

# Biodiversität in Zeit und Raum - Dynamik oder Konstanz?

- Henning Haeupler, Bochum -

## Zusammenfassung

Nach einer Definition, was heute unter Biodiversität zu verstehen ist, wird, reduziert auf den Ausschnitt der Phytodiversität und hierbei aus pragmatischen Gründen sogar noch auf die Diversität der Farn- und Blütenpflanzen (Cormophytendiversität) versucht, eine chronologische Entwicklung seit dem letzten Glazial zu rekonstruieren. Dank vieler neuerer Beiträge aus der Paläo-Ethno-Botanik ist diese Rekonstruktion sehr aufschlussreich und führt dazu, die bisherige Grobgliederung des floristischen Status bei Höheren Pflanzen in Indigene, Archäo- und Neophyten für Mitteleuropa zu überdenken. Es erhebt sich die Frage, wann der größte floristische Schub stattgefunden hat: im Neolithikum, um 1492 (Entdeckung der Neuen Welt), Eckdaten, die bei der Definition der Begriffe immer herangezogen werden, oder mit den Römern um Christi Geburt oder in der jüngsten Neuzeit (mit der sogenannten 1. industriellen Revolution, bis heute anhaltend), also im 19. und 20. Jahrhundert? Nach einer vorläufigen Antwort auf diese Frage wird die Gliederung der Synantropen nach der Einwanderungszeit überarbeitet und durch die Anökophyten (Heimatlosen) ergänzt.

Beispiele für die hohe Dynamik der Flora in Mitteleuropa lassen sich viele finden, ein Arten-Turnover hat ohne Zweifel immer stattgefunden. Dies macht die Erfassbarkeit der Biodiversität keineswegs leichter. Es bedarf dabei auch einer eindringlichen Diskussion über den „Wert“ bzw. „Unwert“ von Synanthropen in solchen Bilanzen. Eingebürgerte Neophyten sind ohne Zweifel realer Bestandteil der Flora und Vegetation, zum Teil sogar landschaftsprägend und was deren Etablierung anbelangt, in gleicher Weise standortabhängig wie alle indigenen, v.a. aber Ausgang evolutiver Prozesse. Im übrigen war jeder Archäophyt früher auch einmal Neophyt! Man kann Neophyten in Diversitäts-Bilanzen daher nicht einfach übergehen.

Es scheint so zu sein, dass die Anteile von Neophyten an den Floren der gemäßigten Breiten ungleich höher sind als in den Tropen. Hier haben ebenfalls Florenverschiebungen stattgefunden bzw. finden statt, allerdings auf einem den ganzen Klimagürtel betreffenden viel stärker nivellierendem Niveau. Die Neophyten beschränken sich hier auf einen verhältnismäßig kleinen Pool pantropischer Sippen, die unter vergleichbaren klimatischen Rahmenbedingungen überall zu finden sind, möglicherweise eine Folge ehemals globalisierender kolonistischer Einflussnahme. Über Archäophyten lassen sich in diesem Raum (außer in Polynesien) derzeit wenig Aussagen machen. Sie sind infolge der historisch späten Entwicklung intensiver Nutzungsweisen in den Tropen auch nur in geringer Zahl zu erwarten.

## Abstract

### Biodiversity in space and time - dynamics or constancy?

After a modern definition of biodiversity, a chronological history of the development of the diversity of ferns and flowering plants (cormophyte diversity) since the last glacial period is

reconstructed. Thanks to many recent contributions of Palaeoethnobotany this reconstruction is very revealing and leading up to diversify the so far existing coarse division of the floristic status of higher plants of Central Europe into indigenous plants, archaeophytes and neophytes. The question arise when the highest increase in species richness took place: during the Neolithic or around 1492 (discovering of the New World) - both dates are commonly used to define these terms - or in roman times around Christi's birth or during the last two centennials (starting with the first industrial revolution and lasting still)? With a preliminar answer to this question the division of synanthropic plants according to their date of immigration is updated and completed.

Examples for the high dynamics of the flora of Central Europe are named. A species turnover linked to this did undoubtedly occur all the times. This does by no means help to assess biodiversity. Additionally, there is a need for a discussion about the „value“ or „unworthiness“ of synanthropic species in such lists. Established neophytes are without doubt a real component of flora and vegetation, sometimes even of importance for the landscape and - referring to their establishing properties - they are equally depended on environmental factors as indigenous plants. Furthermore, every archaeophyte once was a neophyte! Thus one cannot omit neophytes in diversity assessments.

It seems that the proportion of neophytes of the floras of the temperate regions are much higher than of the tropic floras, where floristic drifts might have taken place as well, but on a scale levelling out the conditions of the whole climatic zone. There, neophytes are restricted to a relatively small pool of pantropic species that may be found anywhere under comparable climatic conditions. This might be a result of former colonial globalisation of human influence. It is difficult to make any statement about archaeophytes in this region (except Polynesia). But due to the historical late development of intensive land-use they are to be expected in small numbers.

## **Vorbemerkung**

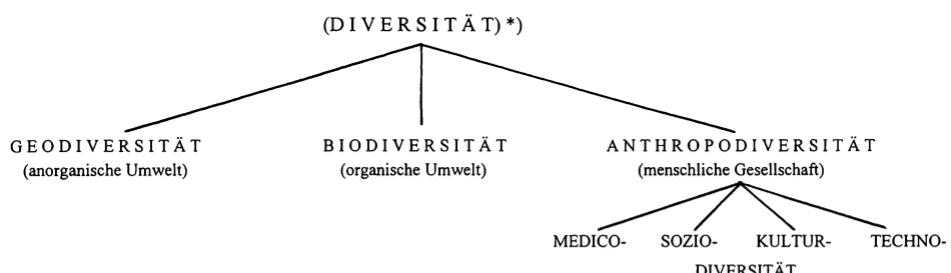
Die Intensität, mit der der Terminus „biodiversity“ von der Scientific Community aufgenommen wurde, ist atemberaubend. Einerseits sind damit große Gefahren der Simplifizierung verbunden, weil man bequem unter diesem „umbrella-term“ wesentliche aber unbekannte Details subsummieren kann, ohne sie wirklich verstehen zu müssen. Andererseits besteht in diesem Boom aber auch die Chance, klassische Wurzeln der Biologie wieder zu beleben, die sich plötzlich im Mainstream der Forschung wiederfinden, obwohl sie sich fast schon auf dem Abstellgleis der Wissenschaftsgeschichte fanden. Gemeint ist die Systematik, die sich seit dem letzten Heft der GfBS-News als Schlüsselwissenschaft der Biodiversitäts-Forschung versteht und sich nun auch „Wissenschaft von der Vielfalt der Arten“ nennt. Wenn dies die entsprechende Würdigung und Bezugshaltung im politischen Umfeld nach sich ziehen würde, wäre dies ein großartiger Nebenerfolg der Biodiversitäts-Welle.

## **Begriffsdefinition**

Damit man sich gegenseitig versteht und nicht aneinander vorbei redet, bedarf es einer präzisen Terminologie. (GRABHERR, im gleichen Band). Die Beiträge im vorliegenden Band berücksichtigen eine enorme Spanne von Aspekten, unter denen man „Vielfalt“ analysieren kann: allein die Maßstäbe der Betrachtungen reichen von lokal, regional, kontinental bis global, aber auch die „hotspots“, die Entwicklung in Zeit und Raum (einschl. Kartierung) sowie die Struktur und Evolution von Vielfalt werden angesprochen, so dass es angebracht erscheint, in diese Vielfalt der Themen eine gewisse Ordnung zu bringen, oder mit anderen Worten zu

überlegen, was der Begriff Biodiversität alles beinhaltet und auch, was es evtl. sonst noch für „Diversitäten“ gibt. KEVIN GASTON (1996) nennt Biodiversität die Biologische Wissenschaft von Zahlen und Unterschieden („a biology of number and difference“). Eine wichtige grundsätzliche Frage wird daher sein, was denn überhaupt zu zählen ist. GASTON sagt aber andererseits auch: (l.c., S. 7) „Biodiversity is one of many terms which, whilst applied widely in biology, remain inconsistently or at times inadequately defined“. Nach wie vor besteht also erstaunlicherweise der Bedarf methodologische und terminologische Klarheit zu schaffen, trotz einer unüberschaubaren Fülle einschlägiger Literatur, und obwohl Beiträge gerade zur Terminologie auch im deutschen Sprachraum ausreichend publiziert worden sind (BARTHLOTT et al 1996, 1999a, 1999b, 1999c, HAEUPLER 1997, 1999a, 1999b, HAEUPLER & VOGEL 1999).

Abb. 1 gibt wieder, auf welchen Teilbereichen unserer Umwelt überhaupt Vielfalt analysiert werden kann. HAEUPLER (1997, Abb 1) und HAEUPLER (1999, Abb. 2) hat gezeigt, dass Biodiversität auf 14 Ebenen (levels) analysiert werden kann und muss. Sie reichen von der genetischen Ebene über die der Zelle, zu der des Organismus, über die Population, Biogeocoenose (= Ökosystem), das Zonobiom bis hin zur gesamten Biosphäre. Ich beschränke mich in den folgenden Ausführungen daher weitgehend auf die Ebene der Organismen. In diesem Zusammenhang ist aber noch zu fragen, welche systematischen Großgruppen geeignet sind, in der Terminologie im Bereich der Biodiversität berücksichtigt zu werden. Abb. 2 gibt diese Gruppen und die entsprechenden Begriffe wieder. Im Weiteren beschränke ich mich daraus nur noch auf die Cormophyten (Farn- u. Samenpflanzen). Wie groß bzw. wie gering der Anteil der Phytodiversität an der gesamten Biodiversität ist, ist eindrucksvoll u.a. in einer farbigen Grafik von MAY (1996) dargestellt.



\*) DIVERSITÄT als solche gibt es nicht, der Begriff darf nicht ohne präzisierende Zusätze, was "verschieden" ist, verwendet werden (vgl. HAEUPLER 1982).

ÖKODIVERSITÄT ist eine der Ebenen in der BIODIVERSITÄT [vgl. Abb. 1 in HAEUPLER (1997) bzw. Abb. 2 in HAEUPLER (1999)], darf hier also nicht auftauchen.

Ab der Ebene der Populationen sind BIODIVERSITÄT und GEODIVERSITÄT eng miteinander verknüpft. Unselbständige Präfixe wie eu- (aber auch neo-) können nicht verwendet werden, da sie die "Vielfalt" (von was?) nicht zu präzisieren vermögen.

Abb.1.: Teilbereiche unserer Umwelt, die unter Diversitäts-Aspekten betrachtet werden können.

Aus diesen wenigen Übersichten ist zu erkennen, dass Biodiversität als Ganzes ein extrem komplexes Phänomen darstellt. Komplexer jedenfalls als das gesamte phylogenetische System der Organismen zusammen, da die verschiedenen Betrachtungs- bzw. Verknüpfungsebenen [vgl. dazu Abb. 1 bei HAEUPLER (1997) bzw. Fig. 2 bei HAEUPLER (1999a)] hinzukommen. Kein Wunder also, dass wir weit davon entfernt sind, BIODIVERSITÄT zu „fassen“, geschweige denn zu verstehen (s. auch LINSENMAIER im gleichen Band). Wir können uns bei der Analyse daher derzeit nur auf kleine Ausschnitte beschränken. Die Farn- und Samenpflanzen sind ein solcher Ausschnitt, der ökologisch auch durchaus Sinn macht, sind diese Pflanzen doch als Produzenten wesentlicher Teil aller Ökosysteme, ohne die die ande-

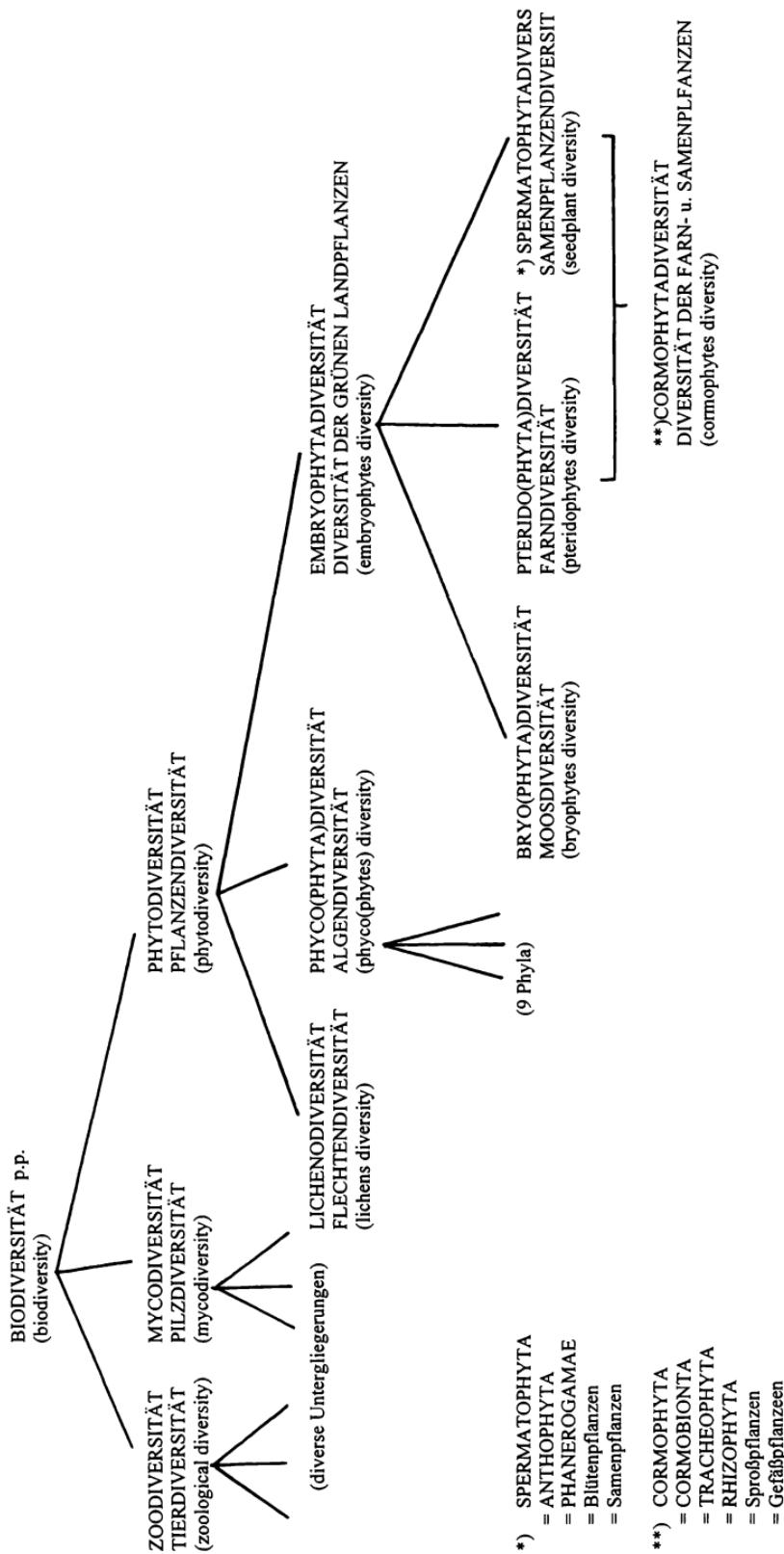


Abb. 2: Gliederung der Biodiversität auf der Ebene der Organismen.

ren Kompartimente (ausser natürlich der anorganischen Umwelt, der GEODIVERSITÄT) nicht existieren könnten. Hierauf ist hinreichend oft hingewiesen worden (u.a. auch von BARTHLOTT et al 1999a).

Zwei Aspekte, die bislang in vielen Übersichten zur Biodiversität unterrepräsentiert bzw. überhaupt nicht berücksichtigt wurden, sind die Ebene der Zeit und damit eng verknüpft, wie wir sehen werden, die Einflussnahme des Menschen. Hierdurch wird die Betrachtung der BIODIVERSITÄT noch komplexer und noch schwieriger und erfordert leider auch noch mehr Terminologie. Die Betrachtung der Zeit deziert im Zusammenhang mit dem Begriff BIODIVERSITÄT spiegelt sich erstaunlich gering im Schrifttum wider. Nur ROSENZWEIG (1995) nennt sein Buch: „Species diversity in space and time“. Auch BARTHLOTT et al (1999a, b) kommen auf die Zeit zu sprechen und schlagen eine Terminologie vor (dort Abb. 10 bzw. Fig. 2), die u.a. die Art und Weise und die Zeit berücksichtigen soll, die dem ersten Erscheinen einer Pflanze im Gebiet zugrunde liegen. Diese Terminologie besticht auf den ersten Blick durch ihre Kürze, kreiert aber unnötig neue Namen für Begriffe, die es schon gibt. Dabei benutzte Präfixe wie eu und neo drücken zudem keine Gegensätze aus, die aber beabsichtigt sind. Dadurch sind einige der Begriffe sprachlich unglücklich, andere nicht umfassend genug, um der Komplexität der Materie voll gerecht zu werden.

Um diesem Anspruch zu entsprechen, bedarf es einer ausführlicheren Analyse. Auch wenn ich mich im Folgenden ausschließlich auf die Cormophytendiversität beschränke, heißt das nicht, dass einiges des hier Gesagten nicht auch auf andere Organismengruppen übertragbar ist.

## Die Flora eines Gebietes als dynamisches System

Zuerst ist die Frage zu stellen, was gehört alles zur Flora eines Gebietes. Jüngst haben SUKOPP & SCHOLZ (1997, Abb. 1) wieder einmal eine Antwort darauf gegeben, und zwar im Zusammenhang mit dem Problem, wo unsere „Unkräuter“ herkommen. Damit eng verknüpft ist natürlich generell das Problem aller synanthropen, d.h. vom Menschen bewusst oder unbewusst eingeschleppten Pflanzen. Um dieser Vielfalt der Synanthropen beizukommen, gibt es ein geradezu babylonisches Wirrwarr von Fachtermini (wichtige, zusammenfassende Arbeiten v.a. HOLUB & J. JIRÁSEK 1967, 1968, die klassische von SCHROEDER 1969, 1974 und jüngst PYŠEK et al. 1995). Weder bei PYŠEK et al. (1995) noch in der angloamerikanischen Literatur ist aber der Ansatz von SCHROEDER, diesen Begriffswirrwarr ein für alle Mal auszuräumen, offenbar verstanden worden. Dieser Ansatz besteht in dem Versuch, die Begriffe zu entzerren. Immer wieder, auch in der (BIO-)DIVERSITÄTS-Diskussion, wird versucht, möglichst alles an Bedeutung in einen Begriff hineinzupressen, ohne zu berücksichtigen, dass es sich hierbei um durchaus verschiedene und v.a. voneinander völlig unabhängige Bedeutungsebenen handeln kann. Erst das Splitten in die verschiedenen Bedeutungsebenen vermeidet aber Missverständnisse und inhaltliche Leere der benutzten Termini. Bei den Anthropochoren hat SCHROEDER das geschafft, indem er getrennt hat zwischen Einbürgerungsgrad (Naturalisierungsgrad), Einbürgerungszeit und Einbürgerungsweise. Die Begriffe sind danach derart sauber und klar umrissen, dass es keinerlei neuer oder anderer Termini bedarf. Die Gliederung kann allenfalls optimiert und ergänzt werden durch Fälle, die dem Autor seinerzeit unbekannt waren. Und diese Terminologie nach SCHROEDER sollte auch ausschließlich herangezogen werden, wenn es darum geht, die BIODIVERSITÄT zu benennen und zu analysieren.

Auch bei dem aktuellen Begriff der Invasoren („invaders“), zu dem im Moment die Literatur boomt (z. B. DRAKE et al. 1989, HENGEVELD 1989, CRONK & FULLER 1995, PYŠEK et al. 1995), sollte man sich entsprechend auf klassische Arbeiten besinnen, in diesem Fall auf ELTON (1958), und schon ist eine Definitionsdiskussion wie bei PYŠEK et al. (1995) müßig.

Invasiv sind Anthropochoren nach ELTON nur, wenn sie in ein Gebiet in riesigen Massen einströmen (wie die Invasion eines fremden Heeres) oder wie ELTON es ausdrückt, als „ökologische Explosion“: „An ecological explosion means the enormous increase in numbers of some kind of living organism“. Man sollte hier nicht um Begriffe streiten sondern eher versuchen, die Grenzen zu definieren, ab wann es sich um eine Explosion (enormous increase) handelt; das dürfte schwierig genug sein. Wenn man alle Neophyten (aliens) als Invasoren betrachtet (wozu PYŠEK et al. und andere Autoren heute tendieren), ist ökologisch keinerlei Aussage mehr im Begriff enthalten, er wird zum bloßen Synonym für „Ankömmling“ (alien). Nach der engen Auffassung von ELTON sind in Mitteleuropa z.B. nur wenige der vielen anthropochoren Pflanzen wirklich invasiv (z. B. *Reynoutria japonica* (nicht jedoch *sachalinense*), *Heracleum mantegazzianum* u. a., sowie jüngst *Senecio inaequidens* (Abb. 3). Hier ist die „Explosion“ förmlich im Kartenbild zu sehen! Zu solchen „Invasionen“ sind aber durchaus auch einheimische Arten fähig, so z.B. in NW-Deutschland in jüngster Zeit *Cochlearia danica* (Abb. 4).

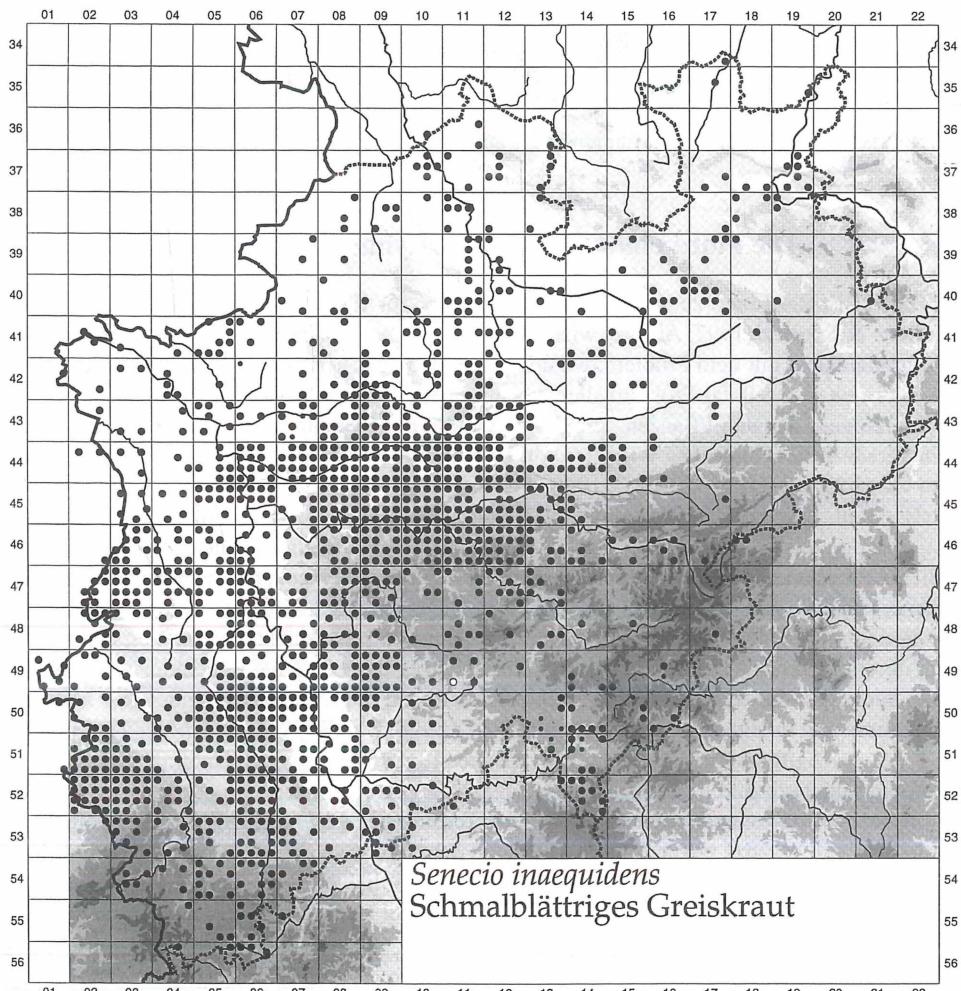


Abb. 3: Explosionsartige Ausbreitung von *Senecio inaequidens* in Nordrhein-Westfalen (seit den 80er Jahren).

Invasionen von Pflanzen sind übrigens keineswegs nur negativ zu sehen (u.a. Verdrängen einheimischer Arten, wie gern argumentiert, aber so wenig bewiesen wird) sondern haben durchaus auch positive Seiten. Dies heben besonders HENGEVELD (1989) und DEN NIJS, MARHOLD & HURKA (1999) hervor. Invasoren bringen wie jeder andere Ankömmling auch, neue genetische Ressourcen, können Hybridisierung, Autoploidisierung (neue Umgebung = neuer Stress), Apomixis, d. h. evolutive Prozesse anregen und somit durchaus zur Erhöhung und/oder Aufrechterhaltung der CORMOPHYTENDIVERSITÄT beitragen.

Zurück zur Grundfrage: was gehört zur Flora? Das Schema von SUKOPP & SCHOLZ (1997) bedarf der Ergänzung und Anpassung an die SCHROEDER'sche Terminologie und v.a. an neuere Erkenntnisse aus dem Bereich der Paläo-Ethnobotanik. Eine der Ebenen, die Begriffe zu klären, ist die Zeit. Wann die Pflanze im Gebiet, d.h. nach Deutschland bzw. Mitteleuropa etwa im Sinne des HEGI gekommen ist, ist das erste Problem, das es vor dem Zählen zu lösen gilt. Für eine Analyse der BIODIVERSITÄT sind jedoch die floristischen Stati, so wie wir sie in den verschiedenen Kartierungsprojekten benutzen (I, A, E, U, siehe Definition in WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998), zu ungenau.

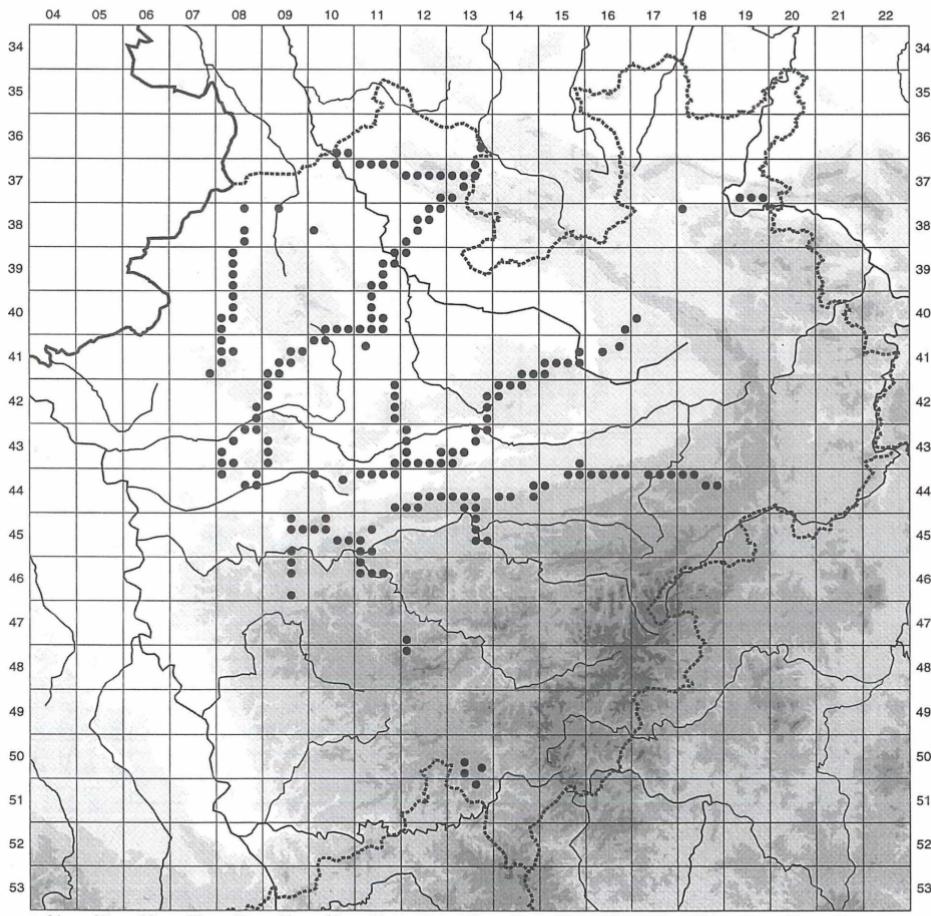


Abb. 4: Invasion von *Chochleria danica* entlang der Autobahnen in Nordrhein-Westfalen (Anfang der 90er Jahre).

Tab. 1: Einteilung der Flora nach Indigenat und standörtlichen Vorkommen\*.

		FLORA								
IDIOCHOREN (Einheimische)			ANTHROPOCHOREN (Eingewanderte)							
Naturalisierungsgrad			nur auf Naturstandorten und naturnahen Standorten	auch auf anthropogenen Standorten	nur auf anthropogenen Standorten	auf Naturstandorten und naturnahen Standorten	auf anthropogenen Standorten	kein fester Platz in Flora, aber wild wachsend	ausschließlich in Kultur	
INDIGENO- PHYTEN	INDIGENO- PHYTEN	APOPHYTEN	ANÖKOPHYTEN (Heimatlose) Indigenophyta anthropogena	?	***)	***)	E	E	ERGASIO- PHYTEN	
(Einheimische)			(Neuheimische)						(Kultiviert)	
I		-	-	-	-	-	U	K		
floristischer Status										
Einwanderungszeit: vor Eingreifen des Menschen	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
in prähistorischer Zeit	-	Archäo-	Archäo-	Archäo-	Archäo-	Archäo-	Archäo-	(Archäo- ****)	Archäo-	
in historischer Zeit (± nach 1500)	-	Neo-	Neo-	Neo-	Neo-	Neo-	Neo-	Neo-	Neo-	

\*) Ergänzt nach SUKOPP &amp; SCHOLZ (1997, Abb. 1)

\*\*) es ist zu unterscheiden wann und wie Pflanzen eingewandert sind (vgl. SCHROEDER 1969)

\*\*\*) bei Kartierungsprojekten bislang leider nicht unterschieden

\*\*\*\*) inzwischen definitionsgemäß im Gebiet ausgestorben

In Tab. 1 habe ich die Übersicht von SUKOPP & SCHOLZ (1997) ergänzt. Die genannten Autoren führen einen Begriff auf, der in der Literatur relativ neu ist, die Heimatlosen, Indigenophyta anthropogena oder wissenschaftlicher: die Anökophyten. In der Literatur über die Herkunft der Unkräuter, die von THELLUNG (1915) über ROTHMALER (1947), KRAUSE (1956), bis zu SCHOLZ (1995, 1996) und letztlich SUKOPP & SCHOLZ (1997) führt, wird darüber allerdings schon seit längerem diskutiert.

Diese bislang wenig beachtete Gruppe von Pflanzen enthält Sippen, die auf anthropogenen Standorten entstanden sind, z.T. sympatrisch, inmitten der einheimischen deutschen Flora, z.T. allopatrisch, außerhalb Deutschlands und dann eingeschleppt wurden, zu welcher Zeit auch immer (Abb. 5). Sie sind auf jeden Fall heute dem Gebiet zugehörig, d.h. autochton. Ja, z.T. sind viele dieser Sippen sogar für Deutschland (bzw. Mitteleuropa) endemisch. SUKOPP & SCHOLZ (1997) geben eine Liste von 68 solcher Anökophyten. Diese Liste ist, wie es auch die Autoren anmerken, noch unvollständig und in einigen Fällen vielleicht auch unsicher (indigene Apophyten?). Nach ZAJAC (1988) und LANDOLT (1970) kommen weitere Arten hinzu, z.B. viele junge Wiesenpflanzen, wie *Centaurea scabiosa* [aus *C. alpestris* (alp) + *C. tenuifolia* (smed) entstanden] und *Arrhenatherum elatius* ssp. *elatius*, der durch ethnobotanische Nachweise inzwischen als neophytischer Anökophyt geoutet wurde. Durch diese Quellen kommen allein weitere 38 Sippen hinzu, zusammen sind dies schon 106 Sippen = 3,5 % der Gesamtflora (bezogen auf 3021).

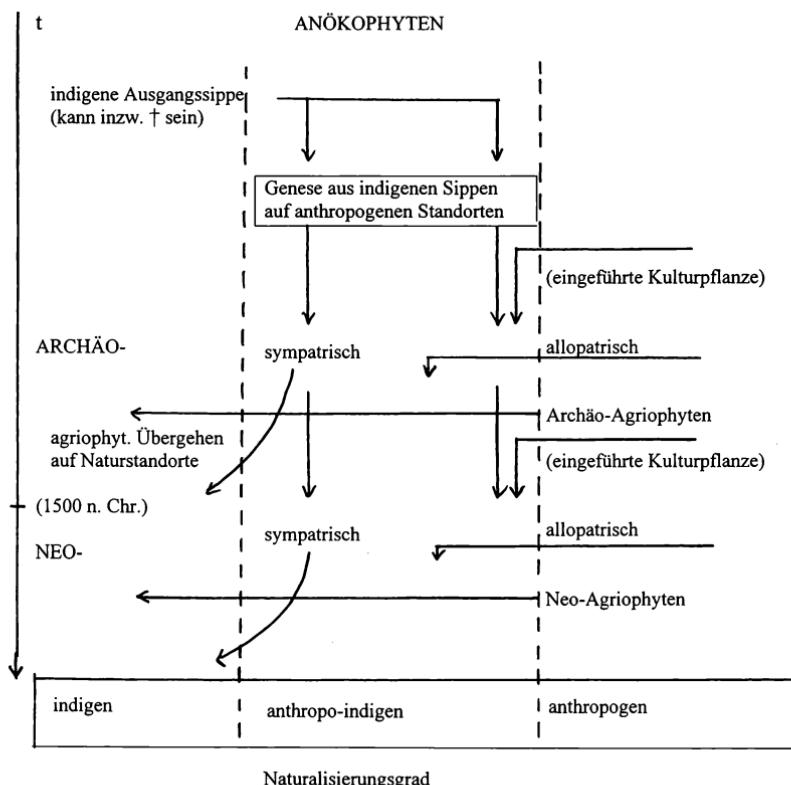


Abb. 5: Entstehungswege der Anökophyten (Heimatlosen) in einer Flora.

Anökophyten sind aber auch die 22 *Oenothera*-Sippen im Sinne von ROSTAŃSKI (in WIS-KIRCHEN & HAEUPLER 1998) und auch große Teile der Apomikten-Schwärme um *Ranuncu-*

*lus auricomus* und *Taraxacum* (v.a. sectio *Ruderalia*), sowie z.T. auch *Alchemilla*- und *Rubus*-, aber auch *Hieracium*-Arten. Rechnen wir diese mit ein (bezogen dann auf 4145 Sippen), steigt der Anteil der Anökophyten in Deutschland sogar bis auf 25 % der Flora!

Diese Gruppe eröffnet eine völlig neue Perspektive bei der Analyse der Zusammensetzung unserer Flora, wirft sie doch ein bezeichnendes Licht auf deren Alter. Mit anderen Worten: unsere Flora in Mitteleuropa ist phylogenetisch gesehen extrem jung. Hinzu kommt, dass die Zusammensetzung der Flora eines bestimmten Gebietes grundsätzlich ein höchst dynamisches Gebilde ist und diese Dynamik, wie immer deutlicher wird, ganz eindeutig abhängig ist von der Intensität menschlicher Eingriffe (Übersicht bei DEN NIJS et al. 1999: Plant Evolution in disturbed Habitats).

Wir können sicher von einem pool „einheimischer Arten“ ausgehen, die da waren, als der Mensch seine Eingriffe zu intensivieren begann. Dies war übrigens ein zeitlich durchaus variabler pool, der seit Rückgang des Eises sich in Mitteleuropa sehr differenziert entwickelt hat und sich auch ohne Zutun des Menschen änderte, vor allem aber erst einmal als sogenannte „glaziale Neophyten“ zuwandern mußte. Um 5000 v. Chr. begann dann lokal bis regional das Sesshaftwerden des Menschen und die Einführung der „Landwirtschaft“. Dies brachte einen stetig anwachsenden Strom neu durch den Menschen mittel- oder unmittelbar eingeführter, aber auch selbständig einwandernder Arten mit sich. Mit der Bronzezeit und den sich ändernden Techniken im Landbau kamen immer neue Arten, mit den Römern weitere, mit der Einführung der Grünlandwirtschaft ganz neue, im Mittelalter in den großen Rodungsphasen weitere, mit der Entdeckung der Neuen Welt über den Handel neuweltliche Exoten, mit der industriellen Revolution im vergangenen Jh. ganz besonders viele, insbesondere durch die weitere Intensivierung der Landwirtschaft, der Ausweitung des Handels und die vielen neuen Verkehrsmittel usw. Dieser Zustrom hält bis heute an, obwohl, wie JÄGER (1977) gezeigt hat, der größte Zustrom seit 1900 vorbei ist.

Man hat bei der Unterteilung der Anthropochoren eine sehr willkürliche Grenze gesetzt und nennt alle Ankömmlinge vor 1493 (Wiederentdeckung der Neuen Welt durch Kolumbus) Archäophyten und alle danach Neophyten. Wobei völlig unberücksichtigt bleibt, dass die Archäophyten des Neolithikums natürlich seinerzeit Neophyten waren, ebenso wie auch die durch die Römer nach Mitteleuropa gebrachten Arten etc.. V.a. aber hat es um 1500 keinen

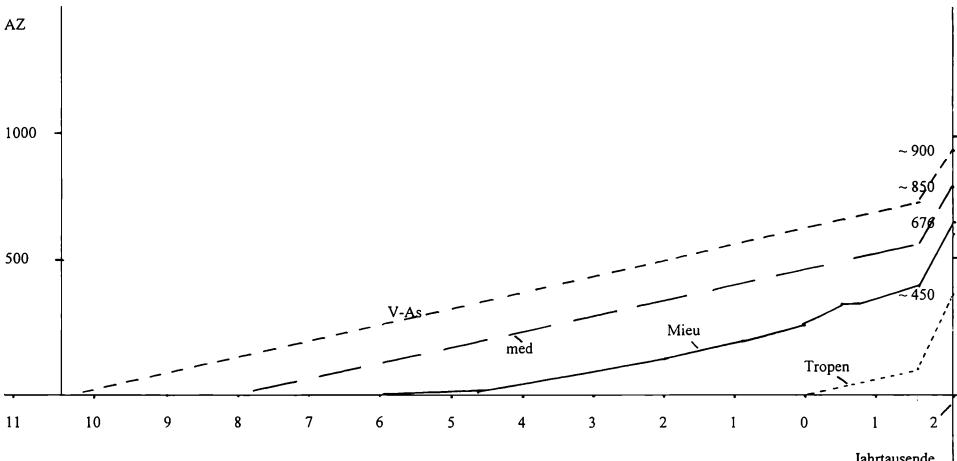


Abb. 6: Abhängigkeit der Anzahl an Anthropochoren von der Dauer der menschlichen Einflußnahme (nach WILLERDING 1989 und JÄGER 1977).

nennenswerten Knickpunkt in der Zuwanderungskurve gegeben, der nachweisbar ist (vgl. Abb. 6). Und um die Angelegenheit noch schwieriger zu machen, fand in diesem phylogenetisch gesehen kurzen Zeitraum reichlich Evolution statt. M.a.W. in den neuen, schon vom neolithischen Menschen geschaffenen Standorten (ruderaler wie landwirtschaftlicher Art) bildeten sich die eben erwähnten neuen Sippen aus und dies aus eingewanderten wie auch aus einheimischen Sippen, eben die Anökophyten (= Heimatlosen) im Sinne von SUKOPP & SCHOLZ (1997).

Diese Evolution auf gestörten Habitaten findet in der Literatur zunehmend Beachtung. Betrachtet man unsere wenigen allgemein „anerkannten“ Endemiten in Deutschland, sind viele davon offenbar ebenfalls nur durch Stress und Störung als Evolutionsanstoß entstanden:

<i>Viola guestphalica</i> und <i>V. calaminaria</i>	- Schwermetall
<i>Armeria maritima</i> ssp <i>serpentina</i>	- Serpentin
<i>Saxifraga oppositifolia</i> ssp <i>amphibia</i>	- Wasserspiegelschwankungen
<i>Deschampsia wibeliana</i>	- extremer Tidehub in Ästuaren
<i>Oenanthe coniooides</i>	- dto.
<i>Linum leonii</i>	- intensive Schafbeweidung
<i>Rhinanthus angustifolius</i> ssp <i>halophilus</i>	- Salz

Die Beispiele ließen sich vermehren.

Mit anderen Worten: Mitteleuropa ist seit dem Rückweichen des Eises eine riesige Spielwiese für Einwanderer aus eigener Kraft, für Nachfolger des wirtschaftenden Menschen und reicher Evolution durch Stress und Störung gewesen. Versuchen wir in diese Entwicklung eine zeitliche Abfolge hineinzubringen, so sind wir auf die in den letzten Jahrzehnten erfreulich angewachsenen Ergebnisse der Paläo-Ethnobotaniker angewiesen bzw. die Auswertung historischer Quellen (Floren gibt es aber erst seit dem 17. Jh.). Eine dieser hervorragenden Quellen ist die Studie von WILLERDING (1986). Dieser Autor bilanziert und stellt grafisch erstmals die Entwicklung der Cormophytendiversität dar (beschränkt auf 320 von ihm so genannte „Unkräuter“). Gemäß der Quellenlage endet diese Darstellung um 1500. In seiner Abb. 22 ist der nahezu lineare Verlauf der Kurve über den gesamten Zeitraum bemerkenswert. Die steigen Anstiege in der Grafik in jeder historischen Epoche werden mit der entsprechenden Zunahme der Intensität menschlicher Nutzung erklärt, wobei bei Innovationen in der Bearbeitungstechnik (in der Eisenzeit) oder dem Einfluß bestimmter Invasoren (wie den Römern) immer neue Artenschübe festzustellen sind. Über die Zeit aufgetragen erweist sich die Zunahme aber als fast linear. Dass bei lokalen Untersuchungen durchaus deutliche Sprünge festzustellen sind, hat KNÖRZER (1989) am Niederrhein festgestellt.

Die bekannte Untersuchung von JAEGER (1977) setzt da ein, wo WILLERDING aufhört. Die Auftragungsweise ist allerdings eine völlig andere, wodurch aber präzise der enorme, alle bisherigen Zuwächse sprengende Anstieg mit der industriellen Revolution im vorigen Jahrhundert deutlich wird und auch ganz klar die gewaltige Abnahme (aber nicht der Stop!) der Zuwanderer nach 1900. Für Mitteleuropa ergeben sich nach ROTHMALER, (1996) und WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) gezählt 676 Anthropochoren (A + E), d.h. bezogen auf 3021 Sippen = 23,5 % der Gesamtflora.

In Abb. 6 wird versucht, beide Grafiken zu vereinigen, wobei die Details bei JAEGER (1977) natürlich verschwinden und der Knickpunkt scheinbar bei 1500 (in Wirklichkeit aber nach wie vor im 19. Jahrhundert) liegt. Ich habe nun, unter der gewagten Annahme, dass die Intensität des Menschen weltweit immer mehr oder weniger die gleichen Wirkungen nach sich zieht, für andere Räume der Erde mit anderer Geschichte solche Linien interpoliert. Dabei ergibt sich für den Mittelmeerraum mit seiner längeren Geschichte ein großer pool von Anthropochoren um 850 Sippen, im Vorderen Orient sogar um 900, in den Tropen, wo grob

der intensive menschliche Einfluss erst in größerem Maßstab um Christi Geburt angesetzt wurde, dagegen nur von 450 Sippen, was bezogen auf eine Diversitätzone mit 5000 Sippen / 10.000 km<sup>2</sup> einem Anteil von 9 % entspricht. Diese hochgerechneten Werte stehen übrigens gut im Einklang mit Werten in der Literatur (23 bzw. 7,5 %).

Bei ROSENZWEIG (1995) finden sich solche Grafiken auch über längere, geologische Zeiträume und für andere Organismengruppen. Auch in diesen Grafiken ist der allmähliche aber gleichmäßige Anstieg über lange Zeiträume und dann ein exponentieller Anstieg zu heute hin deutlich zu erkennen. Ist die Organismengruppe allerdings nicht repräsentativ genug, d.h. die Teilmenge zu klein, z.B. wenn man sich auf die Säugetiere allein beschränkt, schwankt die Kurve nur um einen Mittelwert. Dass Biodiversität sich nicht nur „säkular“ ändert, sondern auch im Jahreslauf, wird ebenfalls bei ROSENZWEIG durch Beispiele belegt.

In Anbetracht solcher Kurven kann man KLÖTZLI (1998) beipflichten, der in provokativen Thesen zu Fluktuationen und Chaos in der lebenden Umwelt u.a. zu dem Schluß kommt: alles fließt, „there is any stability at all“, alles verändert sich. Dies kann man verallgemeinern: nichts bleibt wie es war, oder Evolution schreitet ständig fort, oder in Ausdrücken der Thermodynamik: die Negentropie (sprich: Ordnung) nimmt ständig zu, um der Entropie (sprich: dem ökologischen Kollaps) zu entgehen. Dies ist sicher ein Grundprinzip des Lebens, über das sich trefflich philosophieren ließe. Aber gerade deswegen ist es so schwierig, Grenzen zu ziehen und deswegen ist es auch unöko-logisch zu sagen, die Archäophyten zähle ich in BIODIVERSITÄTS-Bilanz mit und die Neophyten nicht. Dann dürfen wir auch den Glatthafer und die Skabiosen-Flockenblume in Zukunft nicht mehr mitzählen!

Bleibt zuletzt die Frage aufzugreifen vom Anfang. Was zähle ich bei der Bilanzierung der CORMOPHYTENDIVERSITÄT: Folgende Möglichkeiten gibt es (Tab. 2). Da seit LOHMEYER & SUKOPP (1992) die Agriophyten in unserer Flora als voll integrierte Kompartimente begriffen werden, bleibt eigentlich sinnvollerweise nur Variante 3 übrig und das Problem konzentriert sich letztlich auf die Frage, ob mit oder ohne agamosperme Arten gezählt wird.

Tab. 2: Basiszahlen der Cormophyten in Deutschland.

	a) ohne	b) mit Apomikten
Variante 1	nur I (incl. Apophyten, Anökophyten) (2345)	dto (3407)
Variante 2	I + A (2601)	dto (3664)
Variante 3	I + A + E (3021)	dto (4108)

Sippen nach WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) bzw. HAEUPLER & MUER 2000 (jeweils ohne Status U und K).

Da Agamospermie (neben Hybridisierung und Polyploidisierung, deren Produkte kein Autor aus Zählungen ausschließen würde) eine weitere kennzeichnende Antwort auf Stress und Störung gerade in den gemäßigten Zonen und speziell in den periglazialen Räumen ist (im Sinne von DEN NIJS, MARHOLD & HURKA 1999, MEIRMANNS et al. im gleichen Band und VAN RAAMSDONK & DEN NIJS 1999) und da WEBER mit *Rubus* und LIPPERT mit *Alchemilla* überzeugend gezeigt haben, wie man mit diesen Sippen umgehen kann, gibt es m.E. keinen überzeugenden Grund mehr, diese Sippen nicht zu berücksichtigen (nur weil man sie vielleicht selber nicht auseinanderhalten kann).

## Beispiele für Konstanz in Flora und Vegetation

Beispiele für die dynamische Entwicklung auf der organismischen Ebene der Biodiversität sind hinreichend vorgestellt worden. Gibt es auch Konstanz? Dafür zuletzt zwei ganz unterschiedliche Beispiele:

Konstanz über kurze Zeiträume zeigt die Änderung der Strukturdiversität (erfasst über die Evenness) in einem ungestörten und abgeplagten *Ericetum tetralicis* an: nach knapp 10 Jahren pendelt sich der gestörte Bestand wieder bei der ursprünglichen Struktur-Diversität ein (Abb. 7 aus HAEUPLER 1982). Das zeigt, dass zumindest über kürzere Zeiträume gewisse Organisationsformen (wie Pflanzengesellschaften) stabil bleiben können. Überraschender ist dagegen ein Hinweis auf Konstanz über lange Zeiträume: Aus der Datenbank Blütenpflanzen wird in Abb. 8 die aufsummierte Anzahl aller 256 Archäophyten/MTB (ss ROTHMALER 1996) wiedergegeben. Dabei zeigt sich in Abb. 9 ein charakteristisches Häufungsmuster, das frappierend übereinstimmt mit der Verbreitung der ersten sesshaft gewordenen Kulturen in Deutschland (Ertebölle-Ellerbeck- und Rössener Kultur vor ca. 5000-4500 Jahren v. Chr.). Man kann das so deuten: die meisten Archäophyten scheinen nach ihrer heutigen Verbreitung immer noch in den Räumen verblieben zu sein, in die sie dem Menschen ursprünglich gefolgt sind. Sie haben sich seit dieser Zeit jedenfalls nicht über das ganze Gebiet ausgebreitet, waren also in ihrer Mehrzahl keineswegs invasive Arten. Eine detaillierte Analyse dieses überraschenden Phänomens wird andernorts folgen. Dass sich diese Verteilung zugleich mit günstigen Standortfaktoren wie Wärmegebiete, reiche Böden, hohe Lichtzahlen (ss ELLENBERG et al, 1992) deckt, ist kein Widerspruch. Denn gerade diese Räume haben die ersten Siedler bevorzugt aufgesucht.

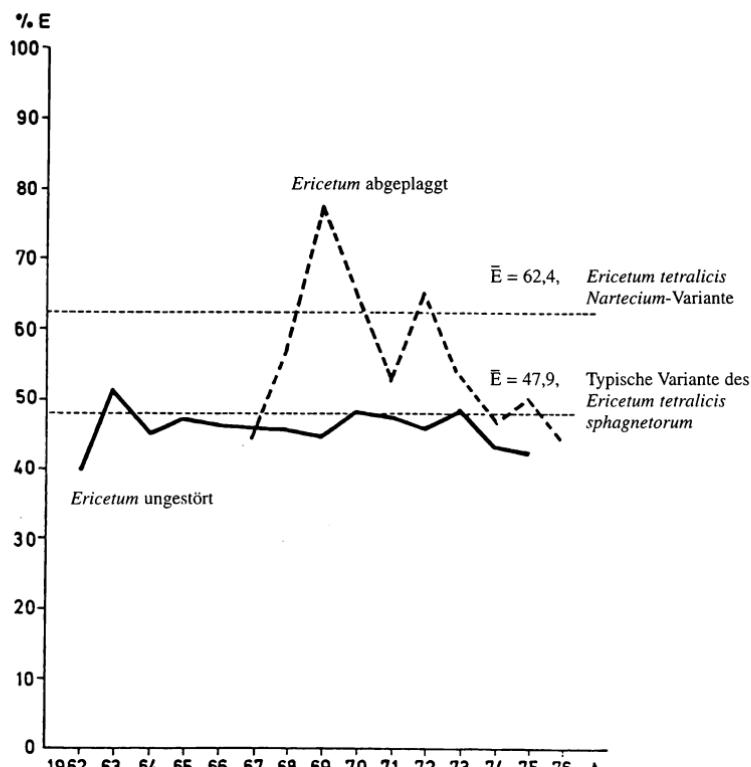


Abb. 7: Veränderungen der Evenness in einer abgeplagten nassen Heide (aus HAEUPLER 1982).

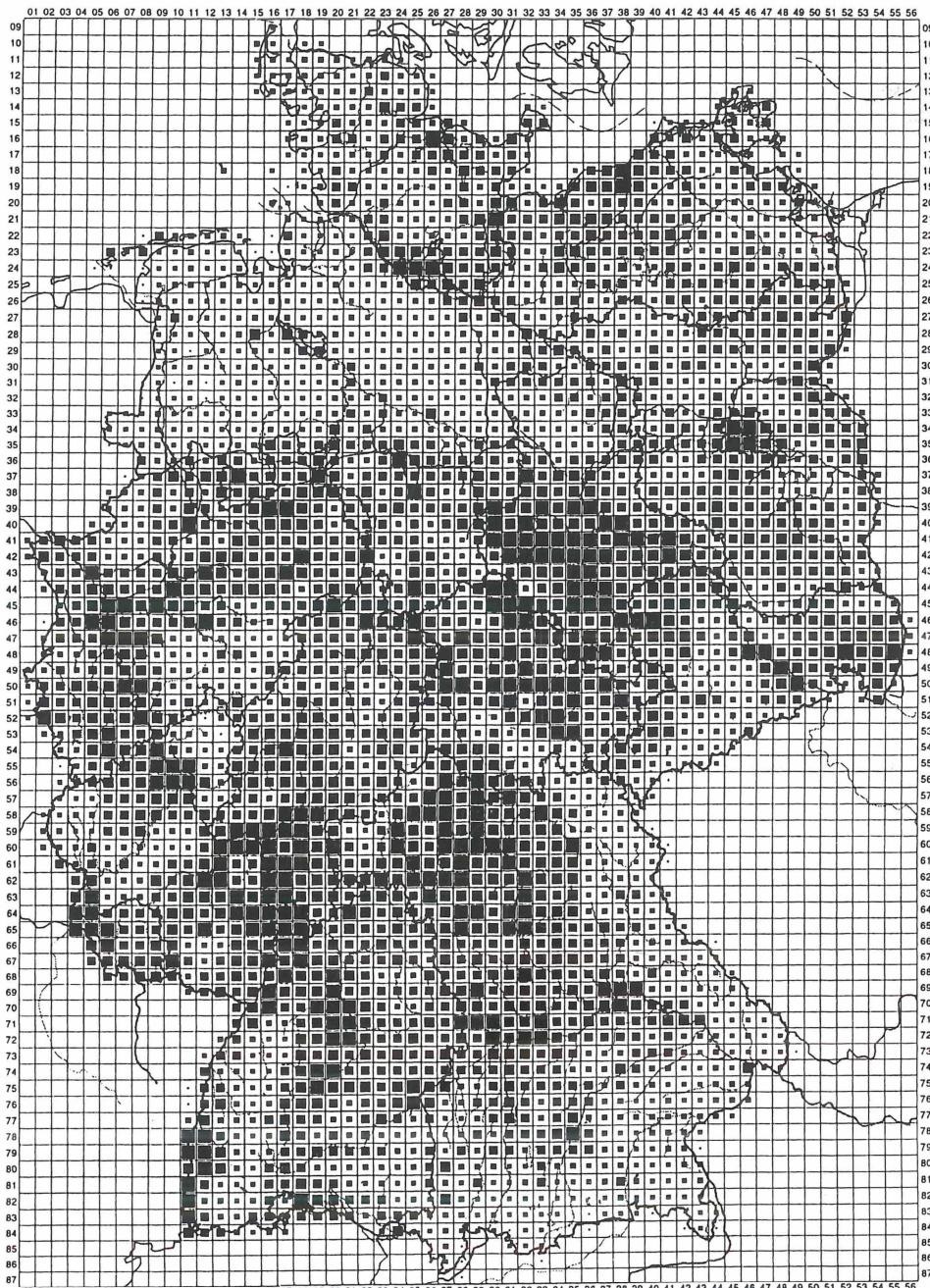


Abb. 8: Anzahl Archaeophyten und möglicher Archaeophyten pro TK25 in den Stufen 1-19, 20-49, 50-74, 75-99, 100-124, 125-163, 179 je UTB.

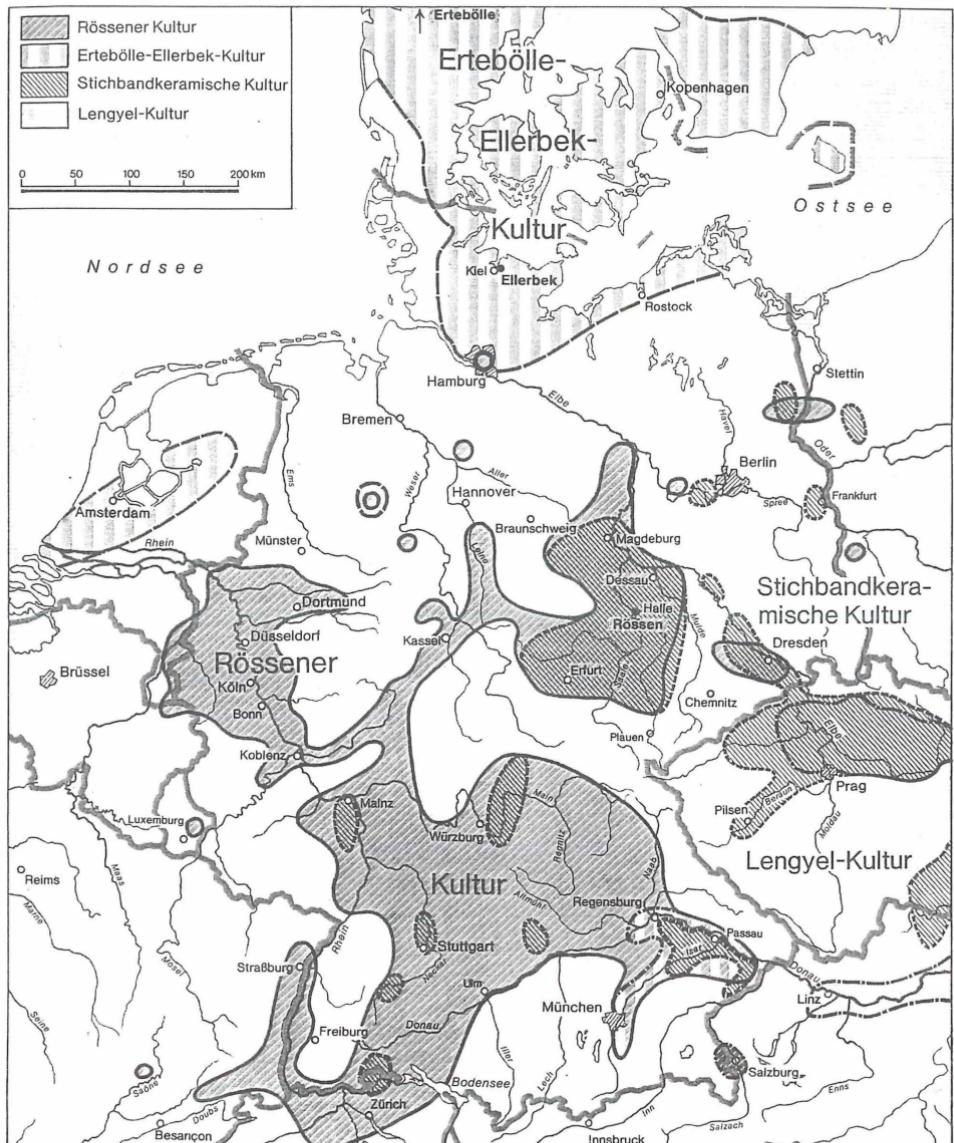


Abb. 9: Kulturen zur Zeit der Ertebölle-Ellerbeck-Kultur in Mitteleuropa, ca. 5000-4500 Jahre v. Chr. (aus: PROBST 1991, S. 287).

## Schlusswort

Was zu zählen ist, ist letztlich abhängig von der Datenlage; viele Autoren haben darauf hingewiesen. Sie ist in Mitteleuropa gut, in anderen Gebieten der Erde schlecht. Wir bedürfen also beider Methoden, Biodiversität nummerisch zu fassen, das genaue Kartieren und Zählen in den gut untersuchten einerseits und das Hochrechnen in den weniger gut untersuchten Gebieten andererseits.

Wir brauchen aber auch eine klare Terminologie, um nicht aneinander vorbeizureden. Hierzu sind die Grundlagen mit diesem Beitrag vervollständigt worden.

Und wir müssen uns über die Dynamik des Phänomens Flora klar sein, was manche bisherige Einteilung in einem etwas anderen Licht erscheinen lässt. Und wir müssen die komplette aktuelle Flora (und was dazu gehört, habe ich gezeigt, eingebürgerte Neophyten wie auch agamosperme Arten!) als Bezugsbasis nehmen, denn nur in ihrer Gesamtheit stellt sie den pool dar, mit dem fortan die Evolution arbeitet, und die evolutiven Prozesse unterscheiden nicht zwischen floristischen Stati, Einwanderungswegen und -zeiten

## Literatur

- BARTHLOTT W., LAUBER, W. & A. PLACKE (1996): Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. - Erdkunde **50**: 317-327.
- BARTHLOTT, W., BIEDINGER, N., BRAUN, G., FEIG, F., KIER, G. & J. MUTKE (1999a): Terminological and methodological aspects of the mapping and analysis of the global biodiversity. - Acta Bot. Fennica **162**: 103-110.
- BARTHLOTT, W., G. KIER & J. MUTKE (1999b): Globale Artenvielfalt und ihre ungleiche Verteilung. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **215**: 7-22.
- BARTHLOTT, W., G. KIER & J. MUTKE (1999c): Biodiversity - The uneven distribution of a treasure. - NNA Report, Special Issue **2**: 18-28
- CRON Q. & J.L. FULLER (1995): Plant invaders. Chapman & Hall, London, Glasgow u.a. 241 S.
- DRAKE, J.A. H.A. MOONEY, F. DI CASTRI, R.H. GROVES, F.J. KRUGER, M. REJMÁNEK & M. WILLIAMSON (1989): Biological Invasions. A global Perspective. - Scope **37**, Wiley & Sons Chichester, New York u.a. 525 S.
- ELLENBERG, H., H.E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER & D. PAULISSEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica **18**: 258 S., Göttingen
- Elton C.C. (1958): The ecology of invasions by animals and plants. - Science Paperbacks, Chapman & Hall, London. 181 S.
- GASTON, K.J. (ed.) (1996): Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference. Blackwell, Oxford.
- GRABHERR, G., M. GOTTFRIED & H. PAULI (2000): Hochgebirgs „hot spot“ der Biodiversität - dargestellt am Beispiel der Phytodiversität. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **12**: 101-112.
- GfBS - News (2000): Newsletter der Gesellschaft zur Biologischen Systematik, Heft **3**, München. 24 S.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Untersuchungen zum Diversitätsbegriff - Diss. Bot. **65**: 1-268.
- HAEUPLER, H. (1997): Zur Phytodiversität Deutschlands: Ein Baustein zur globalen Biodiversitätsbilanz. - Osnabr. Naturwiss. Mitt. **23** (Weber-Festschrift).
- HAEUPLER, H. (1999a): Elements of biodiversity in today's nature conservation discussion from geobotanical view point. in: KRATOCHWIL, A. (ed.): Biodiversity in ecosystems. Kluwer, Amsterdam. 185-197.
- HAEUPLER, H. (1999b): Zur Phytodiversität Deutschlands, eine aktualisierte Bilanz. - Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg **215**: 103-110
- HAEUPLER, H. & T. MUER (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart, im Druck.
- HAEUPLER H. & A. VOGEL (1999): Plant diversity in Germany: a second review. - Acta Bot. Fennica **162**: 55-59
- HENGEVELD, R. (1989): Dynamics of biological invasions. Chapman & Hall, London, Glasgow u.a. 160 S.
- HOLUB J. & V. JIRÁSEK (1967): Zur Vereinheitlichung der Terminologie in der Phytogeographie. - Folia Geobot. & Phytotax. **2**: 69-113.
- JÄGER E.J. (1977): Veränderungen des Artenbestandes von Floren unter dem Einfluß des Menschen. - Biol. Rundsch. **15**: 287-300.
- KLÖTZLI F. (1998): Fluctuation, chaos and succession in a living environment. In: W. BARTHLOTT & M. WINIGER (ed.): Biodiversity. A Challenge for development research and policy. Springer, Berlin, Heidelberg u.a., 111-127.

- KNÖRZER K.H. (1989): Das Auftreten thermophiler Pflanzen im Niederrheingebiet während des Postglazials. - Diss. Bot. **133** (Archäobotanik): 1-10.
- KRAUSE W. (1956): Über die Herkunft der Unkräuter. - Natur und Volk **86**:109-119.
- LANDOLT E. (1970): Mitteleuropäische Wiesenpflanzen als hybridogene Abkömmlinge von mittel- und südeuropäischen Gebirgssippen und submediterranen Sippen. - Repert. Sp. Nov. **81**: 61-66.
- LINSENMAIER K. E. (2000): Funktionale Aspekte der Biodiversität. - Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **12**: 85-99.
- LOHMEYER W. & H. SUKOPP (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. - Schr. Reihe Vegetationskunde **25**, Bonn, 1855.
- MAY, R.M. (1996): Wie viele Arten von Lebewesen gibt es? In: Biologische Vielfalt. Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg. 16-23.
- PROBST, E. (1991): Deutschland in der Steinzeit. Bertelsmann, Gütersloh. 620 S.
- DEN NIJS C.M., MARHOL D.K. & H. HURKA (1999): Plant evolution in disturbed habitats. Opulus Press, Uppsala. 106 S.
- PYŠEK, P., K. PRACH, M. REJMÁNEK & M. WADE (1995): Plant invasions. General aspects and special problems. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 263 S.
- v. RAAMSDONK, L.W.D. & J.C.M. DEN NIJS (ed.) (1999): Plant evolution in man-made habitats. Proc. VIIth Symp. IOPB, Hugo Vries Laborat., Amsterdam.
- ROSENZWEIG, M.L. (1995): Species diversity in space and time. Cambridge University press. Cambridge. 436 S.
- ROTHMALER, W. (1947): Artentstehung in historischer Zeit, am Beispiel der Unkräuter des Kulturleins (*Linum usitatissimum*). - Der Züchter **17/18**: 89-92.
- ROTHMALER, W. (1996): Exkursionsflora von Deutschland. Bd. 2 Grundband. G. Fischer, Jena. 639 S.
- SCHOLZ, H. (1995): Das Archäophytenproblem in neuer Sicht. - Schr.-R. f. Vegetationskunde **27** (Sukopp-Festschrift): 431-439.
- SCHOLZ, H. (1996): Ursprung und Evolution obligatorisch Unkräuter. In: FRITSCH, R. & K. HAMMER (ed.): Evolution und Taxonomie von pflanzengenetischen Ressourcen - Festschrift Peter Hanelt. Schr. Genet. Ressourcen **4**: 109-129.
- SCHROEDER, F.G. (1969): Zur Klassifizierung der Anthropochoren. - Vegetatio **16**: 225-237.
- SCHROEDER, F.G. (1974): Zu den Statusangaben bei der floristischen Kartierung Mitteleuropas. - Gött. Flor. Rundbr. **8**: 71-79.
- SUKOPP, H. & H. SCHOLZ (1997): Herkunft der Unkräuter. - Osnabr. Naturwiss. Mitt. **23** (Weber-Festschrift): 327-333.
- THELLUNG, A. (1915): Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen. - Beibl. Bot. Jb. **116**: 37-66.
- WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Wachholtz, Neumünster. 382 S.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Ulmer, Stuttgart. 765 S.
- ZAJAC, A. (1988): Studies on the origin of archaeophytes in Poland. Part IV. Taxa of pontic-pannonian, mediterraneo-south Asia, South Asiatic and middle European origin. Archaeophyta anthropogena. Archaeophyta resistantia. Archaeophyta of unknown origin. - Zesk. Nank. Univ. Jagiellón., Pruce Bot. **17**: 23-51.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Henning Haeupler, Ruhr-Universität Bochum, Spezielle Botanik, Universitätsstr. 150, D-44801 Bochum

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Haeupler Henning E. [Häupler]

Artikel/Article: [Biodiversität in Zeit und Raum - Dynamik oder Konstanz? 113-129](#)