderung unter realen Bedingungen simuliert werden.

Mit den Mesokosmen untersuchen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, wie das marine Ökosystem auf die Zunahme des CO₂-Gehalts der Atmosphäre reagiert. Sie wollen herausfinden, wie die verschiedenen Meereslebewesen auf die Versauerung reagieren, welche davon Veränderungen, vor allem auch der CO₂-Konzentration im Meerwasser, abpuffern können und welche nicht und wie sich dadurch Lebensgemeinschaften im Ozean der Zukunft verändern können.

Als besonders gefährdet gelten die Organismen, die Kalk für ihre Skelette oder Schalen brauchen.

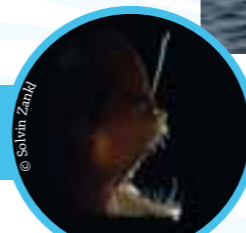
Hauptursachen dafür sind die Überfischung, die Zerstörung mariner Lebensräume durch Verschmutzung und Überdüngung, sowie der voranschreitende Klimawandel. Es gibt Hinweise darauf, dass die marine Biodiversität schneller als jemals bei einem der Massensterben in der Erdgeschichte schrumpft. Und dabei ist nur ein Bruchteil der Arten in der Tiefsee oder den Polarmeeren bekannt!

Wissenschaftler untersuchen, welche Konsequenzen der Verlust an biologischer Vielfalt für die Stabilität von marinen Ökosystemen hat. Dass es Effekte gibt, ist unzweifelhaft; die Frage ist eher nach dem Ausmaß der Minderung der Ökosystemdienstleistungen der Ozeane.



Maïke Nicolai, GEOMAR

Die Mesokosmen sind schwimmende Experimentieranlagen im Meer. Mit ihnen untersuchen Forscher und Forscherinnen unter anderem, wie das marine Ökosystem auf die Ozeanversauerung reagiert.



© Solwin Zanfil

Der **Tiefsee-Anglerfisch** trägt an der „Angel“ über seinem Maul ein Leuchtorgan, in dem symbiotische Bakterien leuchten. Die Angel dient als Köder für Krebstiere und kleine Fische.

Wussten Sie schon, dass es Fische mit einer Angel gibt?



DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.
Geschäftsstelle: Kennedyallee 40, 53175 Bonn
Telefon: +49 228/885-1
Telefax: +49 228/885-27 77
E-Mail: postmaster@dfg.de
www.dfg.de

Weitere Informationen finden Sie unter
www.vielfalt-zaehlt.de

