

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 63 (2006)

Artikel: Bio-Diversität : Artensumme pro Fläche oder charakteristische Gestaltfülle in der Landschaft
Autor: Zoller, Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-323938>

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: 01.05.2026

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

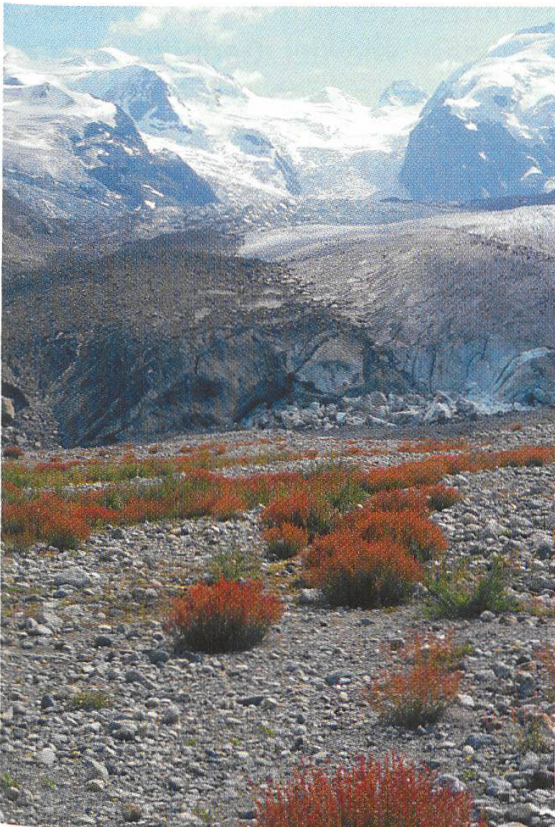
HEINRICH ZOLLER¹

Bio-Diversität – Artensumme pro Fläche oder charakteristische Gestaltfülle in der Landschaft

Vortrag gehalten vor der Bernischen Botanischen Gesellschaft am 6. Februar 2006

Setzen wir vor das Wort «Diversität» das Präfix «Bio», so wird die in diesem Vortrag aufgeworfene Frage eindeutig auf pflanzliche und tierische Organismen eingeschränkt, d.h. es werden die anorganische und die kulturelle Vielfalt ausgeschlossen. Doch wenn wir erwägen, Diversität als charakteristische Gestaltfülle in der Landschaft aufzufassen, werden wir erkennen, dass die anorganische und kulturelle Mannigfaltigkeit ebenfalls einzubeziehen sind.

So gehören zur inneralpinen Trockenvegetation nicht nur Steppenwälder und Felsensteppen, sondern ebenso sehr Ackerterrassen, Hecken und bewässerte Wiesen sowie die schwarzbraun verbrannten Holzhäuser der Dörfer, zu einem Gletschervorfeld die verfirnten Gipfel (*Abb. 1*). Dass reine Artensummen allein nichts über die Diversität von Gletschervorfeldern aussagen, zeigt eindrücklich der



Vergleich zwischen dem Morteratschgletscher und dem Franz Josefgletscher in Neuseeland, wo auf den Moränen von 1890 Baumfarne wie *Alsophila smithii* vorherrschen. Gleichwohl seien zu Beginn die Aspekte der Diversität auf biocönotisch-landschaftlicher Integrationsstufe zurückgestellt. Wir wollen versuchen, den Einstieg in unser Problem auf der Grundlage der biologischen Arten zu gewinnen.

Abbildung 1: Vorfeld des Morteratschgletschers mit Schildampfer (*Rumex scutatus*) und Fleischers Weidenröschen (*Epilobium fleischeri*). Das Foto zeigt deutlich, dass die Pioniervegetation nur im Kontext mit der Gletscherzunge und den verfirnten Gipfeln des Berninamassivs vollständig wahrgenommen kann.

Wo nichts weiteres vermerkt ist, stammen die Fotos von H. Zoller.

¹ Heinrich Zoller Prof. em., Claragraben 31, CH-4058 Basel

Zur Problematik des Art- und Diversitätsbegriffs in der Biologie

Seit den Fortschritten in der Genetik und Molekularbiologie scheinen die endlosen Diskussionen um eine allgemein gültige Definition für die biologische Art beendet. Heute können die Arten sehr einfach als Gruppen miteinander kreuzender natürlicher Populationen umschrieben werden, die hinsichtlich ihrer Fortpflanzung von anderen derartigen Gruppen isoliert sind, oder noch sachlicher: Die Art ist ein interkommunizierender, umfangreicher, umfassender Genpool. Dieses Konzept kombiniert die genetische Diskontinuität lokaler Arten zu einer bestimmten Zeit mit ihrem je eigenen evolutiven Potential zu stetigem Wandel über unbestimmte Zeit. Auch wenn diese heute anerkannte Definition wissenschaftlich einwandfrei scheint, ist sie doch nicht geeignet, die integralen und kategorialen Komplikationen zu beseitigen, die sich sofort einstellen, wenn es darum geht, zu entscheiden, auf welchem Niveau die Diversifikation zu untersuchen ist. Zwingend sind mit zunehmender Integrationshöhe die folgenden Formen zu unterscheiden: infra-spezifisch die molekulare (1) und die individuelle (2), spezifisch die floristische bzw. faunistische (3) und supraspezifisch die biocönotische (4). Alle diese Formen der Diversifikation sind für die Erfassung der umfassenden, vollen Bio-Diversität unverzichtbar. – Zu Nummer 1: Zur Aufklärung der Verwandtschaftsverhältnisse zwischen Arten innerhalb von Gattungen und Gattungen innerhalb von Familien haben sich Untersuchungen auf dem Niveau von Genpools als äusserst aufschlussreich erwiesen. Ferner wird sich jeder Naturschützer, der sich mit der Erhaltung bedrohter Arten befasst, die Frage stellen müssen, wie der Genpool in ihren rückläufigen Populationen divers genug erhalten werden kann, damit sie auf die Dauer infolge genetischer Verarmung nicht aussterben wie z.B. in vielen Gebieten der Deutsche Enzian, *Gentiana germanica*. – Zu Nummer 2: Über individuelle, phänotypische Diversität wurde sehr viel experimentiert, was für zahlreiche Arten eine erstaunliche Plastizität im Sinne ökologisch-morphologischer Anpassung zutage gefördert hat, aber auch, dass das Ausmass solcher Variabilität von Art zu Art sehr verschieden ist. Gemessen an der Tatsache, dass in einer Population kein Individuum mit einem anderen morphologisch übereinstimmt, erweckt es den Anschein, dass bisher die individuelle Diversität stark vernachlässigt worden ist. Kaum hat man sich damit beschäftigt, dass die vegetationspezifische Lebendigkeit zu einem grossen Teil auf individuellen Verschiedenheiten beruht oder doch von ihnen mit bedingt wird (*Abb. 2*). – Zu Nummer 3: Mit der floristischen bzw. faunistischen Diversität auf Artniveau operiert die überwiegende Zahl aller Studien über die Mannigfaltigkeit. Auch die Weltkarte der botanischen Diversität gibt Artenzahlen pro Fläche wieder, die von 0–10 pro 10 000 km² in der hohen Arktis und Antarktis bis auf 5000–10 000 in den reichsten Gebieten der tropischen Regenwaldzone ansteigen. – Zu Nummer 4: Bekanntlich ist das Pflanzenkleid auf der ganzen Erdoberfläche das Ergebnis des von Ort zu Ort wechselnden Zusammenwirkens der klimatischen, edaphischen und anthropogenen Faktoren, weshalb die Diversität auf biocönotischer Integrationsstufe für die Erfassung verschie-

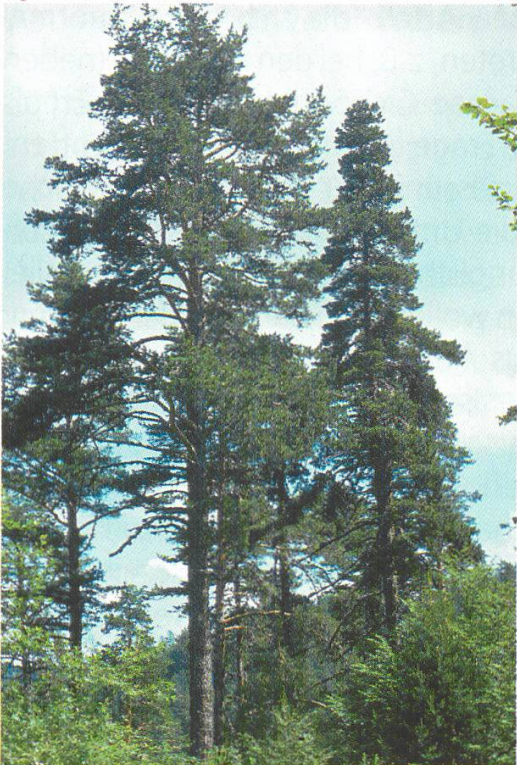


Abbildung 2: Gruppe von Waldföhren (*Pinus sylvestris*) im Lailia-Gebirge in Nordgriechenland. Auf dem Foto ist zu erkennen, wie sehr Form und Gestalt verschiedener Individuen ein und derselben Art voneinander abweichen, woraus sich überall ein unermesslicher Reichtum der Lebensgemeinschaften ergibt.

dener Landschaften von ausschlaggebender Bedeutung ist. Grundsätzlich ermöglicht jede Vegetationskarte Einblick in die botanische Mannigfaltigkeit, doch ist das Resultat meistens rein qualitativ. Mit der Methode, die Daten auf Gitternetzarten unter Anwendung von Einheitsflächen und einheitlichen Phytocönosen zu erfassen und auszuwerten, wie das im Atlas schutzwür-

diger Vegetationstypen der Schweiz geschehen ist, gelingt es, die Ergebnisse zu quantifizieren und gleichzeitig die qualitativen Unterschiede herauszuarbeiten.

Kategorial ist die Vielfalt nicht nur auf der Rangstufe von Arten zu betrachten, was besonders in Gebieten mit reichem Endemismus zu berücksichtigen ist. Zur Erfassung der Diversitätsmuster solcher Gebiete ist es wesentlich zu wissen, ob überhaupt und wie viele endemische Gattungen oder Familien vorkommen (z.B. in Australien die Unterfamilie Proteaceae-Grevilleoideae; in Südafrika die Unterfamilie Proteaceae-Proteoideae). Generell kann gesagt werden, dass die Zahl von Endemiten höherer Rangstufe umso grösser ist, je länger die Isolationsmechanismen gewirkt haben, womit deutlich wird, dass auch der Zeitfaktor in die Diversifikation hineinspielt (z.B. *Welwitschia mirabilis* in der Namibwüste, Südwestafrika). Zudem scheint zu gelten: je älter ein Endemismus ist, desto höher ist taxonomisch seine Rangstufe zu bewerten, im Falle von *Welwitschia* mindestens auf Familien- oder Ordnungsniveau.

Unterscheidungsmerkmale von Arten

Obwohl es uns aufgrund der molekulargenetischen Erkenntnisse möglich war, eingangs für biologische Arten eine allgemein gültige Definition zu formulieren, sind diese unter sich keineswegs einheitlich, sondern öfters infolge Degeneration der sexuellen Fortpflanzung sehr variabel strukturiert. So kann die artspezifische Diversität innerhalb nah verwandter Gattungen dermassen verschieden sein, dass sie streng genommen gar nicht vergleichbar ist. Das gilt für alle jene Familien, in

denen Gattungen vorkommen, in denen neben Arten, die sich sexuell normal fortpflanzen, auch apo- oder pseudogame auftreten, z.B. bei den Rosaceae (neben Geum *Potentilla* und *Alchemilla*), bei den Asteraceae-Cichorioideae (neben *Crepis* *Taraxacum* und *Hieracium*) u.a. (Abb. 3, 4). Die Frage ist noch weitgehend offen, wie man bei einer quantitativ-numerischen Erfassung der Bio-Diversität solche Taxa behandeln soll, insbesondere auch, weil die Unterscheidungsmerkmale solcher Kleinarten nur wenigen Spezialisten zugänglich sind. Überdies müssen alle, die an einem Projekt über Bio-Diversität arbeiten wollen, sich darüber klar werden, dass die natürlichen Diversitätsmuster sich aus Arten zusammensetzen, die als Ganzheiten in Raum und Zeit leben, und dass es sehr viel mehr braucht, um eine Art als Ganzheit zu erfassen, als nur die Unterscheidungsmerkmale zu kennen, die man in den Bestimmungsbüchern und Lokalfloren findet. Eine Art als Ganzheit wahrzunehmen bedeutet, dass man gesehen hat, wie sich ihre Gestalt im Laufe ihres Lebens verändert, dass man weiss, wo sie wächst, und dass man ihre Gesamtverbreitung überschaut (vgl. Abb. 11–13).



Abbildung 3: Goldpippau (*Crepis aurea*) auf der Versuchsweide beim Alpengarten Schynige Platte (Foto: O. Hegg). Die abgebildete Art pflanzt sich normal sexuell fort und ist wenig variabel.

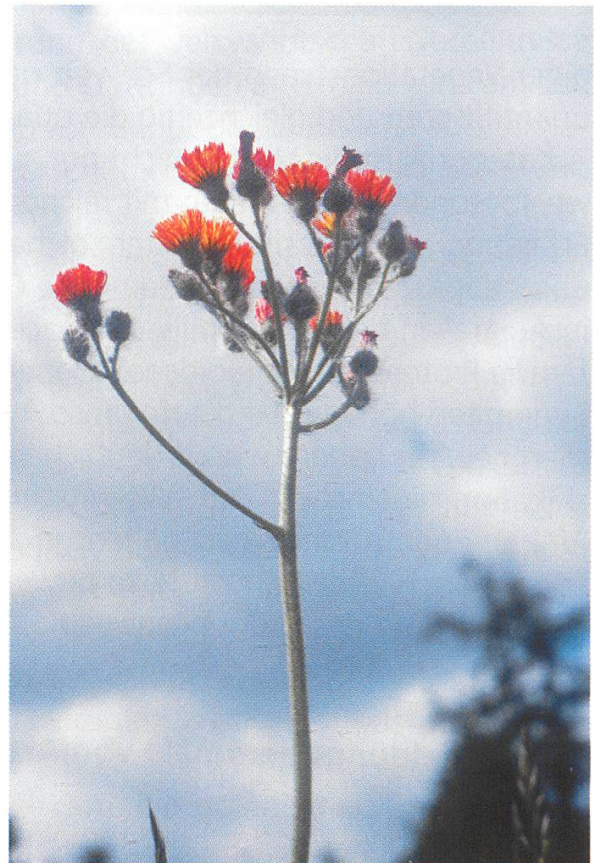


Abbildung 4: Rötliches Habichtskraut (*xHieracium rubellum*) bei Pontresina. Das Foto zeigt eine so genannte Zwischenart, die zu einer sehr variablen, sich apomiktisch fortpflanzenden Artengruppe gehört.

Artkenntnis – unverzichtbare Voraussetzung für Bio-Diversitäts-Studien

Ohne eine ausreichende Kenntnis der Realien ist es nicht möglich, die organismische Diversität eines Ökosystems befriedigend zu erfassen. Nur für wenige Organismengruppen, so z.B. für die Gefäßpflanzen, Säugetiere und Vögel, stehen für die Erforschung der Gesamtdiversität bestimmter Lebensgemeinschaften oder Landschaften genügend versierte Kenner zur Verfügung, die imstande sind, die verschiedenen Arten zuverlässig zu identifizieren. In dieser Hinsicht besteht ein akuter Mangel an tüchtigen Spezialisten, insbesondere für die meisten Gruppen der Wirbellosen, aber auch der blütenlosen Pflanzen. Da keine Bearbeiter gefunden werden konnten, war es beispielsweise bei den ökosystemaren Studien, die im Unterengadin zwischen 1960 und 1995 durchgeführt wurden, nicht möglich, so wesentliche Tiergruppen wie die Käfer, Fliegen und Hautflügler in die Untersuchungen einzubeziehen. So verwundert es nicht, dass es noch immer nur sehr wenige Pilotprojekte gibt, in denen versucht wurde, das Artenspektrum möglichst vieler pflanzlicher und tierischer Grossgruppen in definierten Lebensgemeinschaften oder Landschaften genau festzustellen. Leider besteht an den meisten wissenschaftlichen Institutionen die Tendenz, die taxonomische Forschung abzubauen, so dass nicht abzusehen ist, wann der Nachholbedarf, entsprechende Fachleute solide auszubilden, gedeckt werden kann. Diese Situation ist deshalb so verhängnisvoll, weil ein fundiertes und allseits befriedigendes Bio-Monitoring sich nicht damit begnügen darf, eine kleine Auswahl bedrohter oder besonders spektakulärer Organismen wie etwa die Greifvögel oder die Orchideen willkürlich in den Vordergrund zu rücken. Optimal kann biologische Diversitätsforschung für den Naturschutz nur relevant werden, wenn sie bestrebt ist, die gesamte Gestaltfülle angemessen zu berücksichtigen und Pflegekonzepte auf der Basis der gesamten Vielfalt zu erarbeiten. Dazu ist Artkenntnis eine unverzichtbare Voraussetzung.

Inventarisierung und Faktorenanalyse als gleich wichtige Grundlagen für erfolgreiches Bio-Monitoring

Dringliche Probleme der Arterhaltung scheinen jedoch zur Ausarbeitung von biocönotischen und landschaftlichen Pflegekonzepten zu zwingen, die auf den Schutz einzelner attraktiver Arten oder einiger Indikatororganismen ausgerichtet sind. Eine genaue Analyse des in einem Biotopgefüge wirksamen Komplexes von zu definierenden Einzelprozessen entscheidet in den meisten Fällen über den Verbleib wertvoller Organismen in einem bestimmten Gebiet (*Abb. 5*). Sehr oft sind in solchen Projekten die elementaren Ansprüche von mindestens zwei Organismen zu berücksichtigen. Dafür könnten aus den verschiedensten Pflanzen- und Tiergruppen viele Fälle angeführt werden, wobei an dieser Stelle nur kurz auf ein Beispiel eingegangen werden kann: die Erhaltung des Schmetterlingshaft



Abbildung 5: Gattungsbastard der Affenorichis und des Ohnsporns (*Orchis simia* x *Aceras anthropophora*) in einem Magerrasen beim Lac de Bourget (Savoyen). Es handelt sich um eine äusserst seltene Hybride. Soll ihr Fortbestand gesichert werden, hat das Bio-Monitoring für möglichst zahlreiche gemischte Populationen der beiden Eltern, *Orchis simia* und *Aceras anthropophora* zu sorgen.

(*Ascalaphus libelluloides*) und von Botteronis Ragwurz (*Ophrys apifera* ssp. *botteronii*) in einem *Bromus-erectus*-Trockenrasen im Wangental bei Osterfingen SH (*Abb. 6, 7*). So war dort im gleichen Pflegekonzept der Eiablage des Schmetterlingshafts und der winterlichen Assimilation durch die Rosetten der Ragwurz gleichermaßen Rechnung zu tragen.

Infolge der Dringlichkeit, Gebiete mit gefährdeten Arten unter Schutz zu stellen, sind solche Projekte, wie schon erwähnt, meist auf wenige bedrohte Organismen ausgerichtet. Sie können wohl dazu beitragen, deren Erhaltung zu gewährleisten, doch werden deswegen holistisch umfassende Synthesen der komplexen Vielfalt als wichtige Form des Monitoring viel zu wenig bedacht. Konzentriert sich die Forschung einschränkend auf wenige bedrohte Ziel-

Abbildung 7: Botteronis Ragwurz (*Ophrys apifera* ssp. *botteronii*) ebenda. Zur Blütezeit Ende Juni / Anfang Juli sind die basalen Rosettenblätter bereits abgestorben. Die neuen Rosettenblätter entstehen im September und assimilieren bis ins Frühjahr des folgenden Jahres.

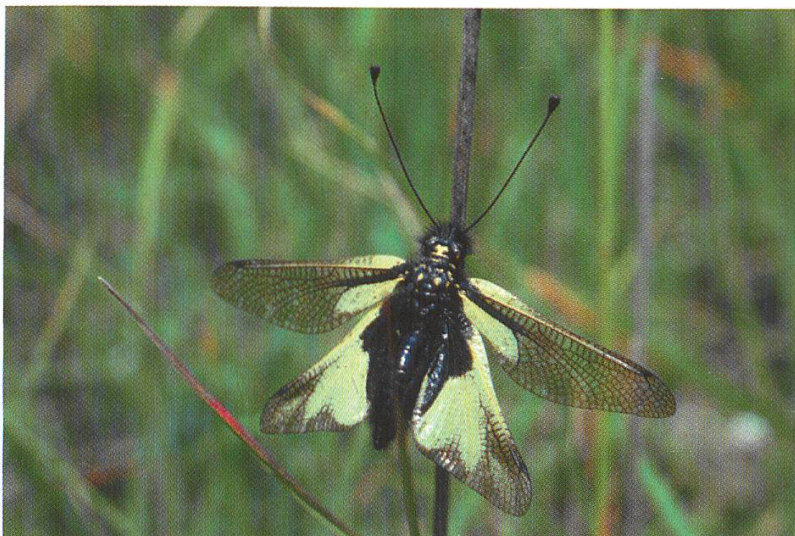
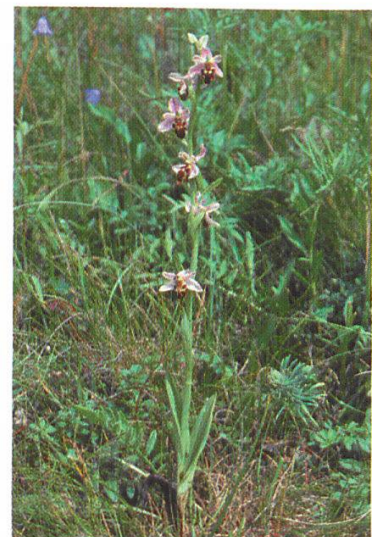


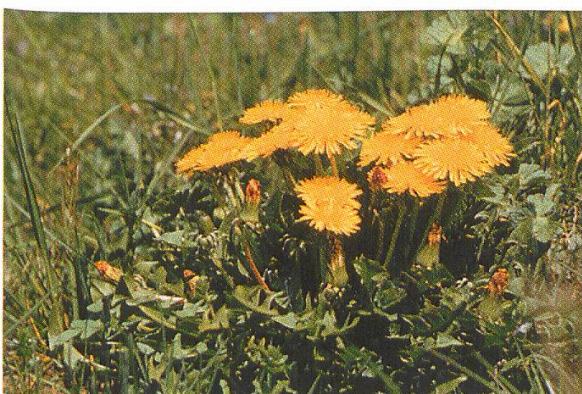
Abbildung 6: Schmetterlingshafts (*Ascalaphus libelluloides*) in einem Trespen-Magerrasen im Wangental bei Osterfingen SH im Jahre 1980. Ein ausgewachsenes Individuum sitzt an einem dünnen Stängel der aufrechten Trespe (*Bromus erectus*), wo auch die Eiablage erfolgt.



organismen, besteht auf die Dauer die Gefahr, dass die Entwicklung der Populationen anderer, weniger bedrohter, aber ebenfalls interessanter Spezies übersehen wird. Zudem muss betont werden, dass das Funktionsgefüge von Biocönosen umso besser erfasst werden kann, je gründlicher man deren Artenspektrum kennt. Da organismische Gesamtinventare immer mit einem kolossalen Aufwand verbunden sind und überdies die Gefahr der Uferlosigkeit in sich bergen, gibt es noch immer nur sehr wenige umfassende Projekte, in denen versucht wurde, die Diversität in einem synthetischen Überblick zusammenzufassen. Das ist insofern zu bedauern, als die einmalige Erfülltheit von Biocönosen, die unverwechselbare Individualität von Landschaften und die von Gebiet zu Gebiet sich ablösenden Diversitätsmuster nur sichtbar gemacht werden können, wenn genügend breit angelegte analytisch-synthetische Studien über die biocönotische Vielfalt vorliegen.

Grenzen der quantitativ-numerischen Bio-Diversitätsforschung

Nur sehr ungern wird ein naturwissenschaftlich denkender Biologe zugeben, dass Vielfalt nicht mit reinen Zahlen ausgedrückt werden kann, sondern dass Diversität als solche nur unter Einbezug der konkreten spezifischen Verschiedenheiten der registrierten Organismen vollumfänglich zu erfassen ist. Sobald man aber die berechtigte Forderung erfüllt, gestalthafte Eigenschaften innerhalb eines bestimmten Artenspektrums mit einzubeziehen, wird man erkennen, dass ohne eine ästhetische Wertung nicht auszukommen ist. Es ist aber äusserst schwierig, ästhetische Massstäbe nach naturwissenschaftlichen Kriterien festzulegen, weshalb das Bestreben besteht, verschieden grosse Attraktivität so weit als möglich zu vernachlässigen oder als subjektives Empfinden ganz zu unterdrücken. Sehr attraktiv ist zum Beispiel der Kontrast von goldgelben Blüten und der grünen Grasnarbe im Frühling, wie aus der Gegenüberstellung einer Löwenzahnwiese und einer Population von *Adonis vernalis* in einem Steppenrasen ersichtlich wird (Abb. 8, 9). Beim Betrachten dieser beiden Ansichten kann man nicht einfach entscheiden, dass selbstverständlich das rare *Adonis vernalis* viel «schöner» sei



als das triviale *Taraxacum officinale*; denn dann wäre ja der Gestaltwert nur eine primitive Funktion der Häufigkeitsskala, was sie ganz sicher nicht

Abbildung 8: Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) in einer Fettwiese ob Montreux. Infolge seiner grossen Häufigkeit wird der Löwenzahn als trivial abqualifiziert und dessen Schönheit wird kaum als etwas Besonderes wahrgenommen.



Abbildung 9: Frühlings-Adonisröschen (*Adonis vernalis*) in einem Steppenrasen bei Saxon VS im Jahre 1988. Offensichtlich eine nicht alltägliche Pflanze, deren Schönheit als etwas ganz Einmaliges wahrgenommen wird. Beim Vergleich der Abbildungen 8 und 9 ist der Kontrast zwischen dem Goldgelb des Löwenzahns und dem Sattgrün der Fettwiese zu beachten, ebenso der abweichende Kontrast zwischen dem Zitronengelb der Adonisblüten und dem Graugrün des Steppenrasens.

sein kann. Jedenfalls wird man vor diesen Bildern in voller Objektivität bedenken müssen, dass der spezielle Charakter sowohl im Falle eines Steppenrasens als auch einer Fettwiese nur durch deren unverwechselbare Artspektren definiert werden kann. Beide Arten, sowohl *Adonis vernalis* als auch *Taraxacum officinale*, haben in den betreffenden Lebensgemeinschaften, in denen sie auftreten, ihren ganz bestimmten *Kennzeichnungswert*, eine Qualität, die weniger belastet ist von persönlichem Dafürhalten und objektiver festgestellt werden kann.

Wie wichtig es ist, die qualitativen Aspekte der Bio-Diversität zu berücksichtigen, möge ein Vergleich der Artenspektren zweier Engadiner «hot spots» veranschaulichen, der Kalkhügel östlich von Ardez und der karbonatischen Felsrippe von Cristolais zwischen Samedan und Schlarigna. Aus Platzgründen muss ich mich dabei auf die beiden Drachenkopffarten *Dracocephalum austriacum* (bei Ardez) und *ruyschiana* (zwischen Samedan und Schlarigna) beschränken. Ein hoher Kennzeichnungswert innerhalb der Steppenrasenfragmente, die sie bewohnen, ist beiden nahe verwandten Arten gemeinsam, doch sind trotz grosser Ähnlichkeit auch die subtilen Unterschiede nicht zu verkennen (Abb. 10). Abgesehen von morphologischen Verschiedenheiten, welche die tief zerschlitzen bzw. einfachen linealen Blätter sowie die violettblauen bzw. ultramarinen Blüten betreffen, weicht ihre Gesamtverbreitung nicht unerheblich voneinander ab. Damit scheint ihr kennzeichnendes Auftreten an den beiden «hot spots» zusammenzuhängen. Beide Arten

Abbildung 10: Links: Österreichischer Drachenkopf (*Dracocephalum austriacum*) bei Ardez im Jahre 1992. Rechts: Berg-Drachenkopf (*Dracocephalum ruyschiana*) im Sefinental bei Müren (Berner Oberland) im Jahre 1987 (Foto: O. Hegg). Aus dem Vergleich der beiden Bilder werden sofort die Unterschiede der beiden Arten in Blattform und Blütenfarbe ersichtlich.



gehören dem kontinentalen Florenelement an, *D. austriacum* ist jedoch submeridional-meridional-kontinental, *D. ruyschiana* dagegen boreal-boreomeridional-kontinental. Deshalb ist es kein Zufall, dass *D. austriacum* als südliche Art im Inntal hauptsächlich hochmontan, *D. ruyschiana* als nördliche vorwiegend obersubalpin-alpin verbreitet ist. Somit entspricht ihr lokales Vorkommen zwischen 1400 und 1500 m bzw. 1800 und 1900 m im Engadin chorologisch und ökologisch ihren Gesamtarealen. Damit ist auch klar geworden, dass eine rein numerische Diversität allein nie genügen kann, die komplexen Konnexen von Diversitätsmustern zu erhellen, und überdies, dass lokale Artenspektren immer in einem erweiterten allgemeinen Zusammenhang wahrgenommen werden müssen.

Topographische und temporale Bio-Diversität

Wer denkt, Bio-Diversität könne mit Artspektren erschöpfend dargestellt werden, vergisst, dass die Muster der Vielfalt nicht nur von Ort zu Ort wechseln, was als topographische Diversität bezeichnet werden kann, sondern dass sich die Mannigfaltigkeit als temporale (evolutive, ontogenetische und phänologische) Diversität auch im Ablauf der Zeit verändert. Immens sind die Veränderungen, die jeder Organismus im Laufe seiner Ontogenese erfährt, was am Beispiel von *Pinus cembra*, der Arve illustriert sei (Abb. 11–13). Beachten wir auch, welche eminente Steigerung ein topographisches Diversitätsmuster

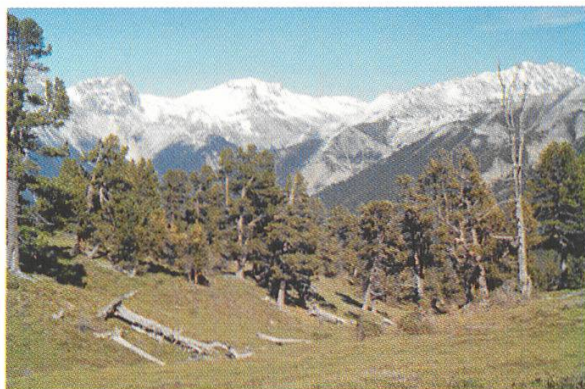
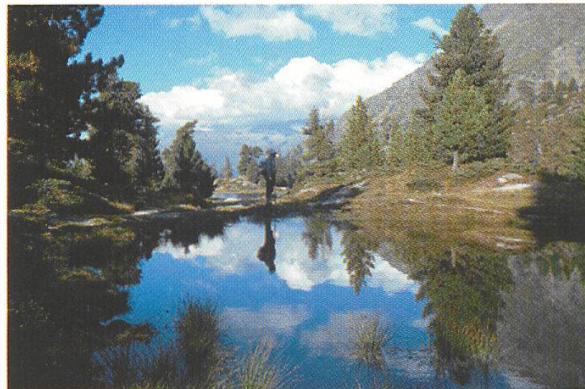


Abbildung 11: Arvenkeimlinge (*Pinus cembra*) im Stazerwald (Oberengadin). Eindrücklich sind die kräftigen Keimachsen, die sich nur aufgrund der grossen Nährstoffvorräte in den «Arvennüsschen» entwickeln können.

Abbildung 12: Verschiedenalteriger Aufwuchs von Arven (*Pinus cembra*) am Hahnensee (Oberengadin). Je nach Alter und Standort sind die Bäume sehr verschieden.

Abbildung 13: Arven an der alpinen Baumgrenze im Schweizerischen Nationalpark (Val Mingèr). Neben den wild zerrissenen Kronen alter Exemplare finden sich aufrechte und gefallene Baumleichen.



Abbildung 14: Moorbeere (*Vaccinium gaultherioides*) vor dem Blattfall am Fussweg zur Fuorcla Surlej (Oberengadin). Die Herbstfärbung alpiner, laubwerfender Zwergsträucher ist besonders intensiv, so auch bei der Alpenbärentraube (*Arctostaphylos alpina*). Die blauen Beeren bilden zum Rot der Blätter einen deutlichen Farbkontrast.



Abbildung 15: Oben: Immergrüne Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*) blühend im Pfywald VS. Unten: Gleiche Art, fruchtend im Stazerwald (Oberengadin). Zum Grün der immergrünen Blätter bilden die in komplementärem Rot gefärbten Beeren einen auffallenden Kontrast, ähnlich auch bei der Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*).

phänologisch durch den Laubfall bei Bäumen und Sträuchern in wechselwarmen oder wechselfeuchten Gebieten (Abb. 14) oder ganz unabhängig vom Klimatyp durch die postflorale Entwicklung der Früchte und Samen erfährt (Abb. 15). Es ist unerlässlich, auch in Betracht zu ziehen, dass die Mannigfaltigkeit, über das simple Art-spektrum hinaus, ganz entscheidend erhöht wird durch die unzähligen Manifestationen, welche die sexuelle Reproduktion vieler tierischer Organismen nach sich zieht. Nicht unerwähnt darf an dieser Stelle bleiben, dass die gegenseitige Abhängigkeit von Blüten und Bestäubern die Diversität im Laufe der Evolution beträchtlich vergrössert, ja dass das Verhältnis von Primärproduzenten, Herbi- und Carnivoren die biocönotische Diversität während der Erdgeschichte wahrscheinlich ganz allgemein heraufgesetzt hat (Abb. 16).

Mehrung und Minderung der Bio-Diversität durch die menschliche Zivilisation

Auf der ganzen Erdoberfläche wurde die Bio-Diversität während einer verschieden langen anthropogen bedingten Kulturlandschaftsentwicklung beeinflusst. Die Veränderungen sind von den vorgegebenen Diversitätsmustern des Naturzustandes ausgegangen. Diese waren in den Zonen temperater, laubwerfender Wälder, zu denen die Tieflagen der Schweiz gehören, verhältnismässig einfach, d.h. unsere ursprünglichen landschaftsspezifischen Biocönosespektren waren dominiert von Klimaxwäldern und damit von ei-



Abbildung 16: Rosenkäfer (*Cetonia aurata*) auf einer Blüte der lederblättrigen Rose (*Rosa coriifolia*) zwischen Scuol und Sent (Unterengadin) im Jahre 1985. Bestäubung durch Käfer ist weit verbreitet. Im Vergleich zur Übertragung des Pollens durch Tag- oder Nachtfalter zeigen Blüten- und Mundgliedmassen der Bestäuber nur geringe gegenseitige Anpassung.

ner primären Trivialflora, während Lokalgesellschaften und ihre charakteristischen Spezialflora auf mehr oder weniger begrenzte Sonderstandorte beschränkt blieben. Unter der Einwirkung der traditionellen Landwirtschaft fand ein umwälzender Bereicherungsprozess statt, während dem je nach Bewirtschaftungsart die landschaftsspezifische Bio-Diversität entscheidend zugenommen hat. Besonders durch das Aufkommen zahlreicher neuartiger Biocönosen (z.B. ganz verschiedene Hecken und Säume, Mager- und Fettwiesen usw.) wurde das Biocönosenspektrum vieler Landschaften beträchtlich erweitert, und damit nahm selbstverständlich auch deren Artenzahl zu, umso mehr als die gesellschaftsspezifische Diversität der halbnatürlichen Biocönosen numerisch meistens hoch und zugleich qualitativ durch ein vielseitiges Spektrum kennzeichnender Arten charakterisiert ist. Was das bedeutet, kann am besten durch die Physiognomie einiger traditionell bewirtschafteter Landschaften und ihrer Biocönosen illustriert und erhellt werden (Abb. 17–19).

Mit der ständig zunehmenden Mechanisierung und Optimierung der landwirtschaftlichen Produktion während der letzten 150 Jahre wurde die reichhaltige biocönotische Gliederung traditioneller Kulturlandschaften unbarmherzig zurück-



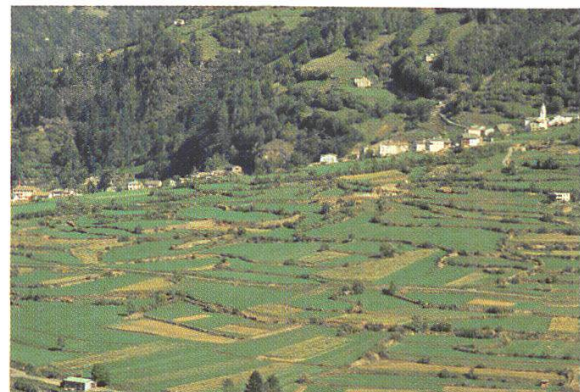
Abbildung 17: Traditionelle Kulturlandschaft von Merishausen SH im Jahre 1977. Das Foto zeigt ein noch intaktes Bauerndorf, umgeben von mehr oder weniger intensiv bewirtschafteten Äckern und Fettwiesen. Oberhalb der Kirche gibt es aufwachsende Gebüsch, die seit 1950 auf ehemaligen Magerwiesen aufgekommen sind. Ausgedehnte Magerwiesen befinden sich auf den Plateaus. Sie waren bis zur Motorisierung vorherrschend. Heute sind sie auf einige Naturschutzgebiete beschränkt.



Abbildung 18: Traditionelle Kulturlandschaft von Tschlin (Unterengadin) im Jahre 1990. Auf dem Foto erkennt man ein noch intaktes Bauerndorf, umgeben von ausgedehnten Mähwiesen, die teilweise nur wenig gedüngt und von kleinflächigen Steppenrasen durchsetzt sind. Im Vordergrund artenreiche Saumgesellschaften und aufwachsendes Heckengebüsch.

Abbildung 19: Traditionelle Kulturlandschaft von Cologna nahe Poschiavo im Jahre 1984. Zu beachten ist die feinmaschige Gliederung der Heckenlandschaft auf dem Schuttkegel, wie sie im ausgehenden Mittelalter weit verbreitet war.

gedrängt und in vielen Gegenden praktisch vollkommen ausgelöscht, was einen alarmierenden Rückgang der Bio-Diversität zur Folge hatte. In den modernen ausgeräumten Landschaften fehlt für die meisten kennzeichnenden und biologisch interessanten Spezialisten der artgemässe Lebensraum oder ist bestenfalls auf wenige kleine Parzellen eingeschränkt (*Abb. 20*). Nach dem Verschwinden so vieler Schmetterlinge, Vögel und Blütenpflanzen, die in halbnatürlichen Bio-cönosen lebten, setzte ein Boom von organismischen Inventaren ein. Für manche Pflanzen- und Tiergruppen entstanden Rote Listen, die dazu beitragen sollten, das Aussterben der besonders bedrohten Organismen zu verhüten. Dazu sei an dieser Stelle bemerkt, dass solche Rote Listen als Entscheidungshilfen für die Ausscheidung von Reservaten nur mit der nötigen Kenntnis aller Realien in den verschiedenen Landschaften erarbeitet werden konnten. Dabei spielte bei der Beurteilung der Schutzwürdigkeit eines Gebietes die Artensumme pro Fläche meist eine geringere Rolle als die kennzeichnende Artenkombination. Unsere wiederholten Untersuchun-



gen bestimmter Aufnahme­flächen, die im Zeitraum zwischen 1945 und 2000 in Bromus-erectus-Wiesen im nördlichen Schweizer Jura durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass oft bei grösserer Artensumme, also bei höherer numerischer Diversität die Arten der trivialen Sekundärflora an Zahl und Individuen beträchtlich zugenommen hatten, während die Populationen der kennzeichnenden stenöken Arten auch in Beständen, die im gleichen Zeitraum weiterhin traditionell bewirtschaftet wurden, stark ausgedünnt oder gänzlich verschwunden waren. Das ist ein für den Naturschutz beunruhigender Befund und es stellt sich die Frage nach der Populationsgrösse, die noch ein genügend grosses Fortpflanzungspotential und eine genetische Diversität, d.h. einen Genpool aufweist, der den Fortbestand der bedrohten Arten in einer bestimmten Landschaft garantiert. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese bedrängende Frage nicht für alle gefährdeten Arten im gleichen Sinne beantwortet werden kann, sondern für jede einzelne Spezies untersucht werden muss. Deshalb sind wir zurzeit noch weit davon entfernt, genaue Prognosen über Überlebenschancen und Aussterberaten zu stellen. Andererseits ist daraufhinzuweisen, dass es in naturnaher Vegetation genügend Beispiele von kleinen, isolierten Populationen gibt, die sich trotz bescheidener Nachkommenzahl und einer beschränkten Variabilität des Genpools über Tausende von Jahren an einer isolierten Lokalität gehalten haben (Abb. 21).



Abbildung 20: Blick vom «Reiatstübli» bei Opfertshofen SH in den Hegau im Jahre 2003. Im Hintergrund die Vulkankuppen: v.l.n.r. Hohhöwen, Hohenstoffeln und Hohentwiel. Das Foto zeigt eine ausgeräumte Landschaft, geprägt von der modernen, ertragsorientierten Landwirtschaft. Naturnahe Vegetation ausser auf den Vulkankegeln auf wenige, winzige Parzellen eingeschränkt. Interessante Arten wie z.B. der Behaarte Spitzkiel (*Oxytropis pilosa*) sind am Aussterben.

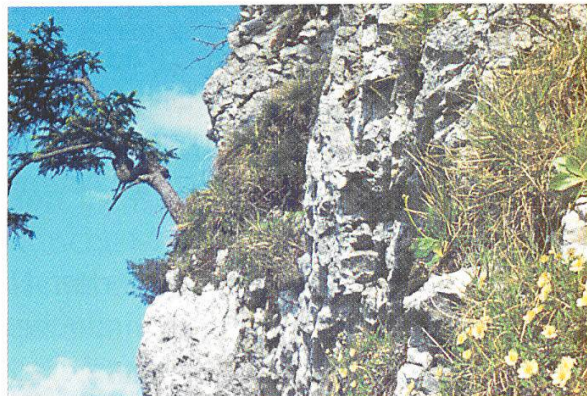


Abbildung 21: Felswand auf der Nordseite der Lauchfluh bei Waldenburg BL im Jahre 1947 (Foto: W. Vischer). Man erkennt eine kleine isolierte Kolonie der Silberwurz (*Dryas octopetala*). Die Art hat hier wahrscheinlich seit den Eiszeiten überlebt. Die Möglichkeit einer rezenten Ansiedlung erscheint z.B. beim Alpenleimkraut (*Linaria alpina*) auf der Hasenmatt SO völlig ausgeschlossen, da es dort in einer besonderen, nur im Jura vorkommenden Sippe (ssp. *petraea*) auftritt.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend sind die folgenden Feststellungen aus dem Gesagten abzuleiten:

- Bio-Diversität kann nicht ausschliesslich floristisch bzw. faunistisch auf dem Niveau von Arten betrachtet werden, sondern es sind infraspezifisch die molekulare und die individuelle Diversifikation mit einzubeziehen, ebenso supra-spezifisch die biocönotische und die landschaftliche.
- Bio-Diversität muss besonders in endemitenreichen Gebieten auch auf taxonomisch höhere Rangstufen (Gattungen und Familien) bezogen werden.
- Bio-Diversität kann fundiert nur bei genügender Artkenntnis untersucht werden. Für viele Tier- und Pflanzengruppen ist der Mangel an spezialisierten Taxonomen ein wesentliches Hindernis.
- Mit einem rein numerischen Diversitätsbegriff können die Diversitätsmuster von Biocönosen und Landschaften nicht charakterisiert werden. Es sind dazu immer die gesamten Artengarnituren und die Kennzeichnungswerte der einzelnen Arten notwendig. Diversität ist als charakteristische Gestaltfülle von Landschaften und ihren Lebensgemeinschaften wahrzunehmen, auch wenn wir zurzeit weit davon entfernt sind, dieses Postulat zu erfüllen.
- Die räumlich wechselnden Diversitätsmuster der Erdoberfläche können als charakteristische Gestaltfüllen nur voll erfasst werden, wenn auch ihre evolutiven und phänologischen Aspekte erfasst werden.
- Seit dem Rückgang der traditionellen Bewirtschaftung, die meistens einen starken Anstieg der Bio-Diversität verursacht hat, ist es in der Phase der industriellen Bewirtschaftung von Grund und Boden klar geworden, dass es sich gegenwärtig beim Schutz der Artenvielfalt meistens um den Erhalt von Sekundärbiocönosen handelt.
- Numerisch bringen die zahlreichen Neophyten einen gewissen Ausgleich. Doch bedeutet ihr oft chaotisch-invasives, aggressives Auftreten für die gebiets-eigenen Diversitätsmuster und Gestaltfüllen eine nicht zu unterschätzende Gefahr.

Weltweite Verantwortung für die verschiedenen charakteristischen Gestaltfüllen auf der Erdoberfläche

Bio-Diversität ist ein beispielhaftes Gegebensein des guten Lebens. Form und Fülle guten gelingenden Lebens sind nicht an einzelne Lebensentwürfe gebunden, sie drücken sich im Ausgleich, in den Gleichgewichten und Kreisläufen der Ökosysteme aus. Durch alle Erschütterungen im Evolutionsprozess und den damit

verbundenen Extinktionen hindurch haben sich Formen und Füllen der Biosphäre im Laufe von Jahrmillionen als immer besseres und reicheres Leben bewährt und vermehrt. Je mehr die Strukturen und Gestalten der gegebenen Natur verschwinden, desto bedrängender wird die Erkenntnis, dass die Schätze der Natur endlich und begrenzt sind und somit ihre Verfügbarkeit durch den Menschen nicht unbegrenzt ist. Diese Erkenntnis führt zur Einsicht, dass die Strukturen und Gestalten der gegebenen Natur und der Kulturlandschaft nicht weiterhin als «free gifts» behandelt werden können. Genau an diesem Punkt muss wissenschaftliches Bio-Monitoring durch Naturästhetik und insbesondere Naturethik ergänzt werden. Die Schonung der charakteristischen Gestaltfüllen ist eine naturästhetisch-naturethische Forderung. Ob die ästhetischen Bedürfnisse des zivilisatorischen Menschen durch «Gesten von möglicher Natur» befriedigt werden können, wie das Wasserparadies im Autobahneinkaufszentrum, die Menagerie von Plüschtieren im Kinderzimmer oder die künstlichen Plastikblüten in manchen Restaurants und viele andere Dinge mehr, ist eine Frage der Psychologie und Ethologie. Diesbezügliche Untersuchungen zeigen, dass die Wirkungen von möglicher Natur als Surrogate die Echtheit der gegebenen Natur nicht zu ersetzen vermögen. Bereits A. Mitscherlich hat gezeigt, wie schädlich sich das Fehlen natürlichen Reichtums, d.h. die Naturferne auf die psychische Entwicklung des Menschen auswirkt. Man tut auch gut daran, sich zu erinnern, dass K. Lorenz schon vor 30 Jahren den Nachweis geführt hat, dass die biologische und psychologische Entwicklung von Mensch und Tier gestört wird, wenn sie auf längere Dauer gänzlich aus ihrem natürlichen Erlebnisraum herausgerissen werden. Der natürliche Erlebnisraum des Menschen ist nun einmal die charakteristische Gestaltfülle in der Natur- und Kulturlandschaft mit ihrer reichen Mischung an gegebener und möglicher Natur. Industrialisierung und Mechanisierung drohen heute die Diversitätsmuster der charakteristischen Gestaltfüllen zu verdrängen, ohne die gutes gelingendes Leben zunehmend gefährdet erscheint. Dadurch erwächst der ethische Auftrag, sich für eine möglichst hohe Bio-Diversität einzusetzen. Im ästhetischen Ergriffensein während persönlichen Erlebnissen wurzelt die ethische Motivation, für die Bewahrung der Vielfalt besorgt zu sein. Entscheidend ist ganz einfach die Tatsache, dass der Wirkgrund der Diversität für die Menschheit lebenswichtig ist. Deshalb machen Mitmenschlichkeit, im weitesten Sinne Mitgeschöpflichkeit, die Schonung der charakteristischen Gestaltfüllen auf der ganzen Welt zur ethischen Verpflichtung und stetigen Aufgabe.

Literatur

- BRESINSKY, A. (2002): Evolution, in: Lehrbuch der Botanik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin.
- ELLENBERG, H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J. (1986): Ökosystemforschung. Ergebnisse des Sollingprojekts. Stuttgart.
- GROOMBRIDGE, B. & JENKINS, M.D. (2002): World atlas of Biodiversity. University of California Press, Berkeley.
- FREY-SULZER, M. (1941): Der Anteil der einzelnen Tier- und Pflanzengruppen am Aufbau der Buchen-Biocoenosen in Mitteleuropa. Ber. Geobot. Inst. Rübel 1940.
- FREY-SULZER, M. (1941): Erste Ergebnisse einer biocoenologischen Untersuchung schweizerischer Buchenwälder. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 51.
- HEGG, O., BÉGUIN, C. & ZOLLER, H. (1992): Atlas schutzwürdiger Vegetationstypen der Schweiz. EDMZ, Bern.
- KÖRNER, CH. (2002): Ökologie, in: Lehrbuch der Botanik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin.
- LEVIN, S.A. (Ed.) (2001): Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press, San Diego.
- LANDOLT, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz – Rote Liste. EDMZ, Bern.
- LORENZ, K. (1973): Die acht Todsünden der zivilisierten Menschheit. München.
- MITSCHERLICH, A. (1967/1990): Die Unwirtlichkeit der Städte: Anstiftung zum Unfrieden. Frankfurt a.M.
- NADIG, A., SAUTER, W. & ZOLLER, H. (1999): Oekologische Untersuchungen im Unterengadin – Versuch einer Synthese. Ergebn. wissensch. Unters. im Schweiz. Nationalpark, Zernez.
- ZOLLER, H. (1993): Zur Erfahrung der Natur in «künstlicher» Umgebung – Aktuelle Probleme der Wahrnehmung, in: Philosophie der Struktur – «Fahrzeug der Zukunft?» (G. Strenger und M. Röhrig, Hrsg.). K. Alber, Freiburg/München.
- ZOLLER, H. & BISCHOF, N. (1980): Stufen der Kulturintensität und ihr Einfluss auf Artenzahl und Artengefüge der Vegetation. Phytocönologia 7 (Festband Tüxen).
- ZOLLER, H., WAGNER, CH. & FREY, V. (1986): Nutzungsbedingte Veränderungen in Mesobromion-Halbtrockenrasen in der Region Basel – Vergleich 1950–1980. Abh. Westf. Museum für Naturk. 48, 2/3.