

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 40 (1983)

Artikel: Fauna im Wandel
Autor: Wandeler, Alexander I.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-318490>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ALEXANDER I. WANDELER

Fauna im Wandel

Das Thema «Fauna im Wandel» ist sehr komplex. Es beinhaltet die genetische Evolution von Tierarten bzw. die Koevolution dieser Arten in Lebensgemeinschaften und die Geschichte der menschlichen Einflussnahme auf diese natürlichen Prozesse. Es soll hier zuerst die genetische Evolution der menschlichen kulturellen Evolution gegenübergestellt werden.

Genetische Evolution – Kulturelle Evolution

Die Fauna einer Region ist nichts Konstantes. Im Laufe der Erdgeschichte hat sich ihre Zusammensetzung durch Immigration, Evolution und Extinktion dauernd verändert. Die Motoren dieser Faunenentwicklung sind klimatische und landschaftliche Änderungen und inter- und intraspezifische gegenseitige Beeinflussung. Dabei werden aussterbende Arten ersetzt oder verdrängt durch andere, erfolgreichere Arten mit ähnlichen ökologischen Ansprüchen. Jeder Fortschritt in der Nutzung der Umwelt durch eine Art wird automatisch zum Nachteil für andere Arten. Die benachteiligten Species müssen den evolutiven Rückstand wettmachen, sonst geraten sie in Gefahr auszusterben. Dieses «Wettrüsten» ist identisch mit genetischer Evolution. Genetische Evolution beruht auf der Entstehung neuer Allele durch Mutation und auf den selektiven Vorteilen einzelner neuer Allele in einer sich verändernden Umwelt. Genetische Evolution ist meistens relativ langsam. Ihre Geschwindigkeit ist bestimmt durch Mutationsraten, durch die unterschiedliche Vermehrung und Streuung von Allelen («Fitness») und durch Rekombinationsraten.

Im Laufe der Evolution der Lebewesen taucht im Pleistozän die Gattung *Homo* auf. Auch *Homo* hat sich genetisch verändert, vom *Homo habilis* zum *Homo erectus* und zum *Homo sapiens*. Es ist durchaus denkbar, dass die Entwicklung verschiedener Kulturen relativ stark von genetisch evoluierendem Sozialverhalten mitbestimmt wird.

Die kontinuierliche Verbesserung der Ressourcennutzung durch den Menschen ist aber nur zu einem kleinen Teil die direkte Folge von genetischer Evolution. Sie beruht vielmehr auf den spezifisch menschlichen, intellektuellen Fähigkeiten, Erfahrungen zu Informationen zu verarbeiten, solche Informationen detailliert an Artgenossen weiterzugeben und Wissen aus direkter und indirekter Erfahrung zu kombinieren und für Entscheide über zukünftige Aktionen zu verwenden.

Damit hat sich auch eine weitere menschliche Fähigkeit dauernd verbessert, nämlich die der Werkzeugherstellung. Diese nichtgenetische Verbesserung der Umweltnutzung gehört zur kulturellen Evolution. Es wird immer noch diskutiert, ob in gewissen Phasen von Kulturentwicklung deren Richtung und Geschwindigkeit eher durch Verknappung von Nahrungsgrundlagen oder eher durch soziale Faktoren bestimmt wird. Die Rückwirkung von den durch die Nutzung verursachten Umweltveränderungen auf die Art und Intensität der Nutzung ist nicht eindeutig, d. h. die Beziehungen zwischen Ökologie und Kulturentwicklung sind sehr komplex (JOCHIM, 1981). Die bestmögliche Nutzung und Beeinflussung der Umwelt wird in unterschiedlichen Kulturen mit verschiedenen Methoden versucht, mit Methoden, die von magisch-religiösen bis zu rein rationalen Anstrengungen reichen. Da die kulturelle Evolution von Mutationsraten und populationsgenetischen Prozessen weitgehend unabhängig ist, kann sie wesentlich schneller sein als die genetische Evolution. Der Geschwindigkeitsunterschied verunmöglicht eine Koevolution. Für viele Arten ist eine Anpassung an die sich rasch verändernde menschliche Verfolgung und indirekte Benachteiligung unmöglich.

Parallel mit der Zunahme der menschlichen Bevölkerung ist auch die Zahl der ausgestorbenen Species angestiegen (ZISWILER, 1965; EHRENFELD, 1970; ERZ, 1981). Mit höherer Bevölkerungsdichte wird die Nutzung der Umwelt intensiviert, und die intensiv genutzten Flächen werden vergrössert. Mit dem Bevölkerungswachstum beschleunigt sich auch die kulturelle Evolution. Im Laufe der Kulturgeschichte Mitteleuropas haben die für einzelne Pflanzen und Tiere bedrohlichen Entwicklungen und Ereignisse zugenommen. Dies ist in Abbildung 1 in Form einer Zeittabelle dargestellt. Die Tabelle ist unvollständig und die einzelnen Prozesse sind nicht gewichtet. Sie soll aber einen Eindruck von der zeitlichen Verteilung und von der Vielfalt der verschiedenen Einflussnahmen vermitteln. Es besteht hier nicht die Möglichkeit, auf alle in Abbildung 1 erwähnten Vorgänge einzugehen. Als Beispiele behandeln wir hier nur einige Einflüsse der Jagd und Teilaspekte der Parzellierung der Landschaft.

Die Jagd

Mit der Ausbreitung von Jäger- und Sammlerkulturen im Palaeolithikum sind aus Mitteleuropa eine ganze Reihe von grossen Säugetieren verschwunden, so z. B. Höhlenlöwe, Höhlenpanther, Höhlenhyäne, Höhlenbär, Waldelefant, Mammut, Wisent, Ur, Riesenhirsch, wollhaariges Nashorn, Mercksches Nashorn, Wildpferd u. a. m. (HESCHELER und KUHN, 1949).

Palaeolithische Jäger haben zahlreiche dieser Arten auf Höhlenwänden und auf anderen Objekten dargestellt, möglicherweise zur magischen Beeinflussung des Jagderfolges. Gewicht, Populationsdichte, Gruppengrösse, Beweglichkeit,

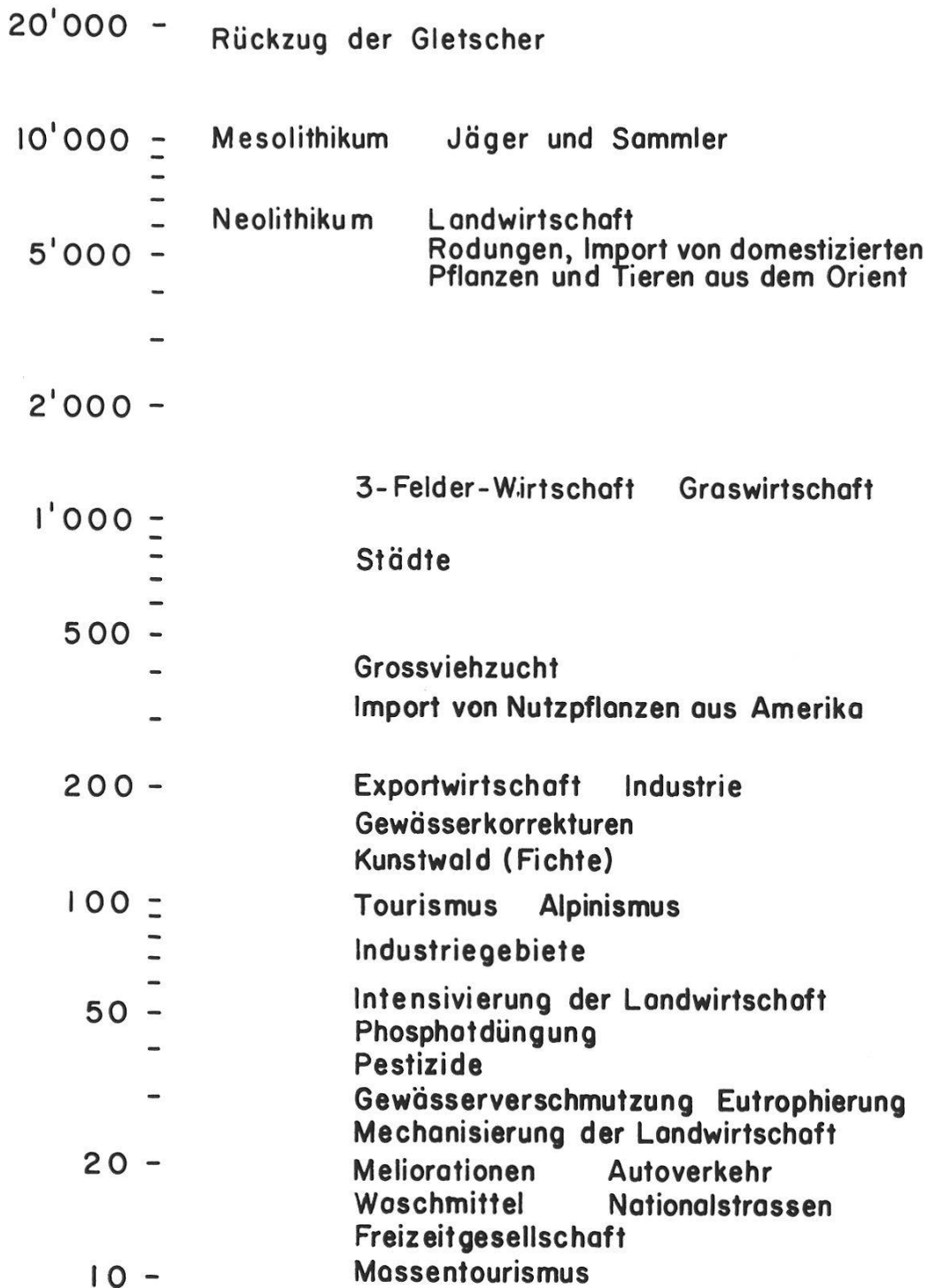


Abbildung 1 Zeittabelle mit ausgewählten naturschutzrelevanten Ereignissen und Entwicklungen in Mitteleuropa. Logarithmische Skala: Anzahl Jahre vor heute.

Fettreserven und nichtessbare Rohmaterialien einer Tierart mögen die Intensität ihrer Verfolgung durch Altsteinzeitjäger bestimmt haben. Ähnliches hat man auch auf anderen Kontinenten beobachtet (MARTIN and WRIGHT, 1967). In allen Situationen ist aber umstritten, wieweit die Bejagung und wieweit klimatisch bedingte Umweltveränderungen zum Aussterben der pleistozänen Säugetiere beigetragen haben. In einer sehr sorgfältigen Studie hat FRISON (1978) gezeigt, dass prähistorische Indianer für die Jagd auf grosse Tiere praktisch alle Geländestrukturen wie Felsklippen, Canyons, Arroyos, Dünen und Sümpfe sehr effizient ausnützten. FRISON ist überzeugt, dass die Indianer auf diese Weise zuerst das Aussterben des Mammuts beschleunigten, dann die Evolution vom grossen prähistorischen zum kleineren modernen Bison beeinflussten.

In Europa findet mit der neolithischen «Revolution» eine Hinwendung zur landwirtschaftlichen Produktion statt. Mehr und mehr werden aus dem Orient importierte domestizierte Gräser angebaut und importierte domestizierte Wiederkäuer gehalten. Damit lässt möglicherweise der Jagddruck auf die noch verbliebenen potentiellen Fleischlieferanten unter den Wildtieren etwas nach. Zu einer massiven Bedrohung grösserer einheimischer Tiere kommt es erst wieder mit der Entwicklung von Kugelwaffen für die Jagd und mit der Lockerung der feudalistischen Gesellschaftsstruktur mit wenigen privilegierten Jägern. Im 19. Jahrhundert werden in der Schweiz Rothirsch, Reh, Steinwild, Wildschwein, Biber, Wolf, Bär, Luchs, Bartgeier und Steinadler ganz oder nahezu ganz ausgerottet (TSCHUDI, 1853; GÖLDI, 1914). Für einige Arten kann man diskutieren, wieweit direkte Verfolgung und wieweit der Entzug von Daseinsgrundlagen zum Aussterben geführt hat. Jedenfalls nehmen Reh, Rothirsch, Wildschwein und Steinadler wieder zu, nachdem ihre Bejagung verboten oder gesetzlich eingeschränkt ist. Steinwild und Luchs breiten sich nach Wiedereinbürgerung und Unterschutzstellung aus.

Neben den Species, deren Existenz durch Bejagung bedroht war oder ist, gibt es Arten, die kontinuierlicher menschlicher Verfolgung trotzen. Das Jagen selbst ist ein komplizierter Prozess. In einer eigenen Untersuchung haben wir versucht, die verschiedenen Faktoren zu finden, die Fuchsabschusszahlen bestimmen. Die Beziehungen zwischen Jägern und Füchsen lassen sich als Räuber-Beute-Komplex behandeln. Auf der Beuteseite sind junge und männliche Tiere leichter zu erlegen als ältere und weibliche Füchse. Auf der Seite der Prädatoren gibt es regionale, traditionelle Unterschiede in den Jagdmethoden; verschiedene Berufskategorien sind unterschiedlich erfolgreich, und der Aufwand wird bestimmt durch die Pelzqualität, die Tollwutsituation und die Einschätzung des Fuchses als Konkurrent für die Niederwildjagd. Man muss deshalb annehmen, dass in verschiedenen Regionen quantitativ und qualitativ unterschiedliche Segmente einer Fuchspopulation der Jagd zum Opfer fallen. Damit wird es möglich, dass in einer Situation die Verluste immer wieder durch Nachwuchs ersetzt werden und dass unter anderen Bedingungen die Bejagung zu einer Bestandesreduktion führt. Ich

bin überzeugt, dass man ähnliche Beziehungen auch bei anderen bejagten und verfolgten Tierarten finden kann.

Die Parzellierung der Landschaft

Wäre die Schweiz nicht vom Menschen besiedelt worden, so wäre höchstwahrscheinlich ihr Gebiet unterhalb etwa 2200 m Höhe über Meer zum grössten Teil von Wald bedeckt. Dieser Urwald wäre ziemlich zusammenhängend. Pionierpflanzen und die von ihnen direkt oder indirekt abhängigen Tierspecies überlebten in zahlreichen kleineren und wenigen grossen Lichtungen. Solche entstehen durch einzelne sterbende Bäume, Waldbrände, Windwurf, Gewässeraktivität etc.. Statt der beschriebenen Biotope haben wir eine Landschaft, die stark aufgegliedert ist in künstliche Kompartimente, in Siedlungsräume, Industriezonen, landwirtschaftliche Nutzungsflächen etc.. Es gibt in dieser Landschaft immer noch relativ viel Wald, aber er ist fragmentiert in einzelne Segmente, und er ist in seiner Artenzusammensetzung künstlich verändert. Die im Laufe der Zeit zunehmende Parzellierung der Landschaft war eine Folge des Bevölkerungswachstums, der Veränderung von Besitzesverhältnissen und Nutzungsrechten, von Erbteilungen und von landwirtschaftlicher Entwicklung. Dabei sind regionale Formen von Siedlungen und Fluren entstanden. Die weitere Parzellierung der landwirtschaftlichen Produktionsflächen ist erst während der letzten Jahrzehnte gestoppt und mit Güterzusammenlegungen z.T. wieder rückgängig gemacht worden (EWALD, 1978).

In Abbildung 2 sind die landschaftlichen Veränderungen auf ein simples Modell reduziert. In der hypothetischen Ausgangssituation ist das ganze Areal von Wald (oder einer anderen einheitlichen Vegetation) bedeckt. Wird in diesem Wald gerodet, so schafft man nicht nur Rodungsflächen, sondern es entsteht auch Waldrand. Mit zunehmender Ausdehnung der Rodungen verlängert sich der Waldrand relativ zum Gesamtareal, bis die Rodungsflächen sich berühren, und relativ zur noch bewaldeten Fläche, bis kein Wald mehr steht. Eine möglichst lange Kontaktlinie zwischen zwei Biotopen (z. B. Wald und Rodungsfläche) dient Arten, die in beiden Lebensräumen Ressourcen nutzen.

Waldrand ist aber nicht einfach eine Grenzlinie, sondern eine Übergangszone mit eigener Vegetationsstruktur und meist grossem Artenreichtum. Von der Waldrandvegetation leben direkt und indirekt zahlreiche Tierspecies, vor allem Arthropoden, Reptilien, Vögel und Kleinsäuger. Nicht nur von der Verlängerung des Waldrandes, sondern von der starken Gliederung der Landschaft ganz allgemein profitierten namentlich Dachs, Fuchs, Wildschwein, Reh und Rotwild. Reh- und Rotwildbestände sind förmlich explodiert, nachdem sie nur noch kontrolliert bejagt werden durften. Die beiden Wildarten haben heute vielerorts so hohe Populationsdichten erreicht, dass sie die von ihnen genutzte Vegetation

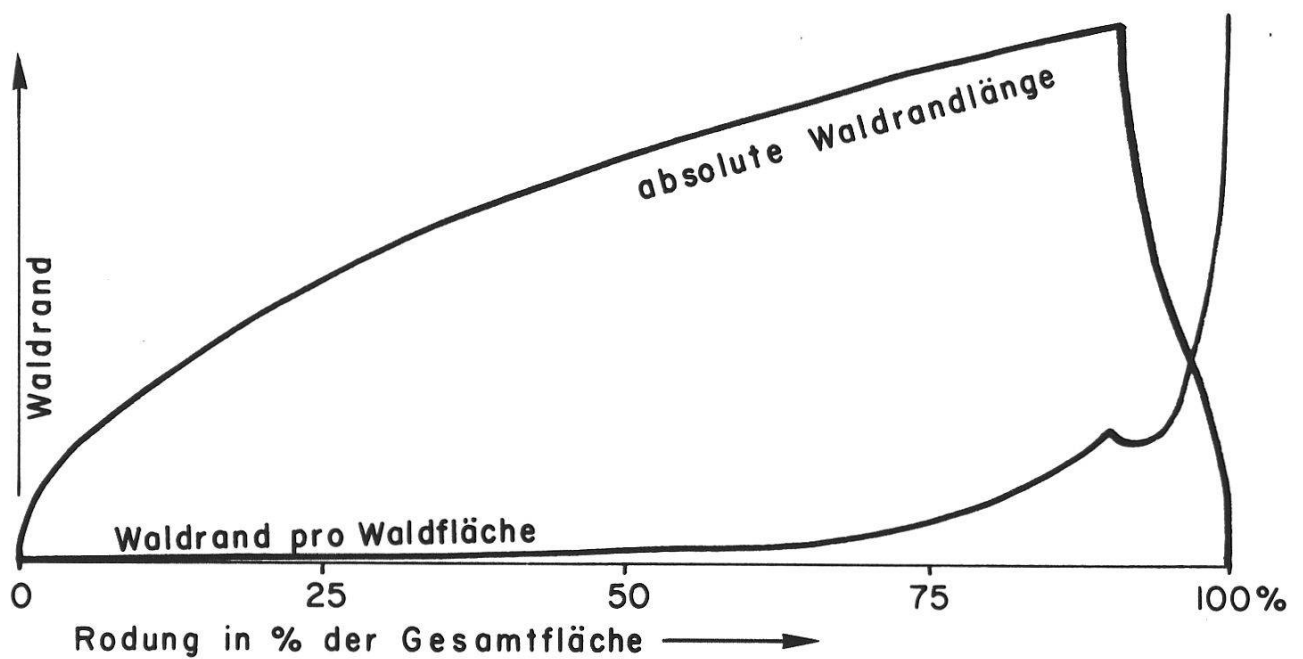
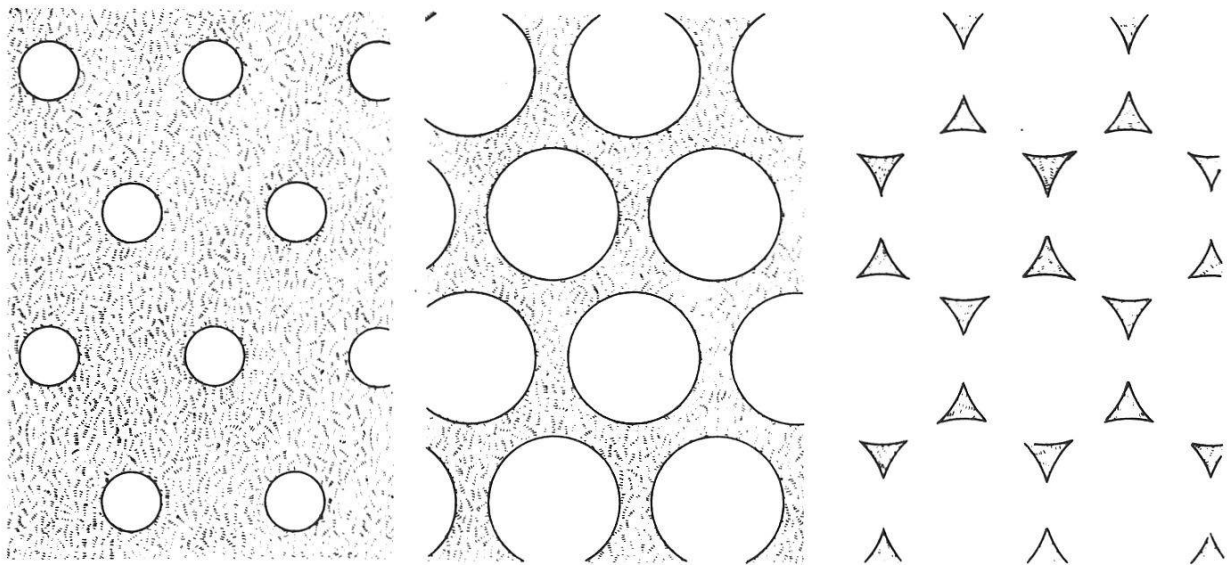


Abbildung 2 oben 3 Phasen der Verdrängung eines Lebensraumes (Wald oder Habitat einer Species) durch konzentrische Ausbreitung eines anderen Biotopes (Rodung oder Stadtgebiete).

Abbildung 2 unten Länge der Grenzlinie in obigem Modell als Funktion des Flächenanteiles des ursprünglichen Lebensraumes an der Gesamtfläche. Erläuterungen im Text.

nachhaltig beeinflussen. Rehe lassen keinen Tannenjungwuchs mehr aufkommen, und Hirsche können durch Schälen ganze Waldpartien zerstören. Verallgemeinernd lässt sich sagen, dass gewisse Lebensgemeinschaften potentiell gefährdet sind durch diejenigen Pflanzen- und Tierarten, die von unserer Kulturlandschaft am meisten profitieren.

Habitatinseln

Man betrachte in Abbildung 2 die grauen Gebiete als das Habitat einer Species. Die weissen Zonen, z. B. urbane Gebiete, seien für diese Species nicht bewohnbar und nur beschränkt oder unter grossen Verlusten traversierbar. Mit der Ausdehnung der weissen Gebiete wird einmal der Lebensraum unserer Species eingeschränkt. Mit der Zeit wird ihre Verbreitung auf nicht mehr zusammenhängende Habitatinseln beschränkt. Auch wenn wir diese Inseln zu Schutzgebieten erklären, ist unsere Species noch nicht sicher gerettet. Der Genfluss durch das Verbreitungsareal der Art ist gestoppt. Je kleiner eine Insel, umso grösser die Wahrscheinlichkeit, dass die Species darauf verschwindet. Je grösser der Abstand zwischen den Inseln und je lebensfeindlicher das Milieu dazwischen, umso geringer wird die Chance einer Wiederbesiedlung. Solche theoretische Aspekte der Inselbiogeographie sind 1967 von MACARTHUR und WILSON publiziert worden. Dieses Buch ist bald zu einer der einflussreichsten Arbeiten der modernen Ökologie geworden. Eine direkte Ableitung aus den Resultaten dieser Arbeit sind Empfehlungen über die Grösse und Anordnung von Naturschutzreservaten: Ein grosses Reservat ist effizienter als ein kleines; ein zusammenhängendes Reservat ist besser als ein fragmentiertes; muss man Fragmente machen, so ist es von Vorteil, sie durch Korridore zu verbinden; Teilschutzgebiete sollten alle in möglichst kleinem Abstand voneinander liegen.

Habitatstabilität

Dem Buch von MACARTHUR und WILSON (1967) entstammt auch noch ein anderes, heute viel diskutiertes Konzept. Die beiden Theoretiker haben gezeigt, dass die Umweltstabilität einer der wesentlichsten Faktoren für die Evolution bestimmter Lebenslaufstrategien ist. r-Selektion nannten sie die Selektion in variabler Umwelt, in einer Umwelt mit schlecht voraussehbaren, azyklischen Veränderungen (z. B. wegen menschlicher Eingriffe), bei dichteunabhängiger Mortalität (z. B. Katastrophen), bei variabler, oft geringer intra- und interspezifischer Konkurrenz. r-Selektion führt zu Tieren mit rascher Ontogenese, früher, einmaliger Reproduktion, Multiparie, kurzer Lebensdauer, kleinem Körper und hoher per capita Wachstumsrate der Population (hoher r_{max}). Mit anderen Worten:

Selektion in instabilen Biotopen bevorzugt Arten mit hohem Reproduktionspotential. K-Selektion ist Selektion in konstanter Umwelt oder in einer Umwelt mit gut prognostizierbaren, zyklischen Veränderungen, bei dichteabhängiger Mortalität und bei meist starker intra- und interspezifischer Konkurrenz. K-Selektion führt zu Tieren mit langsamer Ontogenese, später, wiederholter Reproduktion, Uniparie, langer Lebensdauer, grossem Körper und Populationsdichten nahe der Umweltkapazität (K). Das heisst, in stabiler Umwelt bevorzugt die natürliche Selektion Arten, die ihre Umwelt effizient nutzen; K-Selektion führt zu Spezialisistentum.

Es gibt heute ernstzunehmende Kritik an diesem Konzept. Aber es war und ist immer noch sehr stimulierend. Das Modell zeigt uns deutlich, dass wir durch unsere Eingriffe und Einflüsse gewisse Lebensformen stärker hemmen als andere.

Stark gefährdete Arten – wenig gefährdete Arten

Stellt man empirische und theoretische Erkenntnisse zusammen, so kommt man zu Kriterien für die Gefährdung von Arten. Die wichtigsten davon sind in Tabelle 1 zusammengestellt (in Anlehnung an EHRENFELD, 1970). Für die praktische Anwendung einer solchen Tabelle muss man beachten, dass eine Species

Tabelle 1 Kriterien für unterschiedliche Gefährdung

<i>stärker gefährdet:</i>	<i>weniger gefährdet:</i>
K-Strategen:	r-Strategen:
grosse Tiere	kleine Tiere
mit langsamer Reproduktion	mit rascher Reproduktion
mit enger Habitattoleranz	mit weiter Habitattoleranz
Spezialisten	Generalisten, Opportunisten
mit stereotypem Verhalten	mit plastischem, adaptivem Verhalten
Carnivoren	Vegetarier, Omnivoren, Aasfresser, Insektivoren
Endglieder von Nahrungsketten	in niederer Stufe von Nahrungsketten
toleriert Menschen nicht,	toleriert Menschen
Kulturflüchter	Kulturfolger
wird unkontrolliert verfolgt	wird nicht verfolgt oder nur kontrolliert bejagt
mit kostbaren Pelzen, Häuten,	ohne kommerziell verwertbare Produkte
Federn, Ölen, Pharmaceutica, etc.	
Schädling, Lästling	tangiert menschliche Interessen wenig
mit eng begrenzter Verbreitung	mit weiter Verbreitung
mit sich verkleinerndem Verbreitungsareal	Verbreitungsareal verkleinert sich nicht
mit abnehmender Populationsgrösse	Populationsgrösse nicht abnehmend

viele Kriterien für geringe Gefährdung erfüllen kann und trotzdem wegen einer speziellen Eigenschaft stark bedroht ist. So sind Vegetarier oft auch Spezialisten und vom Vorkommen einer bestimmten Nahrungspflanze abhängig (Schmetterlingsraupen, Pflanzenwespen; siehe z.B. VOLKART, 1979). Wendet man die Kriterien sinnvoll auf die einzelnen Spezies der Fauna einer Region an, so kommt man zu «roten Listen» gefährdeter Tierarten. Solche «rote Listen» gibt es für einzelne Tiergruppen und Regionen (GÉROUDET, 1970; BRUDERER und THÖNEN, 1977; HOTZ und BROGGI, 1982). Die damit gezeichneten Bilder sind ziemlich deprimierend. So sind in der Bundesrepublik Deutschland nach ERZ (1981) bei den Säugetieren 47%, bei den Vögeln 38%, bei den Reptilien 67%, bei den Amphibien 58% und den Fischen 32% aller Arten gefährdet.

Schlussbetrachtungen

Die quantitative und qualitative Zusammensetzung unserer Fauna lässt sich nur durch das Studium ihrer Genese verstehen. Die Weiterentwicklung von Lebensformen und Lebensgemeinschaften ist seit dem Ende des Pleistozäns in zunehmendem Masse vom Menschen beeinflusst worden. Viele der induzierten Veränderungen sind irreversibel. Würde man heutige Kulturlandschaften sich selbst überlassen, so würden sich auf ihnen weder die Ökosysteme einspielen, die vor der menschlichen Beeinflussung existierten, noch diejenigen, die ohne frühere menschliche Einflussnahme entstanden wären. Die kontinuierliche Intensivierung der Beeinflussung von Ökosystemen ist einerseits die Folge des menschlichen Bevölkerungswachstums, andererseits ist sie direkt verknüpft mit der lokalen kulturellen Evolution. Die kulturelle Evolution ist ausgerichtet auf eine bessere Befriedigung von Bedürfnissen (physiologische, soziale, ökonomische usw.) der individuellen Kulturträger. Sie hat eine gewisse Eigendynamik. Ihre Richtung und Geschwindigkeit ist weitgehend abhängig von kulturspezifischen Erkenntnisprozessen. Menschliche Entscheidungen über die eigene Nutzung der Umwelt sind abhängig von der Beurteilung sozialer, ökonomischer und ökologischer Zusammenhänge. Die Vorstellungen von solchen Zusammenhängen weichen in verschiedenen Kulturen unterschiedlich stark von den tatsächlichen Verhältnissen ab. In unserer kulturellen Situation erfassen wir die Ressourcen und ihre Gefährdung mit naturwissenschaftlichen Methoden. Unsere moderne Ökologie und Evolutionsbiologie kennt Wirkungsgefüge und Mechanismen der Adaptation und der Extinktion. Unsere Nutzung und Belastung der Umwelt steht jedoch in keinem Verhältnis zu diesem Wissen. Dieses ist in unserer Gesellschaft noch nicht Allgemeingut geworden. Umfassender Naturschutz ist noch nicht selbstverständlich. Es gibt aber auch keine Theorie des Naturschutzes; wir kennen keine zwingende Strategie, und für Konzepte fehlen uns häufig logische Argumente. Wir Biologen müssen uns in Zukunft in dieser Richtung noch sehr anstrengen.

Literatur

- BRUDERER, B. und THÖNEN, W., 1977: Rote Liste der gefährdeten und seltenen Vogelarten der Schweiz. Schweiz. Landeskomitee für Vogelschutz.
- EHRENFELD, D.W., 1970: Biological conservation. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- ERZ, W., 1981: Schutz der Tier- und Pflanzenwelt. Einführung in Aufgaben und Grundbegriffe des Artenschutzes. AID 52/1981.
- EWALD, K.C., 1978: Der Landschaftswandel: Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften im 20. Jahrhundert. Berichte der Eidg. Anstalt für das forstl. Versuchswesen Nr. 191.
- FRISON, G.C., 1978: Prehistoric hunters of the high plains. Acad. Press, New York, San Francisco, London.
- GÉROUDET, P., 1970: The threatened species of birds in Europe. WWF Year-book 1969: 265–270.
- GÖLDI, E.A., 1914: Die Tierwelt der Schweiz in der Gegenwart und in der Vergangenheit. Francke, Bern.
- HESCHELER, K. und KUHN, E., 1949: Die Tierwelt. In: O. TSCHUMI (ed.): Urgeschichte der Schweiz. Verlag Huber, Frauenfeld.
- HOTZ, H. und BROGGI, M.F., 1982: Rote Liste der gefährdeten und seltenen Amphibien und Reptilien der Schweiz. Schweizerischer Bund für Naturschutz.
- JOCHIM, M.A., 1981: Strategies for survival: Cultural behavior in an ecological context. Acad. Press, New York, London.
- MACARTHUR, R.H., and WILSON, E.O., 1967: The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton N.J.
- MARTIN, P.S., and WRIGHT, H.E. (eds), 1967: Pleistocene extinctions: The search for a cause. Yale University Press, New Haven and London.
- TSCHUDI, F. v., 1853: Das Tierleben der Alpenwelt. Weber, Leipzig.
- ZISWILER, V., 1965: Bedrohte und ausgerottete Tiere. Eine Biologie des Aussterbens und des Überlebens. Springer Verlag, Berlin und Heidelberg.