

Der ganz normale Artentod Das Aussterben in der Erdgeschichte und in der Gegenwart

Josef H. REICHHOLF

Zwei Zitate als Vorbemerkung:

„Massensterben sind seltene, verheerende Ereignisse und überlagern den normalen Darwin'schen Kreislauf von Variation und Selektion, der zu allmählichem Wandel führt. Darwin wusste sehr wohl, dass das Aussterben einzelner Arten und ihr Ersatz durch neue während der gesamten Geschichte des Lebens kontinuierlich erfolgt. Aber neben diesem „normalen Aussterben“ gab es bestimmte Perioden - die durchweg der Abgrenzung geologischer Zeitalter dienen -, in denen ein Großteil der Biota gleichzeitig ausgelöscht wurde. Ein Extrem war in dieser Hinsicht das Ende des Perms, als 95 Prozent aller Arten ausstarben.“
(Ernst MAYR, 1998)

„E x t i n c t i o n : Bad Genes or Bad Luck?
(Aussterben: Schlechte Gene oder Pech?)“
(David M. RAUP, 1991)

1. Artbildung

Arten entstehen im Prozess der Evolution durch Aufspaltung vorhandener oder Abspaltung davon (DARWIN 1859). Diese sogenannte Darwin'sche Evolution ist ein langsamer und kontinuierlicher Vorgang (MAYR 1963), der nicht sprunghaft vonstatten geht. Normalerweise sind zur Artbildung geographische Isolation und Unterschiede in Stärke und Richtung des Selektionsdruckes notwendig. Darwin'sche Evolution vollzieht sich, so die Kernthese Darwins und seiner Nachfolger, durch **Anpassung** an die Umwelt. Da diese veränderlich ist, gibt es so gut wie keine dauerhaft perfekten Anpassungen, sondern nur jeweils relativ bessere bzw. schlechtere. Die Unterschiede drücken sich in den Überlebensraten der Nachkommen („Fortpflanzungserfolg“) aus. Die Artbildung ist dann vollzogen, wenn sich die Angehörigen der „neuen Gruppe“ (neue Art<en>) nicht mehr mit denen der Ausgangsart kreuzen und fruchtbar fortpflanzen (können). Das jeweils gemeinsame Erbgut (Genom) der Gruppen (Populationen) bleibt dadurch voneinander getrennt als Einheit erhalten. Dies ist der Zustand einer „biologischen Art“, die durch weitestgehende oder vollständige genetische Isolation von allen anderen charakterisiert und abgetrennt ist. Artbildung ist also Aufspaltung des ursprünglich gemeinsamen Erbgutes in voneinander getrennte Komplexe. In der Natur sind geographische Isolation,

verbunden mit kleinen Populationen (die dementsprechend schnell ihr Erbgut durch Selektion oder neue Kombinationen verändern können) und geänderte Umweltverhältnisse die Rahmenbedingungen und Schrittmacher der Artbildung.

Neue Arten entstehen daher am schnellsten aus kleinen, isolierten Populationen heraus; individuenreiche Großpopulationen widersetzen sich regelrecht den Veränderungen, die zur Bildung neuer Arten führen könnten, durch die „Trägheit ihrer (genetischen) Masse“.

Somit spiegelt die jeweilige örtliche und zeitliche Vielfalt der Arten die Vielfalt der Lebensbedingungen und die Dynamik in der Zeit.

2. Die Zeit

Die Zeit änderte nach allem, was wir wissen, zumindest in den gut 3,5 Milliarden Jahren, seit denen es Leben auf der Erde gibt, weder ihr „Tempo“, noch ihre Richtung. Ihr gerichtetes Weiterlaufen, messbar in Sekunden, Tagen, Jahren oder Jahrtausenden, bleibt offenbar konstant, auch wenn uns die Zeit in zwei Formen erscheint: Im „gerichteten Zeitpfeil“, der jeweils von „Anfängen“ oder „Ursprüngen“ aus verfolgt werden kann und den wir bei der Zählung von Jahren nutzen; aber auch in der zyklischen Wiederkehr derselben Gegebenheiten, wie Tageskreis und Jahreslauf. Und so, wie wir Tage kontinuierlich weiterzählen oder „zurückrechnen“ können, können wir das auch für Jahre und Vielfaches davon. Aus dieser zyklischen wie gerichteten Gleichförmigkeit des Zeitablaufes heraus sollten wir daher die Erdgeschichte glatt und einfach zeitlich untergliedern können nach Jahrtausenden, Jahrhunderttausenden und Jahrtausenden. Das geht in der Tat auch. Aber diese einfache, „glatte“ Zeitskala ergibt erdgeschichtlich wenig Sinn: Sie muss anderweitig und zusätzlich untergliedert werden. Und zwar im Prinzip in genau derselben Weise wie Menschheitsgeschichte, die Historie. In dieser Geschichte sind es „Ereignisse“, welche die Zeitläufe gliedern und diese halten sich überhaupt nicht an einfache, glatte Dezimalzahlen, sondern sie folgen mal schneller, mal mit größeren Abständen aufeinander. Das gilt gerade so für die Erdgeschichte: Sie ist Geschichte wie die eigentliche Geschichte (der letzten Jahrhunderte und Jahrtausenden).

de)! Da wir unsere Geschichte nach Kriegen und Herrschern, nach Ereignissen und Entdeckungen einteilen pflegen, halten wir das für ganz normal und selbstverständlich. Aber warum sollte das auch in der Erdgeschichte so sein; in all den Jahrmillionen, die wir mit den heutigen naturwissenschaftlichen Methoden „überblicken“ und zurückdatieren können? Warum ist die „geologische Zeitskala“ krumm wie die der Menschengeschichte? An der „astronomischen Zeitskala“ und ihrer Kontinuität kann es nicht liegen.

3. Die geologische oder Cuvier'sche Zeitskala

Die Gliederung der Erdgeschichte in die „geologische Zeitskala“ folgt merkwürdigerweise keiner erkennbaren Regelmäßigkeit. Manche Zeitalter dauern ziemlich lang, andere sind im Vergleich dazu viel kürzer. So reicht das „Erdmittelalter“, das Mesozoikum, über die astronomische Zeitspanne von der Zeit vor knapp 66 Millionen Jahren bis zum Bereich von 245 Millionen Jahren vor der Gegenwart. Vor gut 65 Millionen Jahren begann das Tertiär, das Känozoikum. Vor 2,5 bis 3 Millionen Jahren rechnen wir den Beginn der „Eiszeit“ (Pleistozän) und der Jetztzeit, dem (nacheiszeitlichen) Holozän rechnen wir nur die letzten rund 12.000 Jahre zu.

Diese zahlreichen geologischen Zeitgrenzen setzte bemerkenswerterweise das **Aussterben** von Lebewesen. Je massiver dieses war und in den Fossilfunden dokumentiert ist, um so gewichtiger wird die Zeitgrenze eingestuft. So repräsentiert das Ende der Kreidezeit und der Beginn des Tertiärs vor gut 65 Millionen Jahren deshalb eine so bedeutende Unterbrechung des an sich kontinuierlichen Zeitflusses, weil damals etwas (weltweit) stattfand, das die Dinosaurier auslöschte und eine neue Ära in der Evolution der Lebewesen, eben das „Dritte Erdzeitalter“, das Tertiär, startete. In der ferneren Vergangenheit gab es noch größere Ereignisse dieser Art. So starben am Ende des Perms vor 248 Millionen Jahren wohl an die 95% aller Arten aus, die damals existierten. Dieses Massensterben beendete das Zeitalter des „Erdaltertums“ (Paläozoikum) und setzte den Beginn des Erdmittelalters. Allein wenigstens 10 solcher Großperioden von Erdzeitaltern gliedern die Erdgeschichte und markieren sie durch Massenaussterben. Die Großperioden lassen sich aber weiter - jeweils meist mehrfach - untergliedern. Auch diese Gliederung ist durch das Aussterben vorgegeben (ELDREDGE 1987 & 1994).

Somit charakterisiert das Aussterben die Erdgeschichte so sehr, dass es regelrecht zum „Zeitgeber“ dafür geworden ist. Nicht selten erweist sich bei der Datierung von Funden und Befunden das durch die Fossilien dokumentierte Aussterben verlässlicher als physikalische Datierungsmethoden. Erdgeschichte ist das Ergebnis des Artentodes. Es sollte nachdenklich stimmen, dass wir unsere eigene Geschichte

auch weit mehr nach kriegerischen Ereignissen und Todesdaten gliedern als mit Fortschritten und Errungenschaften.

4. Das Aussterben als evolutionsbiologischer Vorgang

Davon können, müssen wir ausgehen: Der allergrößte Teil der Arten, welche die Evolution hervor gebracht hat, ist ausgestorben. Mehr als 99 % der Arten waren davon betroffen. Denn auch ohne „Massensterben“ verschwinden Arten mehr oder minder kontinuierlich aus dem Lebensstrom. Grobe Kalkulationen der Paläontologen geben einer Art durchschnittlich zwischen mehreren Hunderttausend und ein paar Millionen Jahren Lebenserwartung. Das Aussterben ist ein ganz normaler Vorgang; ein unentbehrlicher Begleiter der Evolution. Wo Neues, Besseres entsteht, verschwindet Altes, weniger Gutes. Das ist die Grundannahme jener Paläontologen und Evolutionsbiologen, die in der Anpassung den entscheidenden Aspekt der Evolution sehen. Weil sich die äußeren (Umwelt)Gegebenheiten immer wieder ändern, kann es keine perfekte Anpassung geben. Daher müssen immer neue Anpassungen die vorhandenen ergänzen oder ersetzen und somit im evolutionären Wettlauf viele zurückbleiben und ausfallen. „Nur wer läuft, bleibt auf der Stelle und fällt nicht zurück“, lautet die vom Rat der Roten Königin an Alice im Wunderland abgeleitete Devise (die dementsprechend als „Red-Queen-Hypothese bekannt ist!). Viele, die meisten Arten, verlieren irgendwann diesen Wettlauf auf der Stelle, fallen zurück und sterben aus. In der Titelfrage des Buches von David RAUP (1991) wird dies jedoch angezweifelt. Liegt es tatsächlich immer nur oder auch bloß im weitaus überwiegendem Maße daran, dass Arten aussterben, weil sie zu schwache, zu schlechte Gene haben und daher den evolutionären Wettlauf verlieren? Sind nicht die Massenauslöschungen, hervorgerufen von den großen Umweltkatastrophen, welche die Erdgeschichte gliedern und durchziehen, die bedeutenderen? Ist es das Pech vieler Arten gewesen, dass sie beim Einschlag von Riesenmeteoriten, denen viele der erdgeschichtlichen Großereignisse mit Massensterben von Arten zugeschrieben werden, oder anderer irdischer Katastrophen, gerade auf der Bühne des Lebens spielten, ausgelöscht wurden und somit Platz für andere, nach ihnen kommende frei machten? Paläontologen, wie Stephen J. GOULD (1991) bezweifeln sogar, dass es überhaupt eine „Weiterentwicklung“ in der Evolution gibt. Die Massenvernichtungen schaffen einfach immer wieder Freiraum und der Differenzierungsprozess der Evolution kann danach von Neuem beginnen, meinen sie. Eine Höherentwicklung brauchen - und sollten - wir nicht einmal für uns Menschen annehmen. Von Stephen GOULD und Niles ELDREDGE stammt auch das den Überlegungen von SCHINDEWOLF (1950) entlehnte Konzept vom „unterbrochenen Gleichge-

wicht“ (punctuated equilibrium) in der Evolution. Es sind, so die These, jeweils die „Unterbrechungen“ (= Massensterben von Arten), welche wieder neue, anhaltende Phasen von „Gleichgewichten“ einleiten, in denen sich die Arten nur noch wenig, gleichsam in der Feineinstellung, verändern, während die Unterbrechungen auch die Neuerungen bringen oder ermöglichen. Der deutsche Paläontologe SCHINDEWOLF hatte dies schon ein halbes Jahrhundert vorher mit seiner Gliederung der Entwicklung von Stammeslinien („Typen“) in drei Phasen vorweggenommen: Entstehungsphase (Typogenese; kurz, starke Veränderung), Dauerphase (Typostase; lang anhaltend, kaum Veränderung) und Zerfallphase (Typolyse; schnelles Verschwinden). Anders als Darwin sehen daher viele Paläontologen das Werden und Vergehen von Arten nicht mehr als schleichend langsamen, gleichförmigen Prozess, sondern als eher durch erdgeschichtlich schnelle, „dramatische“ Vorgänge gekennzeichnete Entwicklungen.

5. Aufbau von Vielfalt (Biodiversität)

So sehr auch das Aussterben den Prozess der Evolution charakterisiert, so wenig führte es dennoch, von den erdgeschichtlich insgesamt recht kurzen Phasen katastrophaler Unterbrechungen des Lebensflusses abgesehen, zu echten Verlusten an Vielfalt. Auch die größten Massensterben des Erdaltertums überlebten im wesentlichen alle Hauptlinien von Lebewesen. Mit den Dinosauriern starben zwar vor 65 Millionen Jahren die Riesenechsen (und eine Reihe weiterer Gruppen/Taxa) aus, aber nicht die Kriechtiere (Reptilien) insgesamt; nicht einmal größere Teilgruppen. Betroffen war vor allem die Vielfalt der Arten. Je kleiner die Taxa, desto stärker waren die Verluste: Die Stämme, Klassen und sogar noch die meisten Ordnungen der Tiere und Pflanzen überlebten sehr wohl die großen Katastrophen. Deshalb konnte insgesamt über die gute halbe Milliarde von Jahren, die es vielzellige, komplexe Organismen gibt, die Lebensvielfalt zunehmen. Vieles spricht dafür, dass wir in der Gegenwart eine größere Artenvielfalt auf der Erde haben als jemals zuvor; vielleicht mit Ausnahme des späten Tertiärs, in dem die Lebensvielfalt möglicherweise ihr Maximum erreicht hatte. Das bedeutet aber, dass in der Bilanz die Rate der Neubildung von Arten die Aussterberate übertroffen haben muss. Das Leben ersetzte die in den kurzen Phasen von Massensterben vernichteten Arten vergleichsweise rasch wieder und brachte dabei sogar eine größere Bandbreite an Vielfalt hervor als vorher vorhanden war. Das Massensterben trägt daher den Charakter eines „schöpferischen Impulses“ (REICHOLF 1992). Nur brauchen der Wiederaufbau von Vielfalt und die Entstehung von Neuem entsprechend (viel) Zeit!

Daraus folgt, dass weder die Massensterben in der Erdgeschichte, noch der „ganz normale Artentod“ maßgeblich sein können für das, was gegenwärtig –

von uns Menschen verursacht – auf der Erde abläuft! Denn hierbei geht es um ganz andere, weitaus kürzere Zeiträume und viel schnellere Prozesse.

6. Das Aussterben in unserer Zeit: Bedrohung der Biodiversität?

Was läuft nun aber gegenwärtig ab? Befinden wir uns in einer neuen Phase des Massentodes von Arten, wie viele meinen (DOBSON 1997)? Oder ist das Artensterben nur ein Konstrukt (MÜLLER 1997)? Urteilt man auf der Basis der (Fossil)Befunde, so ergibt sich daraus zweifellos, dass große Säugetiere und Großvögel insbesondere gegen Ende der letzten Eiszeit ausgestorben sind. „Pleistozäner Overkill“ nennen die Paläontologen dieses Phänomen und schreiben es vor allem der (zusätzlichen) Wirkung des Menschen zu (MARTIN & KLEIN 1984). Das Aussterben von größeren Säugern und Großvögeln (Moa von Neuseeland, Elefantenvogel von Madagaskar; zahlreiche weitere Vogelarten auf ozeanischen Inseln) reicht bis in die Neuzeit: Vor allem die „Entdeckung Amerikas“ durch die Europäer brachte ab 1500 für den amerikanischen Doppelkontinent eine grundlegende Änderung der Verhältnisse. Mit einer entsprechenden Zeitverzögerung, welche durch die anfänglich langsame Besiedlung der „Neuen Welt“ verursacht worden war, stieg die Anzahl der Ausrottungen von Arten (so dürfen diese nun auch mit voller Berechtigung bezeichnet werden!) bis gegen 1900 stark an (Abb. 1). Im 20. Jahrhundert fiel sie jedoch wieder kräftig ab und hat zur Wende zum 21. Jahrhundert nun fast wieder das Niveau früherer Jahrhunderte erreicht. Das lässt hoffen!

Die Unterschiede sind jedoch in den verschiedenen geographischen Regionen und Tiergruppen recht groß, so dass es auch keine allgemeine Tendenz gibt. Das geht aus der Aufgliederung in Abb. 1 klar hervor. Besagt diese aber nun, dass insgesamt tatsächlich nur (noch) sehr wenige Arten gegenwärtig aussterben; weit entfernt von einem Massensterben? Wie können andere Biologen, Biogeographen und Naturschützer zu ganz anderen Meinungen kommen?

Die Lösung zu diesen Fragen ergibt sich aus unserem Kenntnisstand bzw. der Unkenntnis der Situation bei vielen Arten, insbesondere wirbellosen (Klein)Tieren. Denn die in Abb. 1 wiedergegebenen Befunde betreffen nur die **bekanntesten** Ausrottungen bzw. das Aussterben von Arten. Die Verfechter der Ansicht, dass wir uns in einer neuen Phase des Massensterbens befinden, gehen von unserer Unkenntnis aus. Dafür können sie gute Gründe vorbringen.

So nahm man bis um das Jahr 1980 an, dass es insgesamt etwa 2-3 Millionen verschiedener Arten gäbe. Gut eineinhalb Millionen davon waren der Wissenschaft bekannt und beschrieben (mit wissenschaftlichen Namen eindeutig gekennzeichnet). Dann zwangen neue Befunde zum Artenreichtum der Insekten, vor allem der Käfer, im Kronenraum tropischer Re-

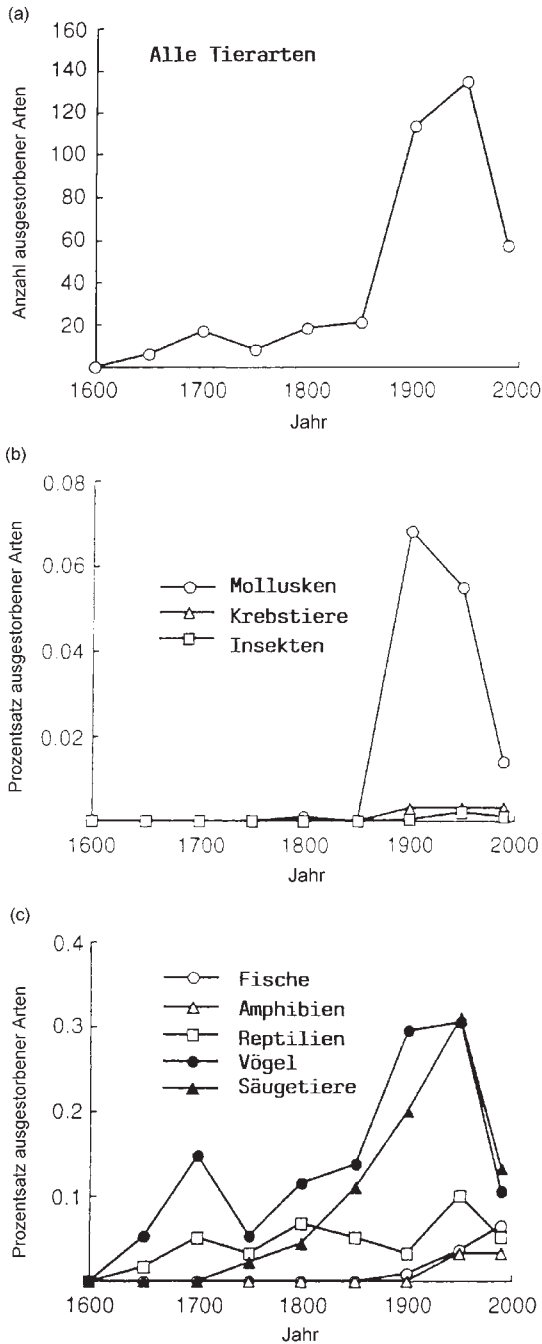


Abbildung 1

Zeitlicher Verlauf des dokumentierten Aussterbens von Arten seit 1600. (a) Alle Tierarten, die nachweislich ausgestorben oder ausgerottet worden sind; weltweit. (b) Wirbellose (Weichtiere, Krebstiere und Insekten); weltweit. (c) Wirbeltiere; weltweit.

(Quelle: SMITH, F.D.M.; R.M.MAY, R. PELLEW, T.H. JOHNSON & K.R. WALTER (1993): How Much do we Know About the Current Extinction Rate? Trends in Ecology and Evolution 8 (no.10): 375-378).

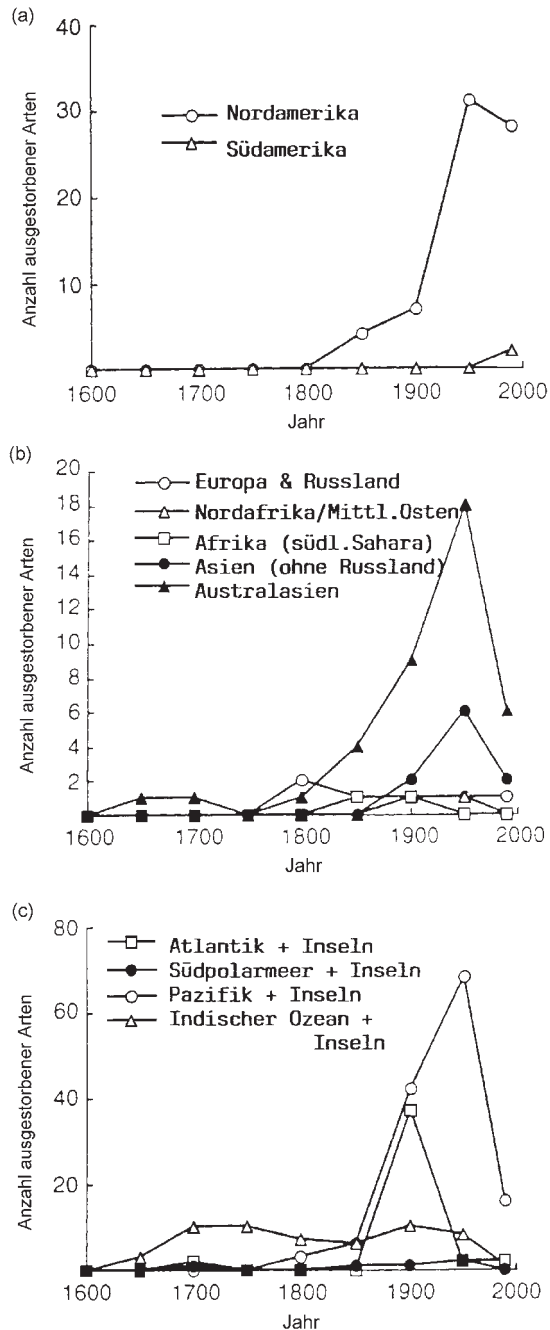


Abbildung 2

Geographische Großverteilung der seit 1600 nachweislich ausgestorbenen oder ausgerotteten Tierarten. (a) Nord- und Südamerika. (b) Kontinente der „Alten Welt“. (c) Ozeane und Inseln.

genwälder zu ganz neuen Kalkulationen der Gesamtartenzahl. Die modernen genetischen Analysemethoden verstärkten dies sogar, weil sich immer häufiger zeigte, dass äußerlich sehr ähnliche oder so gut wie nicht unterscheidbare „Arten“ in Wirklichkeit aus mehreren verschiedenen bestehen (können). Das führte zu Hochrechnungen bis zu 50 Millionen Arten

und mehr. Somit wäre bislang nur ein ganz geringer Teil des Artenspektrums der Erde überhaupt bekannt, und dieser mit starkem Überhang bei den Wirbeltieren. Gegenwärtig besteht noch immer eine so hohe Unsicherheit, dass niemand plausible, nachvollziehbare Angaben machen kann. Die Spanne reicht von mindestens 10 bis höchstens 100 Millionen Arten.

Diese sind nun aber weltweit bekanntlich nicht gleichmäßig verteilt, sondern schwerpunktmäßig in den Tropen zu finden. Bei fast allen Teilgruppen von Tieren und Pflanzen steigen die Artenzahlen äquatorwärts stark, zumeist sogar exponentiell, an (z.B. BEGON, HARPER & TOWNSEND 1986). Abb. 3 zeigt dies für Vögel. Dieser Trend überlagert sich mit einem anderen, allgemein anzutreffenden, nämlich der Abhängigkeit des Artenreichtums von der Flächengröße, die Arten-Flächen-Beziehung (MacARTHUR & WILSON 1967; für Mitteleuropa REICHHOLF 1980a). Normalerweise, d.h. für außertropische Regionen, nimmt die Artenzahl unter flächig-kontinentalen Bedingungen dabei deutlich langsamer zu als auf Inseln oder unter insulären Verhältnissen. Mit zunehmender Flächengröße steigen auf Inseln die Artenzahlen rund doppelt so stark oder noch stärker an als auf Festländern - und nehmen umgekehrt, bei Verkleinerung der Flächen, entsprechend doppelt so stark ab. Und in genau dieser „Flächenverkleinerung“ steckt nach Ansicht der Verfechter der These des gegenwärtigen Massensterbens von Arten der Kern: Unter dem Einfluss des Menschen wurden in den vergangenen Jahrhunderten und insbesondere im 20. Jahrhundert in den Tropen riesige Flächen primärer Lebensräume verändert und in mehr oder weniger artenarmes Kulturland umgewandelt. Allein im tropischen Amerika waren das zwischen 1980 und 1985 rund 5 Millionen Hektar Wald pro Jahr, die zu zwei Drittel in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt wurden. Vom riesigen Waldgebiet, das den nahezu gesamten Osten der heutigen USA von den Prärien bis zum Atlantik bedeckt hatte, blieben nach 300 Jahren Erschließung von 1620 bis 1920 nur noch kümmerliche Reste übrig, die nurmehr wenige Prozent des ursprünglichen Waldes ausmachen (DOBSON 1997). Wenn nun aber der Artenreichtum flächenabhängig ist und dies sogar doppelt so stark in den Tropen wie in außertropischen Regionen (REICHHOLF 1990b und Abb. 2), so folgt daraus, dass mit den riesigen Flächenverlusten auch entsprechende Artenverluste verbunden sein müssen. Wir können diese gar nicht genauer – im Sinne nachgewiesener Aussterbefälle (MÜLLER 1997) – kennen, weil wir dazu vorher eine umfassende Inventarisierung des Artenbestandes der betroffenen Gebiete hätten haben müssen. Deshalb weichen die errechneten Zahlenangaben zu den täglichen oder jährlichen Aussterberaten auch ziemlich stark voneinander ab: Tab. 1. Nach der Dobson-Schätzung wären dies 4.000 bis 14.000 Arten pro Jahr oder etwa 10 bis 38 pro Tag. Folgt man dieser Kalkulation, so würde die frühere Schätzung von 2-3 Millionen Arten weltweit in den nächsten 300 Jahren „aufgebraucht“ sein. Der größte Teil der heute existierenden Arten wäre dann ausgelöscht. Vor diesem möglichen Szenario hatte die Umweltkonferenz von Rio 1992 die Erhaltung der Biodiversität der Erde auch gleichrangig mit nachhaltiger Entwicklung zu einem politischen Kernziel der Staatengemeinschaft gemacht. Die wenigen do-

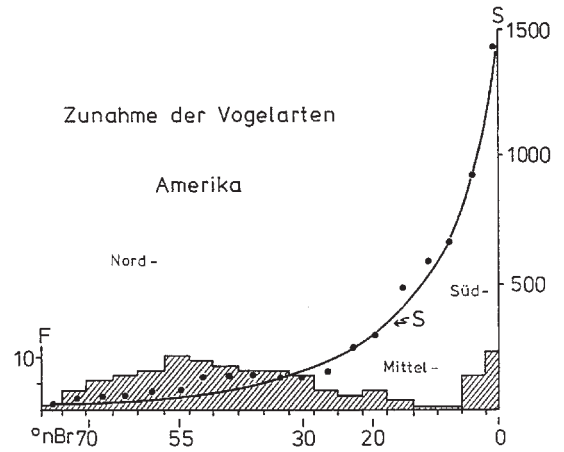


Abbildung 3
Zunahme der Artenvielfalt in Richtung äquatoriale Zone; Vögel in Amerika (aus REICHHOLF 1990: Der Tropische Regenwald, dtv, München).

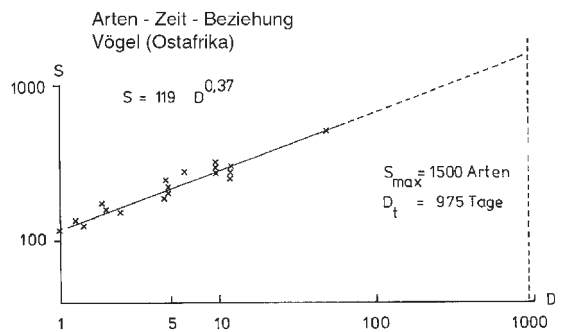


Abbildung 4
Arten-Zeit-Beziehung in der Vogelwelt Ostafrikas (REICHHOLF 1980). Die Artenzahl steigt in dieser tropisch-reichen Avifauna ähnlich schnell und exponentiell wie in Inselfaunen. Die Artareale sind durchschnittlich erheblich kleiner als auf außertropischen Kontinentalflächen und inselartig-mosaikhaft geographisch verteilt.

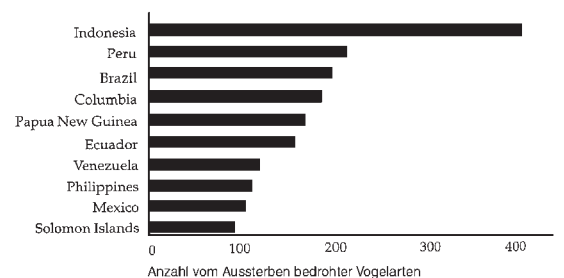


Abbildung 5
Geographische Verteilung des größten Teiles („Top Ten“) der von Aussterben bedrohten Vogelarten der Erde (aus „Birds“, Autumn 1994, Royal Society for the Protection of Birds, U.K.). Die Zusammenfassung ergibt, dass es Vögel des tropischen Regenwaldes (insbesondere des neotropischen) und tropischer Inseln sind, die stark gefährdet sind. Ihre Arelae sind klein und insulär.

Tabelle 1

Kalkulation zur gegenwärtigen Rate des Artensterbens (nach REID, W. V. (1992): How many species will there be? In: WHITMORE, T. C. & J. A. SAYER (eds.) Tropical Deforestation and Species Extinction. Chapman and Hall. London).

	pro Jahrzehnt
Ø	Myers 1979 4 % Verlust
7,6	Lovejoy 1980 8 - 11
9,2	Simberloff 1986 10 - 12 Raven 1987 8
3,1	Raven 1988 9 Myers 1988 >7 Wilson 1988 & 1989 2 - 3 Reid & Miller 1989 2 - 5
%	Reid 1992 1 - 5
	Dobson 1997 2 - 5 Ø (n = 10 Schätzungen) 6 % min. 1 % max. 12 %
	Schätzung der Gesamtartenzahl Min. 5 Millionen max 80-100 Millionen
	Dobson Schätzung: 4000 - 14 000 Arten/Jahr (1997) = 10 - 38 pro Tag

kumentierten Aussterbefälle bei auffälligen, auch früher schon bekannten Arten dürfen nicht dazu verleiten, diese als repräsentativ für die gesamte Artenvielfalt zu nehmen. Dazu ist der Artenschatz der Erde zu wertvoll, um leichtfertig damit umzugehen. Andererseits drücken aber die Rückgänge der Aussterberaten in den entwickelten Regionen und die internationalen Erfolge beim Artenschutz aus, dass das Bemühen, die Artenfülle der Erde möglichst umfassend zu erhalten, kein vergebliches und sinnloses Unterfangen ist. Panikmache ist dabei genauso wenig angebracht, wie Leichtfertigkeit. Die Menschheit hat genügend Lebens- und Entfaltungsraum, um ein langfristiges Miteinander mit den anderen Lebewesen zu sichern.

Ergebnisse

1. Die Geschichte des Lebens ist kein einfacher, kontinuierlicher Prozess. Katastrophen waren nicht selten und auf ihnen beruht die zeitliche Gliederung der Erdgeschichte.
2. Das Aussterben findet als „ganz normaler Artentod“ unablässig auf allen Ebenen statt:
 - im Tod des einmaligen Individuums
 - im Aussterben von Lokalpopulationen
 - im Aussterben von Arten
 - im Aussterben von Gattungen und Familien
 - in Ereignissen, die als Massensterben zu bezeichnen sind.

3. Die dokumentierten Fälle des Aussterbens von Arten verteilen sich seit 1600 zeitlich und geographisch unterschiedlich. Insgesamt ergibt sich für die größeren Arten (vor allem für Wirbeltiere) eine deutliche Abnahme des Aussterbens zum Ende des 20. Jahrhunderts.
4. Die Hauptmasse der Arten lebt in der Tropenzone. Das Arteninventar der Tropen ist jedoch am wenigsten, möglicherweise noch ganz unzureichend, bekannt.
5. Die stärksten Veränderungen natürlicher und naturnaher Lebensräume durch Eingriffe seitens des Menschen finden gegenwärtig ebenfalls in den Tropen (und Subtropen) statt.
6. Aus Berechnungen zur Abhängigkeit des Artenreichtums von der Flächengröße der Lebensräume lässt sich schließen, dass mit der Vernichtung (tropischer) Lebensräume große Artenverluste verbunden sind, zumindest das sein können.
7. Auch wenn die tatsächlichen Gegebenheiten mangels entsprechend umfassender Voruntersuchungen noch unklar sind, gebietet die Verantwortung, nicht leichtfertig mit der Problematik der Erhaltung des Artenschatzes der Erde umzugehen. Der Umweltgipfel von Rio 1992 hat daher der Erhaltung der Biodiversität ganz folgerichtig höchste Priorität zugemessen.

Literatur

- BEGON, M.; J. L. HARPER & C. R. TOWNSEND (1986): Ecology. Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publ., Oxford.
- DARWIN, C. (1859): Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. (Übers. C.W. Neumann, Reclam, Stuttgart 1967).
- DOBSON, A. P. (1997): Biologische Vielfalt und Naturschutz. Der riskierte Reichtum. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- ELDREDGE, N. (1987): Life Pulses. Episodes from the Story of the Fossil Record. Facts on File Publ., New York.
- (1994): Wendezeiten des Lebens. Katastrophen in Erdgeschichte und Evolution. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- GOULD, S. J. (1991): Zufall Mensch. C. Hanser Verl., München.
- LUTHER, D. (1986): Die ausgestorbenen Vögel der Welt. Neue Brehm-Bücherei Bd. 424. Ziemsen Verl., Wittenberg.
- MACARTHUR, R. H. & E. O. WILSON (1967): Biogeographie der Inseln, Goldmann, München.
- MAYR, E. (1963): Artbegriff und Evolution. Paray, Hamburg.
- (1968): Das ist Biologie Die Wissenschaft des Lebens. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- MARTIN, P. S. & R. G. KLEIN (eds.) (1984): Quarternary Extinctions. A prehistoric Revolution. Univ. Arizona Press, Tucson, Arizona.

- MÜLLER, P. (1997):
Das Artensterben – ein Konstrukt?- Arch.Natursch.Landschaftspflege.
- RAUP, D. M. (1991):
Extinction. Bad Genes or Bad Luck? W.W. Norton, New York.
- REICHHOLF, J. H. (1980a):
Die Arten-Areal-Kurve bei Vögeln in Mitteleuropa.- Anz.orn. Ges.Bayern 19: 13-26.
- (1980b):
Komponenten des Artenreichtums der ostafrikanischen Avifauna.- Verh.orn.Ges.Bayern 23: 371-385.
- REICHHOLF, J. H. (1992):
Der schöpferische Impuls. Eine neue Sicht der Evolution. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart.
- SCHINDEWOLF, O. H. (1950):
Grundfragen der Paläontologie. Schweizerbart, Stuttgart.
- SMITH, F. D. M. et al. (1993):
How much do we know about the current extinction rate?- Trends in Ecology and Evolution 8: 375-378.
- STANLEY, S. M. (1988):
Krisen der Evolution. Artensterben in der Erdgeschichte. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- Anschrift des Verfassers:**
Prof. Dr. Josef H. Reichholf
Zoologische Staatssammlung
Wirbeltierabteilung
Münchhausenstr. 21
D-81247 München

Zum Titelbild:

Historische Darstellung des Waldrapps (*Geronticus eremita*) aus GESNER (1669): Vollkommenes Vogel-Buch, 2. Aufl., unveränderter Nachdruck der Ausgabe von 1669; Hannover (Schlüter).
(Foto: Dr. Walter Joswig, Aufnahme im Alpenzoo Innsbruck, 1994)

Der Waldrapp war im Mittelalter im Mittelmeergebiet weit verbreitet und kam auch in den Alpenländern, in Bayern und Baden-Württemberg vor. Eine Abkühlung des Klimas und die Verfolgung durch den Menschen wegen seines schmackhaften Fleisches führten jedoch bereits im siebzehnten Jahrhundert zum Aussterben der süddeutschen und alpinen Populationen. Im zwanzigsten Jahrhundert bewirkte vor allem der Einsatz von DDT und anderen Bioziden weitere Bestandsverluste. Nachdem 1989 auch die türkische Population erlosch, existieren heute nur noch drei kleine Bestände von insgesamt wenigen hundert Tieren in Marokko.

Mit Informationskampagnen in der Bevölkerung und strengen Schutzbestimmungen in den noch existierenden Habitaten wird seit 1992 versucht, diese hochgradig gefährdete Art vor dem endgültigen Aussterben zu bewahren. In Deutschland ist vor allem die Stiftung Europäisches Naturerbe, Radolfzell, an den Schutzmaßnahmen aktiv beteiligt.

Laufener Seminarbeiträge 3/00

Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

ISSN 0175 - 0852

ISBN 3-931175-58-8

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach (ANL, Ref. 12) in Zusammenarbeit mit Dr. Josef Heringer (ANL)
Für die Einzelbeiträge zeichnen die jeweiligen Referenten verantwortlich.

Die Herstellung von Vervielfältigungen – auch auszugsweise – aus den Veröffentlichungen der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege sowie deren Benutzung zur Herstellung anderer Veröffentlichungen bedürfen der schriftlichen Genehmigung.

Satz: Christina Brüderl (ANL)

Farbseiten: Hans Bleicher, Laufen

Druck und Bindung:

Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [3_2000](#)

Autor(en)/Author(s): Reichholf Josef H.

Artikel/Article: [Der ganz normale Artentod Das Aussterben in der Erdgeschichte und in der Gegenwart 9-15](#)