

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 24, 219-233. Hannover 2012

## **Pflanzenwelt und Biodiversität in den Dolomiten**

– Sandro Pignatti, Rom –

### **Abstract**

The Dolomites (Southeastern Alps in Italy) form a mountain system consisting mainly of mesozoic rocks (limestone and dolomite) and including a volcanic district in the western portion. The most important peaks reach 3000 m and more (highest elevation 3343 m): the total area of the territory reaches ca. 6500 km<sup>2</sup>. More or less continuous alpine grasslands develop at 2000-2600 m, whereas the lower vegetation belts are composed of subalpine coniferous forest (1500-2000 m), the *Fagus-Abies* mountain forest (800-1500 m) and at inferior levels the original deciduous oak forest is largely substituted by permanent meadows around the human settlements. The plant life in this area has been investigated by Erika and Sandro Pignatti during about 50 years of scientific activity. The analysis was carried out at three levels: *flora* - over 2300 species with the inventory on 180 quadrants, *vegetation* - over 2000 relevés distributed among 112 plant communities, *landscape* - ca. 450 plots and the definition of 32 vegetation complexes. Two previously ignored ecological features are described i.e. the foggy belt at the southwestern border of the Dolomites and the effect of 'heat island' in the centre, during summer, at higher elevations (2100-2500 m). The alpine flora exhibits unexpected flexibility in the adaptations for survival under hostile ecological conditions: in particular, elevate temperatures at the leaf surface were measured in many herbaceous species, as an adaptation to increase photosynthesis on clear summer days. Biodiversity – intended not only as taxonomic variation, but also in eco-morphological and eco-physiological sense – is the key factor to optimize the use of the scarce resources in this environment. A message could be drawn also for humanity, facing the environmental crisis.

### **Einleitung**

Die Dolomiten bilden ein ausgedehntes Gebirgssystem am südlichen Rand der Ostalpen. Der höchste Gipfel ist die Marmolada mit 3343 m, mehrere andere Gipfel sind Dreitausender. Die Dolomiten sind weltweit bekannt wegen ihrer einmaligen Schönheit der Landschaft und Bergwelt, im Lauf der Jahrtausende modelliert, mit Türmen, senkrechten und überhängenden Felswänden, tafelartigen und pyramidenförmigen Bergen. Sie bestehen aus Dolomit- und Kalkfelsen, dazwischen erstrecken sich ausgedehnte Gebiete vulkanischen Ursprungs mit Silikatunterlage. Das Gebirgssystem ist von tiefen geologischen Falten umgeben, im Osten und Süden vom Fluss Piave, im Nordwesten vom Pustertal, im Norden und (zum kleinsten Teil bereits auf österreichischem Gebiet) von der Drau und gegen Westen vom Eisack- und Etschtal. Die gesamte Oberfläche beträgt etwa 6500 km<sup>2</sup>. Dieses Gebiet wird von drei verschiedenen autonomen Regionalbehörden verwaltet und die Einwohner haben drei Muttersprachen: Deutsch in Südtirol, Italienisch als venezianischen Dialekt im Bellunesischen und Rhätoromanisch in einigen wenigen Tälern. Südtirol ist schon seit Jahrzehnten ein beliebtes Ziel für Winter- und Sommertourismus. Vor einigen Jahren wurden die Dolomiten zum World Heritage der UNESCO erklärt. Ausgedehnte Teile des Gebietes stehen unter Naturschutz.

## Methoden und Ergebnisse

Das Pflanzenleben der Dolomiten wurde von Erika und Sandro Pignatti während mehrerer Jahrzehnte erforscht, d.h. während fast unserer ganzen wissenschaftlichen Tätigkeit von 1960 bis zum heutigen Tag. Einer von uns (Erika) hatte bereits die Pflanzenwelt der Lienzer Dolomiten (Österreich) in ihrer Dissertation in den Jahren 1949-1952 untersucht (WIKUS 1958-61). Das gesamte auf italienischem Boden gesammelte Material (Tab. 1) wird nun in drei Bänden mit allen Ergebnissen veröffentlicht (PIGNATTI & PIGNATTI, in Druck). Bis zum Jahr 1960 gab es keine wissenschaftlichen Studien über Flora und Vegetation des Gebietes, abgesehen von lokalen Untersuchungen einzelner Biotope. Die Dolomiten wurden jedoch schon seit langem von bekannten Botanikern besucht, als erster für Italien sei hier Zanichelli Anfang des 18. Jahrhunderts zu nennen.

Tab. 1: Übersicht der Ergebnisse (1960-2010)

Arten	2337
Pflanzengesellschaften	112
Vegetationsaufnahmen	2000
Vegetationskomplexe	32
Aufn. von Vegetationskomplexen	434
Quadranten für die Aufn. der Flora	184
Records der Flora	106.000
Arten / Quadrant (Durchschnitt)	576

Unsere Untersuchungen in den Dolomiten wurden auf drei Ebenen ausgeführt.

**Flora** – das ganze Gebiet wurde auf ein Rastersystem übertragen, das der floristischen Aufnahme mitteleuropäischer Länder entspricht: 184 Quadranten von etwa 35 km<sup>2</sup> Oberfläche. 106.000 records einzelner Arten wurden gesammelt, im ganzen handelt es sich um 2337 festgestellte Arten, dabei wurden fast ausschließlich Biotope mit natürlicher Pflanzendecke untersucht, während die großenteils anthropogene Flora rund um Ortschaften im Talgrund nicht einbezogen wurde.

**Vegetation** – während der vielen Untersuchungsjahre wurden insgesamt etwa 2000 Vegetationsaufnahmen durchgeführt, über die ganze Oberfläche der Dolomiten verteilt. Das Arbeitsverfahren ist die Methode von Braun-Blanquet, die Aufnahmeflächen sind verschieden groß (zwischen 1-100 m<sup>2</sup> und mehr). Dieses umfangreiche Material wurde zuerst nach der üblichen Praxis in der Pflanzensoziologie geordnet, später mit automatischen Methoden behandelt. 112 Assoziationen wurden für das Gebiet festgestellt und mit je einer oder mehreren Tabellen belegt. Mehrere von diesen Gesellschaften sind neu, einige davon endemisch in den Dolomiten. Besonderes Augenmerk wurde dem ökophysiologischem Verhalten der darin vorkommenden Pflanzen gewidmet: Eine große Anzahl von Messungen wurden im Gelände durchgeführt, um die Anpassungen der Pflanzen zu erforschen; dabei wurden Arten, die in höheren Lagen vorkommen, eingehender untersucht. Auch diese im Gelände ausgeführten Messungen ergaben zahlreiche Ergebnisse.

**Landschaften** – über 400 plots mit Oberflächen von 1-5 ha wurden untersucht und alle auf diesen vorkommenden Pflanzengesellschaften angegeben. Durch multivariate Analyse (PCA) ergaben sich daraus 32 Vegetationskomplexe. Dadurch war es möglich, drei Haupttypen in der Landschaft (landscape systems) aufgrund ihrer Pflanzendecke zu unterscheiden, und zwar die voralpine Landschaft mit feuchtem ozeanischem Klima, die innerdolomitische Landschaft mit kontinentalem Klima und dazwischen die äußere dolomitische Landschaft mit interme-

diären Bedingungen. Die Struktur der Pflanzendecke, in Bezug auf Klima und Substrat, wurde eingehend untersucht.

Alle Informationen über Flora, Vegetation und Landschaft wurden in einer Datenbank gespeichert und für jede Pflanzengesellschaft wurden die Werte der Lebensformen, Chorotypen, Zeigerwerte nach Ellenberg sowie mehrere Diversitätsindexe berechnet (vgl. Tab. 4). In diesem Rahmen ist es nicht möglich ins Detail zu gehen, jedoch eine derart umfangreiche Analyse der Pflanzendecke mit homogenen Methoden und von denselben Autoren ist bislang noch von keinem Gebirgssystem beschrieben worden.

## Untersuchungsgebiet

Die untersuchte Fläche beginnt im Talgrund (etwa bei 200 m Seehöhe) und erstreckt sich bis zur oberen Grenze mit kontinuierlicher Pflanzendecke, die in den Dolomiten bei etwa 2500 m liegt; die höher gelegenen Vorkommen von diskontinuierlicher Vegetation und Einzelpflanzen wurden während unzähliger Bergtouren bis 3000 m und höher untersucht. Die durchschnittliche Jahrestemperatur im Tal (Bozen, Belluno) beträgt 12°C; die höchsten meteorologischen Messungen liegen von 2 Hochgebirgsstationen um 2100 m vor mit einem Jahresdurchschnitt um 0°C.

Als Ausgangshypothese kann angenommen werden, dass die Umwelt eine fortlaufende Variation als Funktion der Jahrestemperatur ist, vom Talgrund bis zu den Gipfeln, und deswegen ist auch die Verteilung der Pflanzen im Gebiet als Funktion der abnehmenden Temperaturen zu betrachten (vgl. Anhang 2). Das ist eine abstrakte Hypothese von allgemeiner Bedeutung, die aber von der unterschiedlichen Morphologie der Gebirgstäler und Gebirge abhängig ist. Abgesehen davon kann man nach den mikroklimatischen und ökophysiologischen Untersuchungen zwei wichtige Anomalien erkennen.

*1 Die voralpine Nebelstufe* – Am Südabfall der Alpen gibt es eine Zone mit niedrigeren Temperaturen, die durch eine bedeutende Ansammlung von Nebelschwaden während der Morgenstunden verursacht wird. Diese Nebel werden von aufsteigenden feuchten Luftströmungen gebildet, die sich wiederum während der wärmeren Stunden im Lauf des Tages allmählich auflösen. Dies ist das Ergebnis von Feuchtluft, die von der Adria aus dem Süden kommt. Daraus ergibt sich eine feuchte und kühle Nebellandschaft am Südhang der Dolomiten, wo man eigentlich eher stärkere Sonnenbestrahlung und Trockenheit erwartet hätte. Dieser Effekt beeinflusst die Vegetation und zeichnet sich durch das Vorkommen von *Betula pendula* aus, die in den Südostalpen als subozeanisches Element betrachtet werden kann. In der Landwirtschaft fällt in dieser Gegend das Fehlen von Weingärten auf. Weiter nach Südwesten, bei Bassano del Grappa, wo der Nebel-effekt nicht mehr wirksam ist, werden außer Reben sogar Ölbäume gepflanzt.

*2 Die Wärmeinsel* – eine mehr oder weniger widersprüchliche Erscheinung macht sich in den inneren Gebirgsketten der Dolomiten bemerkbar. Hier ist der Himmel tagsüber im Sommer meist klar und blau und die Sonneneinstrahlung sehr stark. Bei Sonnenaufgang liegen die Temperaturen (sogar noch im August) um 6-7°C, sie steigen dann rasch an, sodass in den Mittagsstunden meistens 20-25°C sogar in unmittelbarer Nähe von Schneefeldern erreicht werden. Die nach Süden gerichteten Hänge bilden daher bei 2000-2500 m während der Sommertage sozusagen Wärmeinseln und die hier wachsenden Pflanzen leben unter Bedingungen, die nicht sehr verschieden von jenen des Talbodens sind. In dieser Gegend kommen oft wärmeliebende Arten vor und sogar mediterrane Elemente wie *Potentilla caulescens*, *Hippocrepis comosa* oder Gebirgsformen mediterraner Artkomplexe wie z.B. *Anthyllis alpicola* aus der *Anthyllis vulneraria* Gruppe und auch *Sesleria caerulea* selbst.

Im allgemeinen kann man annehmen, dass physikalische Faktoren im Gebirge linear verlaufen d.h. von tieferen Lagen gegen höher gelegene, während die Temperatur abnimmt und die Lichtintensität ansteigt. Was das Pflanzenleben betrifft, ist das Problem aber viel komplizierter, denn außer dem Höhengradienten ist auch der Gradient der Kontinentalität vorhanden, der in den Randgebieten mit stark ozeanisch beeinflusstem Klima am geringsten ist und in Richtung der inneralpiner Täler (in diesem Fall das Pustertal, mit ausgesprochen kontinentalem Klima) allmählich zunimmt; dazu kommen noch die beiden oben erwähnten Anomalien, die Zone der Nebelschwaden und die zentralen Wärmeinseln.

## Zur Geschichte der Flora und Vegetation in den Dolomiten

Die Dolomiten bestehen aus Sedimenten, die sich hauptsächlich während der Perm- bis Kreidezeit aus Riffen, Atollen und tieferen Becken im tropischen Meer formten. Daneben bildete sich der vulkanische Komplex von Predazzo. Das aus Algen und Korallen bestehende Material wurde später erodiert und setzte sich am Meeresgrund ab. Eingeschlossen in Sedimentschichten sowie durch Wärme und Kompression gefestigt, entwickelte es sich zu Dolomit. Diese Schichten wurden dann während der Auffaltung der Alpen emporgehoben und traten nach progressiver Erosion der zu oberst liegenden Schichten an die Oberfläche. Die ursprüngliche mesozoische Flora der Inseln und Atolle ist völlig verschwunden und nur als fossile Spuren zu finden.

Man kann die heutige Flora der Dolomiten mit den wichtigsten geologischen Ereignissen in Bezug setzen. Viele der bedeutendsten Gattungen mit alpin-himalaischer Verbreitung (*Gentiana*, *Leontopodium*, *Oxytropis*, *Saxifraga*) weisen auf eine Besiedlung der Dolomiten schon während des Tertiärs, vielleicht im Miozän hin. Während des Pliozäns breitet sich in ganz Europa die eurasiatische Laubwaldflora in den Ebenen mit Elementen wie *Acer*, *Alnus*, *Carpinus*, *Castanea*, *Fraxinus*, *Quercus* aus; vermutlich kommen hier auch einige mediterran-montane Gruppen (*Ranunculus* gr. *montanus*, *Carex* gr. *ferruginea*, *Sesleria*) hinzu. Während der Kälteperioden des Pleistozäns breitet sich die arktische Eiskappe bis über Norddeutschland aus und viele boreale Elemente wie *Carex*, *Empetrum*, *Kalmia* (*Loiseleuria*), *Vaccinium*, *Salix* gr. *herbacea* und *S. lapponum* können als Zeugen einer einstigen Kälteperiode angesehen werden. Für die Elemente der südsibirischen Steppe (*Artemisia*, *Bromopsis*, *Fumana*, *Potentilla* gr. *verna*), weit verbreitet in den Trockentälern, wird hingegen eine rezente (interglaziale oder nacheiszeitliche) Einwanderung vermutet (BRAUN-BLANQUET 1961).

Während der Eiszeiten waren die Dolomiten ganz von Inlandeis bedeckt, außer einigen Nunatakker am Südrand. Daher war die Vegetation des gesamten Bereiches der Dolomiten völlig vernichtet; auch das Überleben vitaler Samen jahrtausendlang unter der Eiskappe ist auszuschließen (SCHWIEBACHER & ERSCHBAMER 2001). Der Anfang der Neubesiedlung von Pflanzen hat daher erst nach dem völligen Abschmelzen der Gletscher etwa vor 10.000 Jahren begonnen. Für das *Seslerietum*, die wichtigste Gesellschaft der Kalkgebirge in höheren Lagen, war dies eine schnelle Expansion auf ehemaligen Moränen. Es ist durchaus möglich, dass sich diese Assoziation an beiden Alpenrändern - in Bayern und am Südrand der Ostalpen, die voneinander etwa 200 km entfernt sind - während der kalten Perioden erhalten haben. Man kann sich jedoch nur eine langsame und äußerst schwierige Einwanderung vorstellen, da sie gegen die Gravität erfolgt wäre. Es wurde tatsächlich nachgewiesen, dass anemochore Arten (vom Wind verbreitete Samen) heute in den Zonen, die früher von der Eisdecke bedeckt waren, eine höhere Frequenz aufweisen. Während der gleichen relativ kurz andauernden Periode sind sehr wahrscheinlich auch einige Neo-Endemiten entstanden. Altes Erbgut und rezente Artbildung vereinen sich hier zur heutigen Flora und Vegetation der Dolomiten.

## Verschiedene Verhaltensweisen der Alpenpflanzen

Das Pflanzenleben hat sich an die Vielfalt der Umweltbedingungen angepasst, sei es durch morphologische Veränderungen, sei es durch Spezialisierung besonderer funktioneller Eigenschaften: Struktur und Funktion der Pflanzen sind ganz von der Notwendigkeit, an diesen extremen Standorten überleben zu können abhängig. Ein wichtiges Problem für die Pflanze ist das Erhalten ihrer photosynthetisierenden Teile - der Blätter - bei höheren Temperaturen, um die Photosynthese fortzusetzen, aber bei zu hohen Temperaturen die Situationen von „water stress“ zu vermeiden (vgl. KÖRNER 2003).

Dieses Verhalten macht sich besonders in den ersten Morgenstunden bemerkbar und wird später schwächer, auch weil gerade an Sommertagen nachmittags gewöhnlich starke Wolkenbildung aufkommt. Es ist interessant, dass dieses Verhalten nur bei Arten vorkommt, die völlig im Sonnenlicht stehen, während es bei Waldpflanzen fehlt. Im Wald lassen sich auch während der Mittagsstunden keine wesentlichen Temperaturunterschiede bei den einzelnen Arten messen. Bemerkenswert ist, dass sich auch die Rhododendren ebenso verhalten, eine Gattung von einigen hundert Arten der asiatischen und nordamerikanischen Flora, die oft in den Wäldern mit hoher Luftfeuchtigkeit leben; in Europa kommen nur zwei Arten vor, die sich an Gebirgsstandorte offener sonniger Hänge angepasst haben. Obwohl es sich um sklerophylle Arten handelt, zeigen ihre Blätter keine Erwärmung; es ist also anzunehmen, dass die Rhododendren ihre physiologischen Eigenschaften als Waldpflanzen beibehalten haben, auch wenn sie bei voller Sonnenbestrahlung wachsen. Die Verhaltensweisen der Pflanzen zeigen eine große Vielfalt, so als ob jede Art für sich optimale Bedingungen für ihr Überleben zu erreichen versucht.

Ein Vergleich der Blatttemperaturen der wichtigsten Arten der alpinen Blaugrashalde (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) und des subalpinen Fichtenwaldes (*Listero-Piceetum*) wird in Tab. 2 dargestellt. In beiden Fällen sind zu Beginn der Beobachtungen die Werte mehr oder weniger gleich oder zeigen nur kleine Unterschiede im Rahmen des Fehlerbereiches. Am Morgen, bei Sonnenaufgang, befindet sich alles im gleichen Temperaturbereich: der Fels, die Erdoberfläche, die Pflanzen und die Atmosphäre; die Unterschiede zwischen den einzelnen Arten betragen weniger als 1 Grad. Während des Tages verhält sich der subalpine Fichtenwald wie ein geschlossenes Ganzes und die Blatttemperaturen bleiben bei allen Arten gleich oder zeigen nur wenige, unbedeutende Abweichungen. Bei den alpinen Rasengesellschaften hingegen spalten sich die Standorte während der ersten Sonnenstrahlen in zahlreiche verschiedene Nischen mit unterschiedlichen Temperaturen und Lichtverhältnissen und jede Art verhält sich während des Tagesablaufs anders. Hier können die Temperaturunterschiede der einzelnen Arten sogar 10 bis 15 Grad betragen. Einige Arten weisen eine besondere Blattmorphologie auf, z.B. haben *Soldanella* und *Homogyne* Blätter, die ähnlich wie ein Parabolspiegel wirken, sodass die Sonnenstrahlen auf den Blattoberflächen konzentriert werden. Ein ähnlicher Effekt lässt sich an den konkaven Blattbüscheln von *Carex firma* nachweisen. Bei anderen Arten erfolgt eine Erwärmung ohne besondere morphologische Anpassungen, z.B. bei den Grundblättern von *Hieracium bifidum*. Arten innerhalb der alpinen Blaugrashalden scheinen am meisten diversifiziert zu sein.

## Biodiversität – eine Kategorie

Eine quantitative Schätzung der Biodiversität wird meistens aus der Anzahl der Pflanzen- (oder Tier-) Arten abgeleitet, die in einem Biotop oder in einem Gebiet vorkommen. In Tab. 3 werden Assoziationen aufgeführt, die im Bereich der Dolomiten die höchsten Artenzahlen aufweisen. Dabei handelt es sich um Arten beweideter alpiner Rasengesellschaften, abgese-

Tab. 2: Blattemperaturen (Vergleich)

<b>LISTEO-PICEETUM</b>							
Zeit	06:00	07:15	08:30	10:00	11:00	12:00	13:30
<i>Picea abies</i>	10,4	10,1	12,7	15,5	16,1	16,9	20,1
<i>Larix decidua</i>		11,7	14,7		16,5	17,7	21,0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	9,2	10,0	12,3	15,5	16,3	17,5	18,4
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	10,6	10,6	12,9	15,6	15,6	17,0	19,7
<i>Juniperus nana</i>				16,4		18,4	19,6
<i>Erica herbacea</i>				15,7	18,6		
<i>Pinus mugo</i>			15,1				19,7
<i>Oxalis acetosella</i>	9,9	10,3	12,6		17,2	16,5	
<i>Avenella flexuosa</i>	10,0	9,9	12,7			16,2	18,6
<i>Homogyne alpina</i>	8,7				16,7	15,5	18,1
<i>Maianthemum bifolium</i>	9,3	9,9	14,0			17,5	
<i>Hieracium sylvaticum</i>		11,4	12,3			15,9	
<i>Hylocomium splendens</i>	8,7	9,9	13,1	12,1	15,6	17,6	17,7
<i>Rhytiadelphus triquetrus</i>	10,8	10,4	13,1	12,2	15,6	15,0	18,9
<b>SESLERIO-CARICETUM SEMPERVIRENTIS</b>							
Zeit	07:30	08:00	09:00	10:00	10:45		
<i>Sesleria albicans</i>	7,3	11,7	21,2	26,7	23,1		
<i>Carex sempervirens</i>	7,2	10,7	17,4	24,2	22,1		
<i>Anthyllis alpestris</i>	6,9	12,7	17,8	25,8	24,4		
<i>Achillea clavennae</i>	7,8	9,9	15,7	25,0	27,8		
<i>Horminum pyrenaicum</i>	7,6	10,7	24,4	27,2	30,2		
<i>Ranunculus hybridus</i>	7,6	10,3	26,4	27,8	24,3		
<i>Hieracium bifidum</i>		13,7		33,6	35,5		
<i>Crepis aurea</i>	8,3	9,5	19,3	27,5	23,6		
<i>Salix alpina</i>			21,1	25,0	24,7		
<i>Carduus carlinaefolius</i>	10,4	12,6	28,6	24,2	24,7		
<i>Homogyne discolor</i>	8,2	11,3	22,6	33,1	30,2		
<i>Soldanella alpina</i>	6,0	10,3	19,5	30,5	31,5		
<i>Polygonum viviparum</i>	6,2	10,3	17,1	24,5	24,8		
<i>Pinus mugo</i>			21,5	22,3	19,0		
Bodentemperatur (Oberfläche)	8,0	11,0	20,4	23,7	30,0		
Bodentemperatur (- 10 cm)			8,8		8,9		

hen von den Zeilen 2 und 9, bei denen es sich um Trockenrasen niedrigerer Standorte handelt. Der höchste Wert wird vom *Knautio-Trifolietum nivalis* erreicht, mit durchschnittlich 60 Arten pro Aufnahme und Spitzenwerten von 82-84 Arten auf 100 m<sup>2</sup>; ein solcher Reichtum an Pflanzenarten wurde in Europa bisher sehr selten beobachtet. Diese Gesellschaft bildet sich auf einer sauren Bodenunterlage, auf der sich Kalkteilchen ansammeln (die von oberhalb emporragenden Dolomithfelsen stammen). An solchen Stellen kann man im Bereich der Dolomiten feststellen, dass sich der Boden in viele Kleinstandorte differenziert: einige mit, andere ohne angereicherte Kalkteilchen, wodurch es sowohl azidophilen als auch kalklie-

Tab. 3: Pflanzengesellschaften mit hohen Artenzahlen

		Aufnahmen	Arten	Arten/Aufn. med.	Shannon
1	<i>Knautio-Trifolietum nivalis</i>	44	147	60,7	1,68
2	<i>Bromo-Stipetum</i>	7	89	54,5	1,61
3	<i>Seslerio-Caricetum semperv. var. Carex mucronata</i>	16	132	54,2	1,63
4	<i>Hypochoerido-Festucetum paniculatae</i>	13	138	53,5	1,69
5	<i>Seslerio-Caricetum semperv. euphrasietosum</i>	39	131	52,3	1,63
6	<i>Danthonio-Nardetum</i>	14	96	50,2	1,57
7	<i>Anthoxantho-Poetum violaceae</i>	6	100	49,5	1,59
8	<i>Seslerio-Caric. senza diff.</i>	26	129	48,4	1,58
9	<i>Thlaspidi-Trifolietum</i>	19	100	46,4	1,60
10	<i>Seslerio-Festucetum variae</i>	5	58	46,2	1,53
11	<i>Seslerio-Caricetum semperv. var. Linum catharticum</i>	25	112	45,8	1,56
12	<i>Gentianello-Festucetum variae</i>	18	90	45,6	1,51

benden Arten möglich ist, auf engem Raum zusammen zu leben (WALLOSSEK 1990). Die zweite artenreiche Gesellschaft ist das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* - in mehrere Einheiten gegliedert - das 46-54 Arten pro Aufnahme, Maximalwerte 80-82 Arten, auf 100 m<sup>2</sup> aufweist. Die ökologischen Bedingungen des *Seslerietum* sind durch seine komplexe Entwicklung bestimmt.

Das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* ist die meist verbreitete Assoziation in der alpinen Stufe der Dolomiten, welche nur auf Kalksubstraten vorkommt, bei denen jedoch der Basenanteil des Bodens von der Humusaufgabe abgeschwächt wird. Die Artenvielfalt spiegelt sich in einer außergewöhnlichen Vermehrungsfähigkeit der Arten wider. Obwohl die meisten Arten entomogam sind (die dominanten wie *Carex*, *Festuca* und *Sesleria* aber anemogam), kann man während der in den Alpen kurzen Vegetationsperiode ein reges Insektenleben von Bestäubern beobachten. *Knautio-Trifolietum* und *Seslerieto-Semperviretum* sind die wichtigsten Gesellschaften, die die alpine Dolomitenlandschaft charakterisieren.

Allerdings handelt es sich bei der Biodiversität nicht nur um eine taxonomische Vielfalt. Bei der Dolomiten-Flora und -Vegetation wurde die Bedeutung der biologischen Vielfalt aufgrund einer weiteren umfangreichen Bearbeitung untersucht: Die durchschnittlichen Werte von Lebensformen, Chorotypen und Ellenberg-Zeigerwerten wurden berechnet, und zwar für jede Art und jede Assoziation. Anschließend wurden die Assoziationen mittels einer eingehenden statistischen Bearbeitung in verschiedene Gruppen untergeteilt: einige Beispiele sind in Tab. 4 aufgeführt. Alle Angaben werden aufgrund der Deckungswerte der Arten in den verschiedenen Aufnahmen bewertet und in Prozenten dargestellt.

Als Beispiel werden in Tab. 4 die Werte von Lebensformen, Chorotypen und Ellenberg Zeigerwerten von einigen der häufigsten alpinen Pflanzengesellschaften angeführt. Endemiten kommen am häufigsten in den Felsengesellschaften auf Kalk vor und viel seltener in den alpinen Rasen auf Silikat, welche dagegen eine starke Konzentration von arktisch-alpinen und borealen Arten aufweisen; letztere überwiegen auch in den Nadelwäldern (*Larici-Pinetum cembrae*, *Listero-Piceetum*, *Erico-Pinetum sylvestris*), während in den Laubwäldern (z.B. *Galio-Carpinetum*, *Carici-Fagetum*) das eurasiatische Element überwiegt.

Außerdem gibt es ebenso viele Unterschiede im Verhalten der Pflanzen in Beziehung zu den wichtigsten ökologischen Faktoren: Wärme, Licht, Wasserhaushalt, Boden usw. Um diese Vielfalt zu erfassen, sind die Zeigerwerte nach Ellenberg ein wertvolles ergänzendes Arbeits-

feld. Aus den alpinen Pflanzengesellschaften in Tab. 3 geht klar hervor, dass sie ausnahmslos an niedrige Temperaturen angepasst sind. Die Pioniergesellschaften sind durch hohe Werte von Licht und pH gekennzeichnet, während die Rasengesellschaften auf Silikat für diese Faktoren die niedrigsten Werte aufweisen. Das *Seslerio-Caricetum sempervirentis* nimmt eine Mittelstellung ein, woraus sich vielleicht seine Häufigkeit und Mannigfaltigkeit erklären lässt.

Man kommt also zu dem Ergebnis, dass das bloße Aufzählen der vorhandenen Arten nur ein unklares und oft irreführendes Gesamtbild der tatsächlichen ökologischen und biologischen Vielfalt innerhalb des Ökosystems ergibt. Andere Faktoren müssen in Betracht gezogen werden, die aber nicht einheitlich sind. In den siebziger Jahren, als das Studium der Biodiversität noch in den Kinderschuhen steckte, veröffentlichte HURLBERT (1971) eine vielzitierte Arbeit mit dem schockierenden Titel „The Nonconcept of Biodiversity“. Wir können uns tatsächlich die Frage stellen, ob Biodiversität als Konzept angesehen werden kann. Konzepte müssen definierbar sein, aber eine klare Definition von Biodiversität gibt es 40 Jahre nach dem Pamphlet von Hurlbert noch immer nicht.

Unseres Erachtens ist Biodiversität eine Kategorie, eine Art unserer Denkweise, die verschiedene Konzepte beinhaltet, jeweils bedingt durch verschiedene Faktoren. Daraus können drei voneinander verschiedene Kriterien für die Interpretationen vorgeschlagen werden:

1. *Strukturelle Vielfalt* – hauptsächlich auf Lebensformen gestützt. Die Maximalwerte findet man bei Waldgesellschaften der unteren montanen Stufe (Buchenwälder und Buchen-Fichtenwälder)

2. *Funktionelle Vielfalt* – hauptsächlich als Folge der Primärproduktion. Hohe Werte bei synanthropischen Pflanzengesellschaften (*Arrhenatheretum*) und der Vegetation feuchter Standorte.

3. *Evolutionäre Vielfalt* – die höchsten Werte findet man in Blaugrashalden und anderen Rasen der alpinen Stufe, in den Pioniergesellschaften auf Kalkgeröll und auf Kalkfelsen. Diesem Punkt soll besonderes Augenmerk gewidmet werden, denn hier kommen die meisten endemischen Arten vor, die das Pflanzenleben im Hochgebirge entwickelt hat. Nach vielen verschiedenen Berechnungen, die sich über die ganze Palette von 121 Assoziationen und Subassoziationen erstrecken, wurde mit Erfolg ein Verfahren aufgebaut, das sich auf die verschiedenen chorologischen Komponenten stützt. Die Alpenflora zeichnet sich durch das Vorhandensein endemischer und arktisch alpiner Arten aus; diese beiden Gruppen werden als kennzeichnender Bestandteil betrachtet. Eine alternative Gruppe besteht aus nicht speziellen Arten: weitverbreitete Elemente wie eurosibirische, eurasiatische, südeuropäische Arten und mediterrane Orophyten, Kosmopoliten. Durch das Verhältnis zwischen Endemiten + arktisch-alpinen und weitverbreiteten Arten kommt die Evolutionäre Vielfalt klar zum Ausdruck.

Abb. 1 zeigt das Ergebnis: Hier werden die Assoziationen in 12 Gruppen eingeteilt, von den tief gelegenen (links) zu den hochalpinen (rechts). Die letzten 5 Gruppen (rechts) zeigen die höchsten Werte: sie entsprechen folgenden Standorten und Vegetationstypen: Pioniervegetation auf Kalkgeröll (GHIA), alpine Rasengesellschaften auf Kalk (SS), Extremstandorte (FIRM), Schneetälchen (NIV) und Felsvegetation auf Kalk (RUP). Dieser Bereich enthält die wichtigste Information über das Entstehen und sich Differenzieren der Pflanzenwelt in den Dolomiten. Hier liegt der „focal point“ ihrer Biodiversität.

## Ein neuer Weg für die Syntaxonomie

Das Ergebnis der pflanzensoziologischen Untersuchungen in den Dolomiten sind 112 Pflanzengesellschaften, viele davon mit Subassoziationen. Zur Erstellung der Syntaxonomie bedient man sich der An- bzw. Abwesenheit der diagnostischen Arten (vgl. Anhang 1). Das

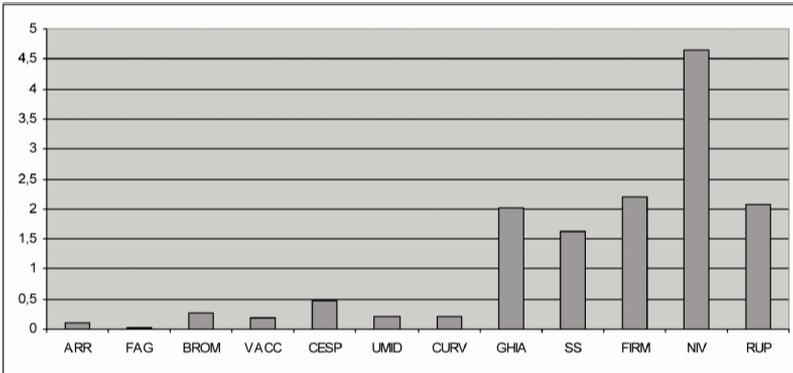


Abb 1: Evolutionäre Vielfalt der verschiedenen Vegetationstypen in den Dolomiten als Verhältnis zwischen Endemiten+arktisch-alpinen und weiterverbreiteten Arten darstellt (Erklärung der Abkürzungen im Text).

Vorhandensein/Nichtvorhandensein von Arten ist der Ausgangspunkt des floristisch-statistischen Systems, das von BRAUN-BLANQUET entwickelt und von ihm und TÜXEN für die Vegetation des mitteleuropäischen Raumes (relativ klein und artenarm, im Vergleich zu Ost- und Südeuropa) angewandt wurde.

Die floristisch-statistische Methode wurde mit Erfolg etwa bis zu den Jahren um 1960 verwendet. Mit der laufenden Zunahme vorhandener Daten wurde es aber immer schwieriger, die Ergebnisse zu definieren, besonders wegen des Überschneidens von beschriebenen Einheiten („Inflation der oberen Vegetationseinheiten“, PIGNATTI 1968). Man setzte große Erwartungen auf die Anwendung des Computers, was aber auch nicht die Lösung des Problems brachte.

An diesem Punkt kamen wir zu der Überzeugung, dass eine andere Methode notwendig sei. In der Tat ist die Flora nur *ein* Bestandteil, für uns allerdings der wichtigste, innerhalb der Gesellschaft, die sich aber auch auf andere Faktoren wie Boden, Tierleben und Beziehungen zwischen Pflanzen und Tieren stützt. Mit der floristisch-statistischen Methode wird nur die Flora erfasst. Dadurch entsteht eine Klassifikation, die sich bloß auf die Pflanzenarten stützt und unwiderruflich zu einem extrem analytischen System führt.

Die große Vielfalt der europäischen Vegetation hat deshalb zur Beschreibung von etwa 1.000 Verbänden (Allianzen) geführt (RODWELL J. et al. 2002). Über die Anzahl der Pflanzengesellschaften lassen sich bestenfalls Hypothesen aufstellen; wahrscheinlich sind es für Europa tausende und man kommt zu dem paradoxen Ergebnis, dass die Anzahl der Assoziationen der Artenzahl der europäischen Flora (10.000 in Flora Europaea) ziemlich nahe kommt oder diese möglicherweise sogar überschreitet. Dieses Ergebnis ist die Folge der ausschließlichen Anwendung von Präsenz/Abwesenheit der Arten als Grundlage der Syntaxonomie.

Als möglichen Ausweg - inspiriert von den Erfahrungen zur Biodiversität - prüften wir ein alternatives Bearbeitungsverfahren, indem wir die Gesellschaften, anstatt anhand einer Artenliste, mit den Durchschnittswerten von Lebensformen, Chorotypen und Zeigerwerten charakterisierten; man könnte dies etwa als floristisch-ökologisches System bezeichnen.

Mit diesem Verfahren ist jede Assoziation mit einem „string“ von 22 Werten vertreten (die Kolonnen in Tab. 4). Daraufhin wurden die 112 Assoziationen der Dolomiten durch die multivariate Analyse in 20 größere Einheiten eingeteilt. In Abb. 2 wird als Beispiel ein Zweig des Dendrogramms (Einheiten 4-13; hauptsächlich aus der waldfreien Vegetation auf Kalkunterlage) gezeigt. Die Gliederung entspricht weitgehend dem floristisch-statistischen Anteil, jedoch mit einer deutlichen Emphase auf die Ökologie; z.B. erscheinen die alpinen Rasen auf Kalksubstrat mit der Pioniervegetation auf Kalkgeröll verbunden. Dieser Versuch zeigt, dass

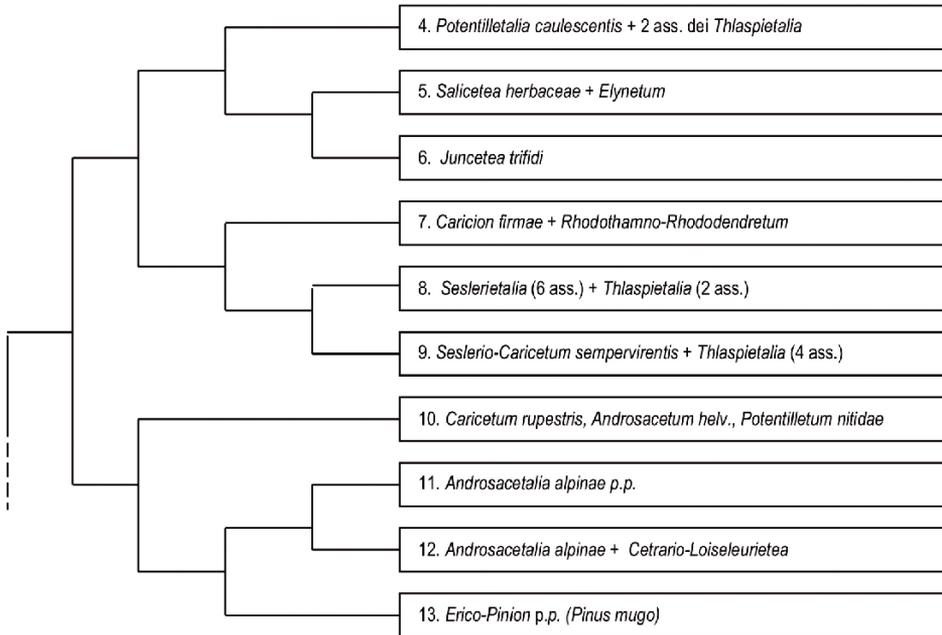


Abb. 2: Übersicht der Klassifikation der alpinen Rasen im floristisch-ökologischen System.

vielleicht ein neuer Weg zur Klassifikation der Vegetation möglich ist.

Es ist aber sicher notwendig, diese Methode auch bei anderen Vegetationstypen mit verschiedener Ökologie zu überprüfen. Unsere Erfahrung kann noch nicht zu endgültigen Resultaten führen, kann aber neue Denkweisen zur Lösung dieser Probleme anregen.

## Die Blaugrashalde als Hinweis für ein soziologisches Kulturmodell

Aufgrund der Temperaturverhältnisse sollte man meinen, das Leben habe seine größte Entfaltungsmöglichkeit auf Talböden, wo größere Wärmemengen zur Verfügung stehen und die Vegetationsperiode am längsten andauert. In den Dolomiten finden wir hingegen die maximale Entwicklung der Vegetation in den Höhenlagen um 2100-2500 m ü NN an südgeneigten Hängen unterhalb kompakter Felswände. Das *Seslerietum* ist der emblematische Bestandteil der Dolomitenlandschaft, vielleicht weil es die umfangreichste Information über das Verhalten der Dolomiten Vegetation enthält. Die Blaugrashalde bildet eine schier ununterbrochene dichte Pflanzendecke, gewöhnlich bei starker Hangneigung. Der Boden besteht aus einer dünnen Humusschicht, in der organisches Material seit Jahrhunderten von den darüber wachsenden Pflanzen gebildet und angesammelt wird. Diese Schicht erreicht kaum 10-20 cm und darunter findet man Kalkgeröll über kompaktem Fels; in der mit Humus angereicherten Oberschicht wird organisches Material gespeichert, das die Pflanzen der Blaugrashalden durch ihre photosynthetische Tätigkeit erzeugt haben.

Das *Seslerietum* erreicht den Höhepunkt an Biodiversität meistens in Bereichen zwischen 2100-2500 m. Auf Oberflächen von 100 m<sup>2</sup> kann man leicht 50 oder 60, ja sogar bis 80 Arten beobachten, eine Zahl, die man in Europa nur sehr selten erreicht. In den Tabellen der Blaugrashalden kommt man auf Gesamtartenzahlen von 130-150 Arten, wenn man die weniger häufigen oder einzelnen vorkommenden dazurechnet, steigt die Zahl bis gegen 400. In dieser Flora sind alle wichtigen alpinen Pflanzenfamilien vertreten.

Tab. 4: Chorotypen, Lebensformen, Zeigerwerte

	<i>Potentilletum nitidae</i>	<i>Papaveretum rhaetici</i>	<i>Caricetum firmae dryadetosum</i>	<i>Seslerio-Caricetum semperv. euphr.</i>	<i>Knautio-Trifolietum nivialis</i>	<i>Geo-Nardetum</i>	<i>Caricetum curvulae</i>
<i>Chorotypen %</i>							
Endemisch	37,6	5,6	9,8	5,0	2,5	3,0	1,3
Stenomediterran	0,5	0,8	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0
Eurymediterran	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Mediterran-Montan	0,0	7,5	2,3	3,9	1,7	0,0	1,3
Eurasiatisch u. C-Europ.	5,4	13,8	10,4	16,8	24,3	18,8	0,9
Atlantisch	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
Südeuropäische Oreophyten	45,1	62,1	47,8	55,1	45,5	41,8	65,2
Arktisch-alpin u. Boreal	9,8	10,3	24,2	0,8	23,9	34,0	30,0
Kosmopolitisch	1,6	0,0	0,0	0,2	1,7	2,3	1,3
<i>Lebensformen %</i>							
Therophyten	0,0	0,6	0,8	4,6	3,7	3,6	2,6
Hydrophyten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Geophyten	0,0	5,0	5,9	6,8	7,8	8,1	6,2
Hemikryptophyten	58,5	69,2	55,7	66,7	79,0	74,7	77,9
Chamaephyten	39,9	24,6	37,0	21,3	9,5	12,2	13,2
Nano-Phanerophyten	1,6	0,6	0,6	0,6	0,0	1,5	0,0
Phanerophyten	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ellenberg Zeigerwerte (med.)</i>							
Licht	8,25	8,47	8,17	8,07	7,58	7,56	7,88
Temperatur	2,21	2,24	2,21	2,26	2,24	2,19	1,80
Kontinentalitaet	3,84	3,49	3,91	3,83	3,70	3,45	3,52
Wasser	2,98	3,89	3,96	3,80	3,99	4,12	4,60
Bodenreaktion	7,55	7,42	7,16	6,36	4,25	3,33	3,32
Nutrienten	1,49	1,91	2,09	2,29	2,86	2,40	2,04

Diese Werte erscheinen zunächst unerklärlich. In der Tat könnte man meinen, dass die Artenzahl und das Vorkommen der Pflanzen in diesen Höhenlagen immer geringer werden. Das ist jedoch nicht der Fall, denn gerade hier summieren sich einige günstige Standortsfaktoren, und zwar das Vorherrschen klarer Tage während des Sommers, die starke Sonnenbestrahlung in diesen Höhenlagen und die wegen Anreicherung organischer Stoffe leicht saure obere Bodenschicht, die sowohl azidophile als auch basiphile Arten beherbergen kann.

In den Kontaktzonen zwischen Dolomittfels und Gestein vulkanischen Ursprungs findet man gemischt Anteile von basischen und azidophilen Arten, und auch hier kommt es zu einer Höchstzahl an Arten. Sowohl der intensiv sonnenbestrahlte Standort als auch der mit Wärme angereicherte Boden schaffen zusammen einen günstigen Mikrostandort für das Leben der Pflanzen. Diese Blaugrashalden erstrecken sich über große Flächen und man kann sie stun-

denlang durchqueren. Was ihren allgemeinen Aspekt betrifft, erscheinen sie immer gleich, aber bei jedem Schritt doch verschieden wegen des ständigen sich Ablösens vieler verschiedener Arten. Der König-Friedrich-August- oder der Bindel-Weg (Vial del Pan) sind beliebte Höhenwanderwege und auch Beispiele für diese Vielfalt der Flora. In diesen Bereichen hat sich eine besonders spezialisierte Flora angesiedelt, was auch aus den verschiedenen Anpassungsfähigkeiten der Pflanzen unter optimalen Bedingungen für die Photosynthese hervorgeht. Daher scheint die Flora der Blaugrashalden am besten angepasst zu sein, um die vorhandenen, kargen Überlebenschancen optimal zu nutzen.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich vielleicht eine Lehre allgemeinen Charakters ableiten, die über die Dolomitenvegetation hinausgeht und sich auf den Vergleich der Ansprüche der Menschheit an ihre begrenzte Umwelt übertragen lässt. Bei dieser vergleichenden Betrachtungsweise müssen wir uns über zwei Erkenntnisebenen im Klaren sein, mit denen wir unsere Umwelt zu erfassen versuchen. Die erste ergibt sich aus der deterministischen Interpretation mit linearen Variationen der Erkenntnisse im Bereich der klassischen Physik; wenn man sich hingegen auch auf feed-back bezieht, nehmen die Variationen ein zyklisches Verhalten an, was für ein komplexes System die Regel ist.

Gemäß dem ersten (linearen) Paradigma betrachten wir die Vegetation der Dolomiten aufgrund der zur Verfügung stehenden Energie, die am höchsten in tiefen und am geringsten in hohen Lagen ist. Das Abnehmen an Wärme lässt sich in linearer Weise ausdrücken, daher muss auch die Pflanzendecke immer mehr abnehmen je höher man ansteigt und das Klima kälter wird; dasselbe geschieht in der arktischen Zone, in der die Tundra gegen Norden immer ärmer wird und schließlich ganz verschwindet. Tatsächlich wird in den tiefen Lagen die höchste Produktion an Mais und Heu erreicht. Das Pflanzenleben in den Dolomiten ist jedoch ein komplexes Phänomen mit zyklischen Prozessen und mit Entwicklungstendenzen, die (aufgrund der deterministischen Interpretation der Realität) nicht voraussehbar sind. In diesem Fall handelt es sich um das Zusammentreffen einer großen Ansammlung sich differenzierenden Arten, hoher Biodiversität und Vielfalt von Anpassungen, um die geringen zur Verfügung stehenden Reserven optimal auszuwerten.

Dadurch entsteht das *Seslerietum*, das sich über große Flächen und mit gewissen Einschränkungen gleichmäßig ausbreitet, wenn die Umweltbedingungen nicht zu hart sind. Die Primärproduktion der Blaugrashalde ist gering aber ausreichend, um den Boden mit neuen organischen Bestandteilen zu versorgen. Zusätzlich hat sie ein reiches Tierleben: Insekten, Spinnen, auch Weidetiere wie Gamsen und einst sogar Steinböcke. Ein zyklisches System, ganz und gar selbständig. Auch der Mensch hat dieses System seit wenigstens 3000 Jahren als karge Alpweide für Schafe und Ziegen genutzt und Fleisch, Milch, Käse gewonnen.

Wenn wir nun von der beispielhaften Kondition der Alpensippen im Ökosystem der Blaugrashalde auf die Kondition des Menschen in der Biosphäre übergehen, besteht die Möglichkeit eine Parallele zu ziehen.

Bislang wurde der Fortschritt der Menschheit nach der Philosophie der „deterministischen“ Interpretation geregelt, d.h. eine lineare Entwicklung durch großen Energieverbrauch, durch Ballungszentren der Menschen in Großstädten, globale Märkte, die der Mensch auf Kosten der Umwelt erreicht hat. Durch ihr uneingeschränktes Wachstum verbraucht die Menschheit Rohstoffe, die Energie wird immer knapper, der Lebensraum wird immer mehr eingeschränkt. Die ganze Menschheit wird einheitlich als Konsumgesellschaft homogenisiert.

Die Blaugrashalde bietet das Beispiel einer Alternative: ein bescheidenes Leben, jedoch reich an Verschiedenheit und vor allem an „Umweltverträglichkeit“, was vielleicht eine Lehre

auch im Vergleich zur heutigen dramatischen Situation der Menschheit und der Umweltkrise sein könnte.

Die Blaugrashalde zeigt uns vielleicht einen alternativen Weg mittels der Entwicklung "tugendhafter" Anpassungen und Beziehungen, die das Erhalten lebendiger Zyklen ermöglichen, ohne die Umwelt auszubeuten. Für die Pflanzen bedeutet das eine Vielfalt von morpho-physiologischen Strukturen und Funktionen um die Photosynthese zu entwickeln. Für den Menschen kann das bedeuten, Vielfalt in Richtung neuer Wege für die Nutzung der Energiequellen und für einen neuen Lebensstil zu entwickeln. In letzter Zeit hat auch der Mensch angefangen sich „photosynthetisch“ (durch Solar- und eolische -Anlagen) zu verhalten.

Die Menschheit muss versuchen den Weg zu finden, um die Umwelt zu erhalten, und zwar aus kulturellen „Reserven“ und aus der Erfahrung zu schöpfen. Es wäre nötig, eine Gesellschaft aufzubauen, die imstande ist zu verstehen, wie man die großen, gefährlichen und umweltverwüstenden Energiequellen durch umweltfreundliche ersetzen und den Verbrauch an Rohstoffen regeln kann.

## Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1961): Die inneralpine Trockenvegetation von der Provence bis zur Steiermark. – Fischer Verl., Stuttgart, 273 pp.
- HURLBERT, S. H. (1971): The non-concept of biodiversity. A critique and alternative parameters. – *Ecology* **52**: 577-586.
- KÖRNER, CH. (2003): Alpine Plant Life. Functional Plant Ecology of High Mountain ecosystems. 2<sup>nd</sup> ed. – Springer Verl. Berlin, Heidelberg, New York.
- PIGNATTI, S. (1968): Die Inflation der höheren pflanzensoziologischen Einheiten. – Ber. Internat. Symp. Vegetationskunde 1964, pp. 85-97.
- PIGNATTI, E. und PIGNATTI, S. (im Druck): Plant life of the Dolomites. – Springer Verl., Berlin, Heidelberg, New York.
- RODWELL, J., SCHAMINÉE, J.H.J., MUCINA, L., PIGNATTI, S., DRING, J. & MOSS, D. (2002): The Diversity of European Vegetation. – Nat. Ref. Centre for Agric., Nature and Fisheries, Wageningen, The Netherlands, 167 pp.
- SCHWIENBACHER, E. & ERSCHBAMER, B. (2001): Longevity of seeds in a glacier foreland on the Central Alps – a burial experiment. – *Bull. Geobot. Inst. ETH* **68**: 63-71.
- WALLOSSEK, C. (1990): Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen in der alpinen Stufe am SW-Rand der Dolomiten (Prov. Bozen und Trient). – *Diss. Bot. Bd.* **154**. Cramer Verl., Berlin-Stuttgart, 136 pp.
- WIKUS, E. (1958-61): Die Vegetation del Lienzer Dolomiten. – *Arch. Bot. Biogeogr. It.* **34-37** (189 S.).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Drs. h.c. Sandro Pignatti, Emeritus für Ökologie, Univ. di Roma, „La Sapienza“, Rom, Italien

ANHANG 1: Die Vegetationsklassen der Dolomiten mit der Zahl der dazugehörige Assoziationen

Synanthrope Vegetation	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> (6 Ass.) <i>Stellarietea mediae</i> (1 Ass.) <i>Polygono-Poetea annuae</i> (2 Ass.) <i>Artemisietea vulgaris</i> (3 Ass.) <i>Galio-Urticetea</i> (1 Ass.) <i>Epilobieteae angustifolii</i> (2 Ass.) <i>Mulgedio-Aconitetea p.p.</i> (1 Ass.)
Laubwälder	<i>Quercu-Fagetea</i> (15 Ass.)
Trockenrasen	<i>Festuco-Brometea</i> (9 Ass.) <i>Koelerio-Corynephoretea</i> (1 Ass.) <i>Trifolio-Geranietea</i> (1 Ass.)
Nadelwälder	<i>Erico-Pinetea</i> (3 Ass.) <i>Vaccinio-Piceetea</i> (9 Ass.) <i>Loiseleurio-Vaccinietea</i> (1 Ass.)
Hochstaudenfluren und subalpine Sträucher	<i>Salicetea purpureae</i> (1 Ass.) <i>Mulgedio-Aconitetea p.p.</i> (7 Ass.)
Feuchte Standorte	<i>Montio-Cardaminetea</i> (3 Ass.) <i>Potametea</i> (1 Ass.) <i>Phragmito-Magnocaricetea</i> (1 Ass.) <i>Scheuchzerio-Caricetea-fuscae</i> (5 Ass.) <i>Oxycocco-Sphagnetetea</i> (1 Ass.)
Alpine Rasen auf Silikatsubstrat	<i>Calluno-Ulicetea</i> – Ord. <i>Nardetalia</i> (4 Ass.) <i>Juncetea trifidi</i> (5 Ass.)
Pioniervegetation auf Kalkgeröll	<i>Thlaspietea rotundifolii</i> (17 Ass.)
Alpine Rasen auf Kalksubstrat	<i>Elyno-Seslerieteae</i> (8 Ass.)
Extremstandorte auf Kalksubstrat Ass.)	<i>Elyno-Seslerieteae</i> , all. <i>Caricion firmae</i> (2 Ass.) <i>Carici-Kobresieteae bellardi</i> (3 Ass.)
Schneetälchen	<i>Salicetea herbaceae</i> (3 Ass.)
Felsenstandorte	<i>Asplenietea trichomanis</i> (10 Ass.)

ANHANG 2: HÖHENSTUFEN: mittlere Höhe der Beobachtungsstellen – Jahresmittel der Temperaturen (nivale Stufe: geschätzt).

Höhenstufen	Höhe m	Temp.	Schlussgesellschaft
nival	2700	<2	Pioniergesellschaften
alpin	2300	2,3	<i>Seslerio-Caricetum sempervirentis</i> , <i>Curvuletum</i>
subalpin (sup.)	1992-2048	2,3	<i>Larici-Pinetum cembrae</i> , <i>Vacc.-Rhododendretum</i>
subalpin (inf.)	1630	4,7	<i>Listero-Piceetum</i>
montan	1217-1291	6,2	<i>Oxalidi-Abietetum</i> , <i>Cardamini pent.-Fagetum</i>
collin	463	10,5	<i>Galio-Carpinetum</i>

---



# 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: 2012

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Pignatti Sandro [Alessandro]

Artikel/Article: [Pflanzenwelt und Biodiversität in den Dolomiten 219-233](#)