

Taschenlehrbuch Biologie

Ökologie, Biodiversität, Evolution

Bearbeitet von
Ulrich Brose, Inge Kronberg, Bernhard Misof, Gunvor Pohl-Apel, Stefan Scheu

1. Auflage 2009. Taschenbuch. XV, 496 S. Paperback
ISBN 978 3 13 144881 1
Format (B x L): 12,7 x 19 cm

[Weitere Fachgebiete > Chemie, Biowissenschaften, Agrarwissenschaften > Biowissenschaften allgemein](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

Rudiment: Reduzierte, oft funktionslose Struktur eines Organismus, das Ergebnis einer regressiven Evolution aufgrund eines Funktionsverlustes.

Atavismus: Entwicklungsrückschlag, Auftreten eines ursprünglichen Merkmals, siehe Plesiomorphie, in einer Art, deren Vorfahren das Merkmal verloren hatten.

Koevolution: Voneinander abhängige Evolution nicht verwandter Taxa.

Analogie: Aus übereinstimmenden Funktionen hervorgehende Gemeinsamkeit von Merkmalen nicht verwandter Arten.

Homologie: Gemeinsamkeit von Merkmalen von verwandten Arten aufgrund gemeinsamen phylogenetischen Ursprungs. Der Begriff der Homologie steht dem Begriff der Apomorphie (S. 321) nahe.

Konvergenz: Auftreten von gemeinsamen Merkmalen in nicht verwandten Linien. Die Evolution von konvergenten Strukturen wird auch als parallele Evolution von nicht homologen, aber analogen Merkmalen bezeichnet. Der Begriff der Konvergenz ist nicht mit dem Begriff der Homoplasie zu verwechseln.

7.3 Entfaltung der Vielfalt des Lebens

Der Artenwandel führt auch zu einem Wandel der Zahl der Arten an einem Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Geschichte des Lebens. Den Artenreichtum bezeichnen wir als **Diversität**. Die Geschichte des Lebens ist geprägt von einer Tendenz zum Anstieg der Artenzahlen, allerdings stehen dieser Tendenz lokale bis globale Aussterbeereignisse entgegen. Letztere bezeichnen wir als Massenaussterben. Das Schicksal einer Linie kann von solchen globalen Ereignissen geprägt werden, allerdings sind auch Besonderheiten der Linie wie die Entwicklung von neuen Anpassungen oder die Besiedlung neuer Lebensräume von gleich großer Bedeutung. Die Entfaltung der Linien verläuft nicht immer getrennt, sondern es kann auch zum Austausch von genetischer Information zwischen Linien kommen. Es kommt also neben der Phylogenese auch zur Ausbildung von Vernetzungen (**Retikulation**), wobei dies allerdings bei den meisten Organismen nur eine begrenzte Rolle spielt.

Das Leben hat sich seit seinen Ursprüngen von einer ursprünglich geringen Vielfalt in eine fast unübersehbare Vielfalt von Formen entwickelt. Im Groben kann dieser Vorgang als eine Tendenz zur Zunahme des Artreichtums (**Diversität**) beschrieben werden (S. 163). Unter Diversität verstehen wir die Zahl der Arten in der Welt, einem Lebensraum (Diversität eines Habitats, etc.), oder einer Linie in einem gegebenen Zeitrahmen. Veränderungen der Diversität sind die Folge von Kladogenesen, d. h. Artbildungen, und Aussterben (Extinktion). Sie wird in Form der **Diversifikationsrate** dargestellt, d. h. Rate der Veränderung der Artenzahl pro Zeiteinheit. Sie ist eine Kombination der Aussterberate sowie Artbildungsrate. Die Diversifikationsrate ist konstant, wenn die Raten der Artbildung sowie des Aussterbens das gleiche Verhältnis zueinander beibe-

halten. Verändert sich dieses, kann es zu einer Verkleinerung der Diversifikationsrate, also einem Verlust an Artenvielfalt, bzw. zu einer Vergrößerung der Diversifikationsrate, also einem Anstieg der Artenvielfalt, kommen. Solche Veränderungen können zu einem bestimmten Zeitpunkt spezifisch für eine Linie sein. So führen adaptive Radiationen zu einem zeitlich begrenzten Anstieg der Diversifikationsrate einer Linie. Dies kann durch die **Kolonisation** einer neuen Region, z. B. bei adaptiven Radiationen auf ozeanischen Inseln, führen. Sie kann aber auch eine Innovation, d. h. das Resultat einer Mutation, sein. Eine solche **Schlüsselinnovation** kann durch Adaptation an den Lebensraum in der Linie des gemeinsamen Vorfahrens etabliert worden sein. Sie ermöglicht allerdings die Besiedlung neuer Lebensräume und somit eine rasante Bildung neuer Arten. Veränderungen der Diversifikationsraten verschiedener phylogenetischer Linien können allerdings auch zeitlich miteinander zusammenfallen. Dies ist der Fall bei Massenaussterben. Allerdings gibt es auch andere Revolutionen in der Entwicklung des Lebens, bei der die Entfaltung einer Linie substantielle Konsequenzen für andere Linien hat. Das beste Beispiel stellt der Aufstieg der Angiospermen in der mittleren Kreide dar. Ihr Aufstieg führte zur Reduktion der Diversität anderer Samenpflanzenlinien sowie der heterosporen Lycophyten. Andere Linien, wie zum Beispiel die Farne, erlebten eine Umwälzung, in der neue Linien die Möglichkeiten der Angiospermenwälder opportunistisch zur eigenen Entfaltung nutzten. Die Angiospermen gaben auch neue Möglichkeiten für die Evolution von Insekten, zum Beispiel Käfer, Schmetterlinge, Ameisen, und auch für neue Linien der Säuger und Vögel.

Der Begriff der Diversität wird häufig auf die Zahl der Arten beschränkt. Allerdings ist es auch von Bedeutung die phänotypische oder genotypische Vielfalt einer Linie darzustellen. Auch hierbei wird gerne von Diversität gesprochen, obwohl dies zu einiger Ungenauigkeit führt. Dies kann vermieden werden, wenn phänotypische/genetische Vielfalt als **Disparität** bezeichnet wird. Disparität, d. h. Vielfalt der Formen, kann mit Diversität, d. h. Vielfalt der Arten, korreliert sein, allerdings gibt es keinen notwendigen Zusammenhang. Eine Linie kann wenige, allerdings morphologisch klar getrennte Arten umfassen oder aber viele Arten, die morphologisch nahezu oder völlig übereinstimmend sind. Diese Differenz ist besonders ausgeprägt, wenn **kryptische** Arten und **polymorphe** Arten auftreten. Kryptische Arten sind morphologisch nicht unterscheidbar. Polymorphe Arten führen zu einer großen Disparität einer Art.

Massenaussterben werden durch geologisch gesehen plötzliche Veränderungen der Umwelt ausgelöst und führen zu einem sprunghaften Abfall der Diversifikationsrate, vorwiegend durch den Anstieg der Aussterberate. Allgemein gehen wir von **fünf großen** Massenaussterben aus (Abb. 7.12): Ende Ordovizium, Ende Devon, Grenze Perm und Trias, Ende Trias und Grenze Kreide und Tertiär. Zumindest für das terrestrische Leben ist wohl das Perm-Trias-Aussterben das Beeindruckendste, da mehr als 90% aller Pflanzen- und Tierlinien verschwinden. Die Kreide-Tertiär-Grenze ist allerdings meist bekannter, obwohl ihre Kon-

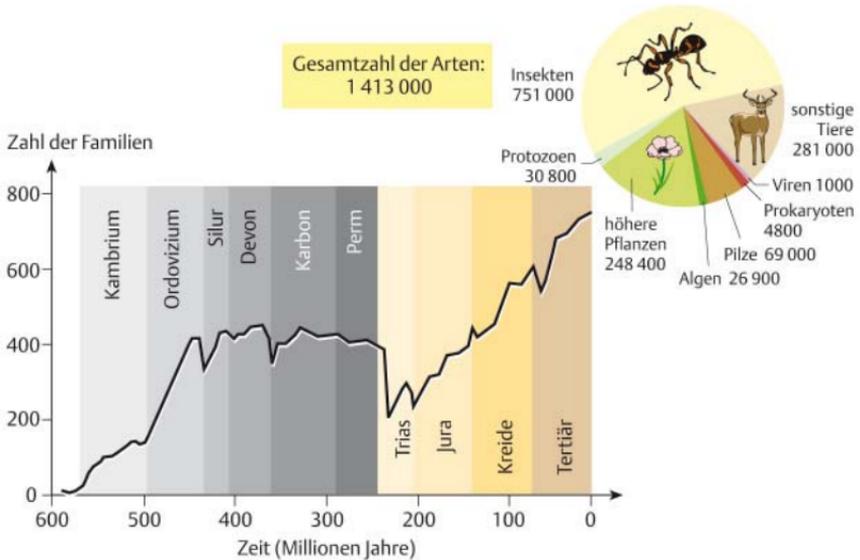


Abb. 7.12 Übersicht zur Entfaltung des Lebens als eine Anreicherung der Zahl von Familien. Die Darstellung umfasst die letzten 600 Millionen Jahren, die in 10 Zeiteinheiten (Kambrium bis Tertiär) eingeteilt sind. Die Kurve zeigt eine generelle Tendenz zum Anstieg der Familienzahl, allerdings unterbrochen von Ereignissen, durch welche die Zahl der Familien deutlich reduziert wurde: die Massenaussterben am Ende des Ordoviziums, des Devons, des Perms und der Kreide. Besonders drastisch ist das Massenaussterben an der Grenze des Perms zum Trias. Das Leben benötigte geraume Zeit, um wieder den Reichtum zu erreichen, den es im Karbon hatte. Auf der rechten Seite wird die Zusammensetzung der heutigen Vielfalt des Lebens gezeigt. Die Insekten sind mit Abstand die artenreichste Linie. Eine vergleichbare Darstellung der Zusammensetzung der Vielfalt des Lebens in verschiedenen Zeitperioden würde sehr unterschiedlich ausfallen. So fehlen im Kambrium die Insekten und die Landpflanzen (= höhere Pflanzen) völlig. Die Landpflanzen entstehen im späten Ordovizium, erreichen aber eine große Vielfalt erst im Devon. In dieser Zeit beginnen auch die Insekten ihren Aufstieg zur artenreichsten Linie des Lebens. Die Artenzahlen sind Schätzungen und unterliegen einem Wandel, allerdings sind die Relationen der Artenvielfalt der Linien untereinander stabil.

sequenzen für das Leben wohl weit weniger katastrophal waren als die der Perm-Trias-Grenze. Es ist heute weitgehend anerkannt, dass das Kreide-Tertiär-Massenaussterben durch einen Meteoriten-Einschlag ausgelöst wurde. Es ist allerdings falsch zu sagen, dass dadurch die Dinosaurier ausgestorben sind. Die Linie der Dinosaurier existiert in Form der Vögel bis heute und war während der Kreide in einem Umbruch. Massenaussterben können auch durch die Entfaltung des Lebens selbst ausgelöst werden. So hat der Aufstieg von photosynthetisch aktiven Lebensformen mehrmals die Zusammensetzung der Atmosphäre

drastisch verändert. Der erste dieser tiefen Einschnitte findet sich im Präkambium. Die Aktivität photosynthetischer Organismen, wie Cyanobacteria, führte zu einer Umwälzung von einer Atmosphäre ohne freien Sauerstoff zu einer Atmosphäre mit freiem Sauerstoff. Dies führte zum Aussterben vieler anaerober Organismen. Weniger drastische Folgen hatte die Kolonisation der Landmassen durch die Vorfahren der Landpflanzen. Der Aufstieg der Landpflanzen veränderte entscheidend den Kohlenstoffzyklus, da Landpflanzen sowohl die Erosion von Silikatgesteinen als auch die Ablagerung von Kohlenstoff beeinflussen. Die Forschergruppe um **Robert Berner** fand eindeutige Belege zur Bedeutung der Landpflanzen für das drastische Absinken des Kohlendioxidgehaltes der Atmosphäre im Devon und Karbon.

7

Die Rekonstruktion der Evolution in den letzten 500 Millionen Jahren hat den Aufstieg und Niedergang vieler Linien des Lebens aufgezeigt. Allerdings sind die Muster der Diversifikation von Linien sehr unterschiedlich. Einige Linien zeigen das Muster von Stasis. Sie waren nie artenreich. Andere hingegen waren artenreich für einen kurzen Zeitraum und verschwinden danach. Der Erfolg einer Linie kann entweder in ihrer Langlebigkeit oder aber in ihrer Artenvielfalt liegen. Das Auftreten neuer Linien kann zur Verdrängung alter Linie (**Replacement**) führen oder aber zu einem parallelen Anstieg der Vielfalt. Diese Zusammenhänge können recht kompliziert sein. So ist es wohl nicht richtig, einen entscheidenden Zusammenhang zwischen dem Kreide-Tertiär-Massenaussterben, dem Verschwinden der Dinosaurier und dem Aufstieg der Säuger zu sehen. Zum Ersten existieren die Dinosaurier in Form der Vögel bis heute fort und die Linie der Dinosaurier befand sich während der oberen Kreide in einem Umbruch. Die Säuger begannen ihren Aufstieg schon in der Kreide, obwohl dieser möglicherweise durch die ökologischen Veränderungen an der Kreide-Tertiär-Grenze beschleunigt worden sein könnte. Bekannte Dinosaurier wie der *Brontosaurus* und *Tyrannosaurus rex* starben schon im Laufe des späten Mesozoikums aus.

Der Zusammenhang zwischen dem Aufstieg der Angiospermen in der Kreide und Veränderungen der **Diversität der Farne** wurde mit dem folgenden Forschungsansatz untersucht. Mehr als 80 % der rezenten leptosporangiaten Farne gehören zu einer Linie von Farnen, die nur mit wenigen Fossilien vor der Kreide-Tertiär-Grenze belegt ist. Diese Fossilien sind nicht älter als die mittlere Kreide. Zugleich sind Farne schon seit dem Karbon bekannt und bildeten stets einen bedeutenden Bestandteil der Landpflanzendiversität. Der Aufstieg der Angiospermen zur dominanten Gruppe der Landpflanzen veränderte die Umwelt entscheidend und führte zum Aussterben einer Reihe von Linien der Samenpflanzen und wohl auch zu einer Reduktion der Diversität mehrerer anderer Landpflanzenlinien, wie heterosporen Lycophyten und einiger Farnlinien. Allerdings passt die Hypothese einer Reduktion der Farndiversität nicht zu der heutigen Vielfalt der Farne. Mithilfe von **DNA-Sequenzen** wurde eine Phylogenie der Angiospermen und der Farne erstellt. Diese wurden zu **Chronogrammen** umgeformt, basierend auf dem Zusammenhang zwischen der Anhäufung von Substitutionen und der Zeit seit der Entstehung einer Linie. Das Ergebnis wird auch **molekulare Uhr** des Lebens genannt. Diese