

Artenzusammensetzung und Phytodiversität in Kalkmagerrasen entlang eines Höhentransektes am Südalpenrand (Italien, Trentino)

– Philip Bedall, Ines Bruchmann, Corinna Gascho, Ina Hoeft,
Nicole Maroscheck & Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Kalkmagerrasen sind Ökosysteme mit weit überdurchschnittlichem Pflanzenartenreichtum. In den Kalkalpen treten derartige Vegetationstypen von der collinen bis in die alpine Stufe auf, wobei die Vorkommen der tieferen Lagen i. d. R. anthropozoogene Ersatzgesellschaften trockener Waldtypen darstellen, während jene der höheren Lagen die natürlichen Klimaxgesellschaften bilden.

Über den Artenreichtum in Gebirgen in Abhängigkeit von der Höhenlage wurde vielfach publiziert. Meist wurde dabei eine Abnahme der Artenzahl mit zunehmender Meereshöhe postuliert und auch gefunden (z. B. BEGON & al. 1990: 836 f., OZENDA & BOREL 2003). Ein wesentliches methodisches Problem der meisten dieser Untersuchungen – so auch der zitierten – liegt aber darin, dass sie die Gesamtartenzahlen der gesamten Höhenstufen miteinander vergleichen, nicht aber jene von Probestflächen einheitlicher Größe. Somit ist nicht auszuschließen, dass die gefundene Abnahme der Artenzahlen nicht in erster Linie ein Effekt der zunehmenden Meereshöhe, sondern des i. d. R. abnehmenden Flächenanteils größerer Höhenstufen ist.

Unsere Untersuchung, die im Rahmen einer „Großen Bioökologischen Exkursion“ im Studiengang Diplom-Umweltwissenschaften entstanden ist, soll deshalb v. a. den folgenden Fragen nachgehen:

- Wie spiegelt sich die Höhenlage in der floristischen Zusammensetzung der Bestände wider? Ist der floristische Gradient kontinuierlich oder findet in bestimmten Höhenbereichen ein überdurchschnittlicher Artenwechsel statt?
- Lässt sich die Hypothese abnehmender Artenzahlen mit zunehmender Meereshöhe auch für Einheitsflächengrößen bestätigen?
- Wie verändern sich die absolute Artendichte und der relative Anteil von einzelnen Lebensformen in Abhängigkeit von der Meereshöhe?
- Wie hoch ist die Artendichte auf 4 m²-Plots im Vergleich zu ähnlichen Vegetationstypen in anderen Teilen Europas?

2 Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt im Ledrotal in der italienischen Provinz Trento in der Region Trentino. Es gehört zum Abschnitt der Brescianer und Gardasee-Alpen innerhalb der Südlichen Kalkalpen. Das Ledrotal liegt als Hochtal auf 700 m ü. NN, zwischen dem Gardasee und dem Idrosee. Die seitlichen Gebirgszüge reichen bis 2.200 m ü. NN. Im Osten dominieren mediterrane Einflüsse der Gardaseeregion, im Westen und in höheren Lagen herrscht Gebirgsklima vor. Im Untersuchungsgebiet stehen v. a. Sedimentgesteine des Mesozoikums an. Rendzinen und Terraefuscae sind die häufigsten Bodentypen.

3 Methodik

Im August 2004 haben wir insgesamt 13 Vegetationsaufnahmen in fünf verschiedenen Höhenstufen (ca. 700 m, 1.000 m, 1.300 m, 1.700 m und 1.900 m ü. NN) angefertigt. Dabei wurden je Höhenstufe 2–5 quadratische Plots zu je 4 m² in einem repräsentativen Trockenrasengebiet aufgenommen. Erfasst wurden die Gefäßpflanzen mit Ausnahme der bereits abgestorbenen Frühlingsannuellen, sowie die größeren Moose. Flechten, die in den Untersuchungsflächen keine nennenswerte Deckung erreichen, blieben unberücksichtigt. Die erhobenen Gesamtartenzahlen sind daher als Minimalwerte zu verstehen. Die Sippentaxonomie richtet sich bei den Gefäßpflanzen nach AESCHIMANN & al. (2004) und bei den Moosen nach FREY & al. (1995). Die Zuordnung der Arten zu Lebensformen folgt ELLENBERG & al. (1991) und AESCHIMANN & al. (2004), wobei Sippen, die verschiedene Lebensformen realisieren, jeweils bei der in diesen Werken erstgenannten, vorherrschenden Lebensform gezählt wurden.

4 Ergebnisse

4.1 Charakterisierung der Vegetationstypen

Die Tab. 1 zeigt, dass nur wenige Sippen über den ganzen untersuchten Höhengradienten hinweg vorkommen, viele dagegen einen deutlichen Schwerpunkt in ihrer Höhenverteilung aufweisen. Der auffälligste floristische Schnitt liegt zwischen 1.700 und 1.900 m ü. NN. Dieser lässt sich sinnvollerweise als Grenze zwischen den Vegetationsklassen Festuco-Brometea Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač in den tieferen Lagen und Elyno-Seslerietea Br.-Bl. 1948 (= Seslerietea albicantis Oberd. 1978 corr. 1990 nom. illeg.) interpretieren.

Die Bestände der submontanen und montanen Stufe lassen sich aufgrund zahlreicher mesophiler Kenn- und Differenzialarten (z. B. *Thymus pulegioides*, *Pimpinella saxifraga* agg., *Carex caryophylla*) den Kalk-Halbtrockenrasen der Ordnung Brachypodietalia pinnati Korneck 1974 (= Brometalia erecti W. Koch 1926 nom. amb. propos. p. p.) innerhalb der Festuco-Brometea zuordnen. Von den mitteleuropäischen Beständen der Ordnung unterscheiden sie sich durch das stete Auftreten einiger alpischer Sippen wie *Brachypodium rupestre* und *Stachys alopecurus*.

Die am Monte Tremalzo im Übergangsbereich der subalpinen zur alpinen Zone aufgenommenen Bestände der Klasse Elyno-Seslerietea gehören innerhalb dieser zur Ordnung Seslerietalia coeruleae Br.-Bl. in Br.-Bl. & Jenny 1926 und dort vermutlich zum Verband der Südalpinen Blaugras-halden (Caricion austroalpinae Sutter 1962). Zu dessen Verbandskennarten zählen nach GRABHERR & al. (1993) u. a. *Carex baldensis*, *Horminum pyrenaicum* und *Laserpitium peucedanoides*, die auch in unseren Aufnahmen höchstet vertreten sind.

4.2 Phytodiversität im Vergleich der beiden Klassen

Die ermittelten Artendichten auf 4 m² einschließlich der unvollständig erfassten Kryptogamen liegen zwischen 26 und 39 (vgl. Tab. 1). Die Festuco-Brometea-Bestände der tieferen Lagen wiesen im Mittel 32 Gefäßpflanzensippen je 4 m² auf, die Elyno-Seslerietea-Bestände der höheren Lagen dagegen nur 28 (vgl. Abb. 1). Damit entsprechen die Kalkmagerrasen des Untersuchungsgebietes in ihrer durchschnittlichen Artenzahl der Gefäßpflanzen jenen aus anderen Regionen Europas wie z. B. NO-Deutschland, Öland oder Estland (siehe Beiträge von DENGLER & al., LÖBEL & al. sowie BOCH & DENGLER in diesem Band). Dagegen sind die untersuchten Bestände ausgesprochen moosartenarm, selbst wenn man unterstellt, dass einige kleine, akrokarpe Laubmoose nicht erfasst wurden. Einzig in den Beständen auf 1.045 m ü. NN kamen Moose überhaupt in nennenswerter Zahl (Ø: 5 Arten) vor, was vermutlich im Zusammenhang damit steht, dass diese Untersuchungsfläche im Gegensatz zu den anderen einen leichten Sickerwasser-einfluss aufweist.

Tab. 1: Auszug aus der geordneten Vegetationstabelle mit gebietsbezogenen Differenzialarten.

Aufnahme-Nr.		07-1	07-2	10-1	10-2	12-1	12-2	16-1	16-2	19-1	19-2	19-3	19-4	19-5
Meereshöhe [m ü. NN]		760	760	1045	1045	1209	1209	1698	1698	1946	1950	1946	1940	1948
Artenzahl (gesamt)	Steiligkeit [%]	34	28	39	35	32	29	35	32	33	27	28	26	26
Exposition [°]	Lebensform	90	90	0	0	135	135	45	45	45	45	45	45	45
Inklination [°]		40	40	25	25	30	30	40	45	40	55	40	40	40
Gesteinsdeckung [%]		0	0	0	0	0	0	0	2	1	10	20	15	7
Vegetationsdeckung [%]		90	100	90	98	99	98	98	98	97	75	80	60	93
KC/D Festuco-Brometea														
Bromus erectus	62 H	2b	2a	2m	2m	3	3	2b	2m	.	.	.	.	.
Achillea millefolium agg.	54 H	2a	1	1	1	1	.	2a	2b	.	.	.	.	.
Festuca ovina agg.	54 H	2b	2b	2a	.	2b	2a	2a	3	.	.	.	.	.
Thymus pulegioides	54 C	1	1	2a	1	2a	1	2a	.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata	46 H	1	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.
Brachypodium rupestre	38 H,C	2m	.	2b	3	1	.	.	2a	.	.	.	.	.
Galium verum	38 H	1	1	1	2a	2m	.	.	.	.	.	.	.	.
Lathyrus pratensis	38 Hli	.	2m	.	.	1	2m	2m	1	.	.	.	.	.
Pimpinella saxifraga agg.	38 H	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Trollius europaeus	38 H	.	.	.	1	+	+	1	1	.	.	.	.	.
Agrostis capillaris	31 H	.	1	2a	.	+	2a	.	.	.	.	.	.	.
Allium carinatum ssp. carinatum	31 G	1	1	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Carex caryophylla	31 G,H	.	.	1	2b	2b	2b	.	.	.	.	.	.	.
Filipendula vulgaris	31 H	.	.	2m	2m	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
Galium mollugo agg.	31 H	.	1	.	.	.	2m	2m	2m	.	.	.	.	.
Plantago media	31 H	.	+	.	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.
Ranunculus nemorosus	31 H	.	.	2m	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Stachys alopecuroides	31 H	.	.	.	1	2a	+	.	1	.	.	.	.	.
Thalictrum minus	31 H	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Briza media	23 H	.	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Koeleria pyramidata	23 H	.	2a	.	.	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.
Phyteuma orbiculare	23 H	.	.	.	+	.	.	1	2a	.	.	.	.	.
D Höhenlagen bis 1100 m														
Centaurea nigrescens	23 H	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clinopodium vulgare ssp. vulgare	23 H	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypericum perforatum	23 H	+	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex alba	15 G,H	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dianthus seguieri	15 H	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fragaria viridis	15 H	2a	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvia pratensis	15 H	2a	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sanguisorba minor	15 H	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sedum sexangulare	15 C	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanacetum corymbosum	15 H	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Teucrium chamaedrys	15 Z	2b	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola canina ssp. montana	15 H	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
D Höhenlagen ab 1200 m														
Viola hirta	31 H	.	.	.	.	1	1	2m	2a	.	.	.	.	.
Hieracium pilosella	23 H	.	.	.	.	2b	.	1	2b	.	.	.	.	.
Botrychium lunaria	15 G	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
Carduus defloratus	15 H	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.
KC/D Elyno-Seslerietea (in tiefere Lagen übergreifend)														
Anthyllis vulneraria	54 H	.	.	.	.	1	.	+	.	1	1	1	1	1
Laserpitium peucedanoides	54 H	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	r	+	1
Carex sempervirens	46 H	.	.	.	.	.	.	1	2a	2b	2b	2b	2b	2a
Thymus praecox ssp. polytrichus	38 C	.	.	.	.	.	.	2a	1	2a	.	.	+	+
Hieracium murorum agg.	31 H	.	.	.	.	1	.	.	2m	1	.	.	+	.
Acinos alpinus	23 H,Z	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	.	.
Thesium alpinum	15 Hhp	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.
KC/D Elyno-Seslerietea														
Carex baldensis	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	2b	2a	2a	2a
Galium anisophyllum	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	1	1	r	1
Globularia nudicaulis	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2b	1	+	2a
Horminum pyrenaicum	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	+	+	2a	2a
Linum catharticum	38 T,H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	2m
Primula spectabilis	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2a	2b	2a	3
Ranunculus thora	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	2a	1	1	2a
Trisetum argenteum	38 H	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	r
Carex ferruginea ssp. austroalpina	31 H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	1	r
Dryas octopetala	31 Z	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	2a	2b	1
Rhododendron hirsutum	31 Z	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	2a	1
Arctostaphylos alpina	23 Z	.	.	.	.	.	.	.	.	+	3	.	.	+
Aster bellidiastrum	23 H	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	r	r
Daphne striata	23 Z	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	1	.	+	.
Euphrasia tricuspida	23 T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2m
Gymnadenia odoratissima	23 G	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.
Selaginella selaginoides	23 C	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	+	.
Tofieldia calyculata	23 H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	r	.	.
Gentiana clusii	15 H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+
Gentiana utriculosa	15 T	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.
Polygala chamaebuxus	15 Z	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2m	.	.
Höhenindifferente Arten														
Erica carnea	54 Z	.	.	.	+	.	.	2a	.	2a	2a	1	2b	2a
Sesleria caerulea	54 H	2a	1	.	.	.	.	2a	2b	1	1	.	.	r
Soldanella alpina	46 H	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	2m
Lotus corniculatus agg.	38 H	1	+	.	.	1	2m	2m	2a	2a	2a	.	+	1
Helianthemum nummularium	31 Z	1	.	.	.	.	.	2m	.	1	.	+	.	.
Calamagrostis varia	15 H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.
Dactylorhiza maculata agg.	15 G	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Laserpitium nitidum	15 H	r	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

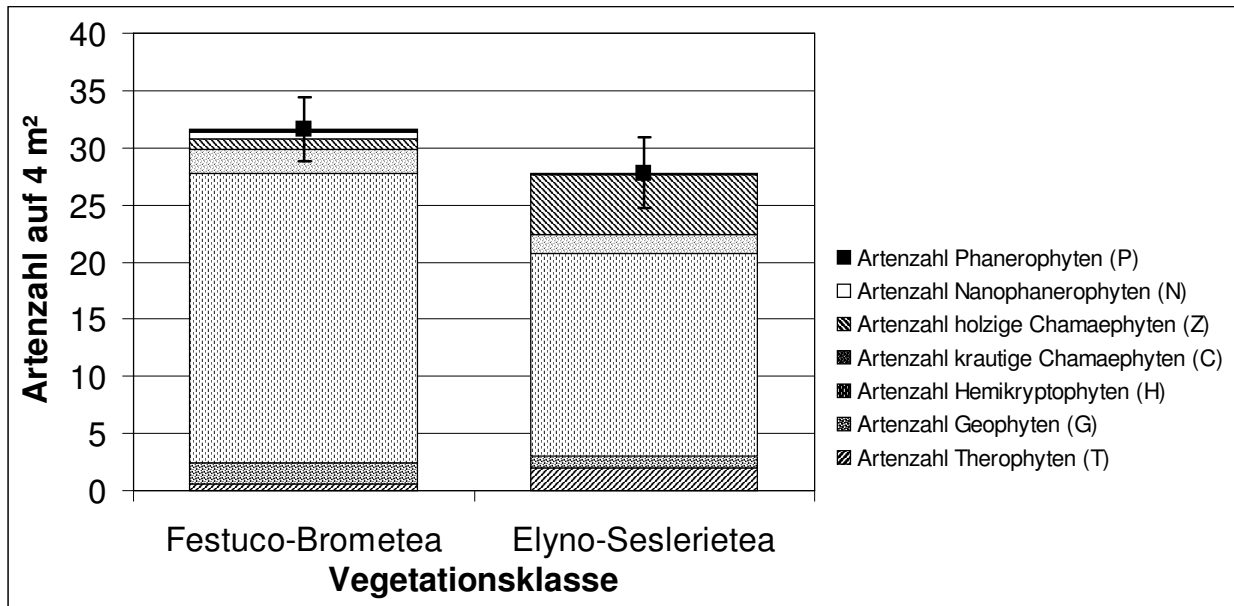


Abb. 1: Vergleich der beiden untersuchten Vegetationsklassen hinsichtlich der Gefäßpflanzenartendichte (± 1 Standardabweichung) und der Anteile der einzelnen Lebensformen.

Betrachtet man die einzelnen Lebensformen (Abb. 1), so zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden Klassen. Zwar sind in beiden Fällen Hemikryptophyten die mit über 60 % Anteil an der Gefäßpflanzenartenzahl die dominierende Lebensform, doch ist ihre absolute Zahl in den Festuco-Brometea-Beständen im Mittel um 7,5 höher als in den Elyno-Seslerietea-Beständen. Dagegen kommen in letzterer Klasse im Durchschnitt mehr als fünfmal so viele holzige Chamaephyten vor wie in den Festuco-Brometea. Die in den Elyno-Seslerietea ebenfalls leicht erhöhten Therophytenwerte sollten dagegen nicht überinterpretiert werden, da sie im Wesentlichen durch *Linum catharticum* bedingt sind, das von AESCHIMANN & al. (2004) als „T, H“ eingestuft ist und entsprechend in erster Kategorie gewertet wurde.

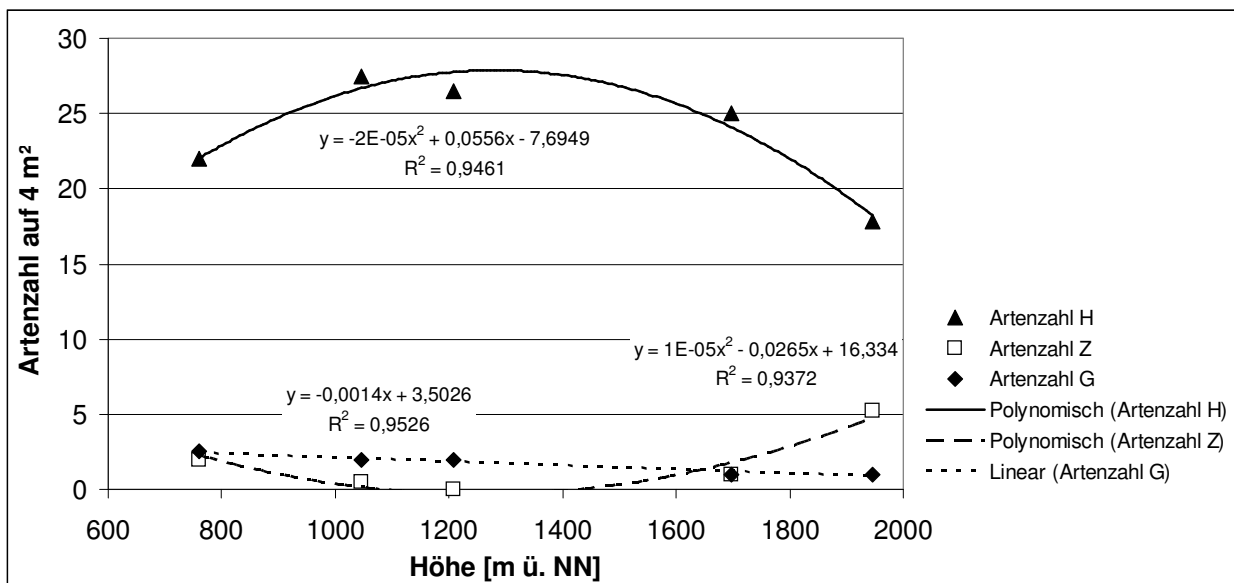


Abb. 2: Abhängigkeit der Artendichten einzelner Lebensformen von der Meereshöhe. Dargestellt sind jeweils Mittelwerte pro Höhenstufe. Angegeben sind ferner die Funktionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße von linearen bzw. quadratischen Regressionsfunktionen.

4.3 Abhängigkeit der Artendichte von der Meereshöhe

Analysiert man die Höhenabhängigkeit der Gesamtartenzahl, so lässt sich kein systematischer Trend erkennen. Gleiches gilt für die Artendichten der Lebensformen P, N, C und T. Dagegen weisen die Geophyten (G) einen signifikanten linearen Abfall mit zunehmender Meereshöhe ($P < 0,01$) auf (Abb. 2). Die Hemikryptophyten und die holzigen Chamaephyten zeigen gegenläufige Trends, die sich in beiden Fällen mit hohem Bestimmtheitsmaß durch quadratische Funktionen approximieren lassen (Abb. 2). Die Hemikryptophyten wiesen ein Dichtemaximum auf etwa 1.200 m ü. NN auf und wurden zu geringeren und zu größeren Höhen hin seltener. Die holzigen Chamaephyten dagegen fehlten in dieser mittleren Höhenlage und gewannen in tieferen und höheren Lagen zunehmend an Bedeutung.

5 Diskussion und Ausblick

Trotz ihrer kontinuierlichen Verbreitung über die Höhenstufen hinweg zeigen die Kalkmagerrasen des Untersuchungsgebietes eine deutliche floristische Zäsur bei etwa 1.800 m ü. NN.

Die Artenzahl auf Einheitsprobenflächen von 4 m² zeigte in den Lagen unterhalb von 1.800 m ü. NN keinen klaren Höhentrend. Erst darüber, im Übergangsbereich der montanen zur alpinen Stufe und damit zugleich der Festuco-Brometea zu den Elyno-Seslerietea gibt es einen merklichen Rückgang. Letzteres entspricht den Ergebnissen, die DENGLER (in diesem Band) in Trockenrasen auf Granitgrus in der Serra da Estrela in Portugal (Übergang Klasse Thero-Brachypodietea zur Klasse Koelerio-Corynephoretea) gefunden hat. Als mögliche Ursachen für diesen Rückgang bieten sich an:

- Geringerer verfügbarer *species pool* in größerer Höhe (vgl. OZENDA & BOREL 2003)
- Geringere besiedelbare Fläche bzw. durchwurzelbarer Raum durch oberflächlich oder oberflächennah anstehendes Gestein in den Aufnahmen der höchsten Stufe (vgl. Tab. 1).

Die Verteilung der Lebensformen wird sicherlich wesentlich durch den Selektionsdruck der in der jeweiligen Höhenstufe wirkenden Stressfaktoren bedingt. In den obersten Lagen dürfte dies in erster Linie die winterliche Kälte sein, verbunden mit einer kurzen Vegetationsperiode. In den tieferen Lagen des Gebietes dürfte sich bedingt durch höhere Temperaturen und geringere Niederschläge gerade an edaphisch und reliefbedingt ohnehin trockenen Standorten, in sommerlichen Hitzeperioden ein erheblicher Trockenstress bemerkbar machen. Die für Pflanzen insgesamt vorteilhaftesten Klimabedingungen sollten im Untersuchungsgebiet also in mittleren Höhenlagen herrschen. Diese begünstigen offensichtlich Hemikryptophyten, zu denen viele konkurrenzkräftige Arten gehören. Holzige Chamaephyten siedeln dagegen bevorzugt in stärker stressgeprägten Höhenstufen ohne deutliche thermoklimatische Präferenz. Geophyten dürften u. a. deshalb in tieferen Lagen an Bedeutung gewinnen, weil dieser Lebensformtyp eine Strategie darstellt, sommerlicher Trockenheit auszuweichen.

Es wäre wünschenswert, diese Untersuchung mit einer wesentlich größeren Probenflächenzahl zu wiederholen, um den möglichen Einfluss unterschiedlicher Nutzungen, Expositionen, Boden- und Feuchteverhältnisse etc. klar von jenem der Meereshöhe trennen zu können. Zudem sollten dann Moose, Flechten und Therophyten vollständig erfasst werden.

Danksagung

Wir danken Annelie Ingeburg Fincke, Angelika Krug, Linda Nierling und Prof. Dr. Werner Härdtle für ihre Mitwirkung bei der Datenerhebung und -interpretation.

Literatur

- AESCHIMANN, D., LAUBER, K., MOSER, D. M., THEURILLAT, J.-P. (2004): Flora alpina. – 3 Bd., 1159 + 1188 + 323 S., Haupt, Bern [u. a.].
- BEGON, M., HARPER, J. L., TOWNSEND, C. R. (1990): Ecology – Individuals, populations and communities. – 2. Aufl., 945 S., Blackwell, Cambridge (Mass.) [u. a.].
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULIBEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scr. Geobot. 18: 248 S., Goltze, Göttingen.
- FREY, W., FRAHM, J.-P., FISCHER, E., LOBIN, W. (1995): Die Moos- und Farnpflanzen Europas. – GAMS, H. [Begr.]: Kleine Kryptogamenflora 4: 6. Aufl., 426 S., Fischer, Stuttgart [u. a.].
- GRABHERR, G., GREIMLER, J., MUCINA, L. (1993): Seslerietea albicantis. – GRABHERR, G., MUCINA, L. [Hrsg.]: Die Pflanzengesellschaften Österreichs – Teil II: Natürliche waldfreie Vegetation: 402–446, Fischer, Jena [u. a.].
- OZENDA, P., BOREL, J.-L. (2003): The Alpine Vegetation of the Alps. – NAGY, L., GRABHERR, G., KÖRNER, C., THOMPSON, D. B. A. [Hrsg.]: Alpine Biodiversity in Europe. – Ecol. Stud. 167: 54–72, Springer, Berlin [u. a.].

Manuskript eingegangen am 14. 10. 2004, angenommen am 13. 11. 2004.

Anschriften der VerfasserInnen:

Philip Bedall (*e-mail*: 30189@uni-lueneburg.de)

Ines Bruchmann (*e-mail*: ines.bruchmann@web.de)

Corinna Gascho (*e-mail*: cgascho@gmx.de)

Ina Hoeft (*e-mail*: inahoeft@web.de)

Nicole Maroschek (*e-mail*: nickeljane@gmx.de)

Jürgen Dengler (*e-mail*: dengler@uni-lueneburg.de)

Institut für Ökologie und Umweltchemie, Universität Lüneburg, Scharnhorststraße 1, D-21335 Lüneburg

Artenzusammensetzung und Phytodiversität von Trockenrasen auf Granitgrus entlang eines Höhentransektes in der Serra da Estrela (Portugal)

– Jürgen Dengler, Lüneburg –

1 Einleitung

Die Serra da Estrela liegt im Norden Portugals im Übergangsbereich zwischen temperater und mediterraner Klimazone. In diesem Gebirgsstock sind lückige Trockenrasen auf Granitgrus weit verbreitet. Während sich derartige lückige „Silikattrockenrasen“ in den mittleren und höheren Lagen z. T. wohl auch als natürliche Gesellschaften an exponierten Felsstandorten entwickeln können oder aber zumindest eine größere Naturnähe besitzen, treten sie in tieferen Lagen nur in Folge intensiver menschlicher Nutzung auf, etwa als erstes Sukzessionsstadium abgeflämter Ginsterheiden.

Die Granitgrusgesellschaften des Gebietes weisen einen hohen Anteil an Therophyten und Kryptogamen auf. Manche Bestände, gerade in mittleren Höhenlagen, haben große Ähnlichkeit zu Silbergrasfluren (Ordnung: Corynephoretalia) bzw. Thero-Airetalia-Gesellschaften Mitteleuropas. Während die Zwergstrauchheiden (JANSEN 1994) und die Silikattrockenrasen (JANSEN 1998) des Gebietes intensiv pflanzensoziologisch bearbeitet sind, fehlen derartige Untersuchungen.