

# Originalarbeiten

---

(Aus dem Botanischen Institut der Universität für Bodenkultur, Wien, Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. H. Richter)

## **Borstgrasweiden im Schattberggebiet (Land Salzburg): Artengarnitur und Phytomasse**

Von B. KLUG-PÜMPEL, B. BURGSTALLER und R. SCHIFFER

(Mit 6 Abbildungen)

### **Zusammenfassung**

Im Löhnersbachtal bei Saalbach (Land Salzburg) mit seiner wechselvollen Nutzungsgeschichte wurden 1991 und 1992 im Rahmen eines größeren, multidisziplinären Projekts vegetationskundliche Aufnahmen sowie Phytomassebestimmungen durchgeführt.

In den Vegetationstabellen der elf aufgenommenen, vom Borstgras (*Nardus stricta*) dominierten Weideflächen fand die unterschiedliche Höhe ü. d. M. einen merklichen Niederschlag in den Artengarnituren. In den meisten Fällen wiesen die höher gelegenen Pflanzengesellschaften eine entsprechend niedrigere oberirdische, aber eine große unterirdische Phytomasse auf.

Neben der Höhenlage spielen aber Exposition, Geländeform und damit Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens und nicht zuletzt die gegenwärtige und die frühere Nutzung eine Rolle. Letztere ist für Artengarnitur und Phytomassevorräte von entscheidender Bedeutung. Anhand von stratifizierten Ernten konnte nachgewiesen werden, daß bis zu drei Viertel der oberirdischen Biomasse in der untersten Bestandesschicht (0 bis 5 cm) konzentriert sind, so daß sich – vor allem in den mageren Hochlagenweiden – ein nicht unerheblicher Teil der Nutzung (durch Rinder) entzieht.

Dennoch erreicht ein Teil der untersuchten Flächen Stickstoff- und Futterwertzahlen, die deutlich über denen magerer montaner Borstgrasweiden des Bayerischen Waldes oder des Thüringer Waldes (Deutschland) liegen.

Schlüsselworte: Almweide, Artengarnitur, Bestandesstruktur, Borstgras, Phytomasse.

### **Montane and subalpine mat-grass pastures of the Schattberg region (Province of Salzburg): Species composition and phytomass**

#### **Summary**

In 1991 and 1992, a multidisciplinary study was carried out in montane and subalpine plant communities of the Löhnersbach valley near Saalbach. In the course of this project, also plant sociological relevés as well as phytomass har-

vests were undertaken in eleven pastures dominated by mat-grass (*Nardus stricta*).

The relevés show that species composition depends on the elevation of the study sites (1290 to 1950 m a. s. l.). In most of the cases, above ground phytomass of high elevation sites was small and below ground phytomass high, respectively.

Beside elevation, also soil factors and grazing intensity as well as historical forms of utilization seem to play an important role for both phytomass and species composition.

By means of stratified harvest we could reveal that up to three quarters of the entire above ground biomass (i. e. living plant parts) are concentrated in the layer of 0 to 5 cm above ground level. Thus, especially in high elevation pasture communities, a considerable part of forage for cattle remains unused.

Compared with montane mat-grass pastures in the German regions of Bayerischer and Thüringer Wald, however, some of these pastures have higher nitrogen values and a better forage quality.

Key-words: pasture farming, mat-grass, phytomass, species composition, structure of the vegetation layer.

## 1. Einleitung

In den Jahren 1990 bis 1992 wurden im Rahmen intensiver multidisziplinärer Untersuchungen über die Ursachen der Wildbach- und Murengefährdung des Löhnersbach- und Glemmertales auch die hier vorgestellten Arbeiten mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft durchgeführt. Wissenschaftler von verschiedenen Universitäten und Institutionen bemühten sich gemeinsam mit Freiberuflern um die Klärung der Frage, wie sich biotische und abiotische Standortsfaktoren in verschiedenen Höhenlagen auf die Intensität der Oberflächenabflüsse nach Niederschlägen auswirken. Eine der wesentlichsten Einflußgrößen ist hier die Pflanzendecke, auf die die Niederschläge zunächst auftreffen, und deren Produktivität nicht zuletzt auch mit dem Wasserangebot am Standort in ursächlichem Zusammenhang steht. Gewissermaßen als Nebenprodukt dieser multidisziplinären Gesamtstudie entstand die vorliegende Arbeit, die aus den verschiedenen Vegetationsformationen des Untersuchungsgebiets die vom Borstgras („Bürstling“, *Nardus stricta*) dominierten Almweideflächen herausgreift und daran vergleichende Untersuchungen über Artenzusammensetzung, Bestandesstruktur und Phytomassevorrat anstellt. Wir wollen vor allem überprüfen, ob oder in welchem Umfang sich in unserem Untersuchungsgebiet vegetationskundliche Unterschiede in verschiedenen borstgrasreichen Pflanzengemeinschaften auch in den Phytomassevorräten niederschlagen.

## 2. Untersuchungsgebiet und Methodik

Der Löhnersbachgraben nahe Saalbach (Land Salzburg) war noch im vergangenen Jahrhundert ganzjährig besiedelt. (1771 lebten im Löhnersbachtal 201 Menschen in 163 Häusern, 1831 gab es noch 82 ständige Bewohner.) Heute weist das Untersuchungsgebiet nur noch einige während der Sommermonate bestoßene Almen auf.

Die untersuchten Weideflächen liegen zwischen knapp 1300 und 2000 m ü. d. M. (siehe auch Abb. 1). Der Gesteinsuntergrund für die hier vorwiegenden, stellenweise vernähten Braunerdeböden besteht größtenteils aus Rauhwacke

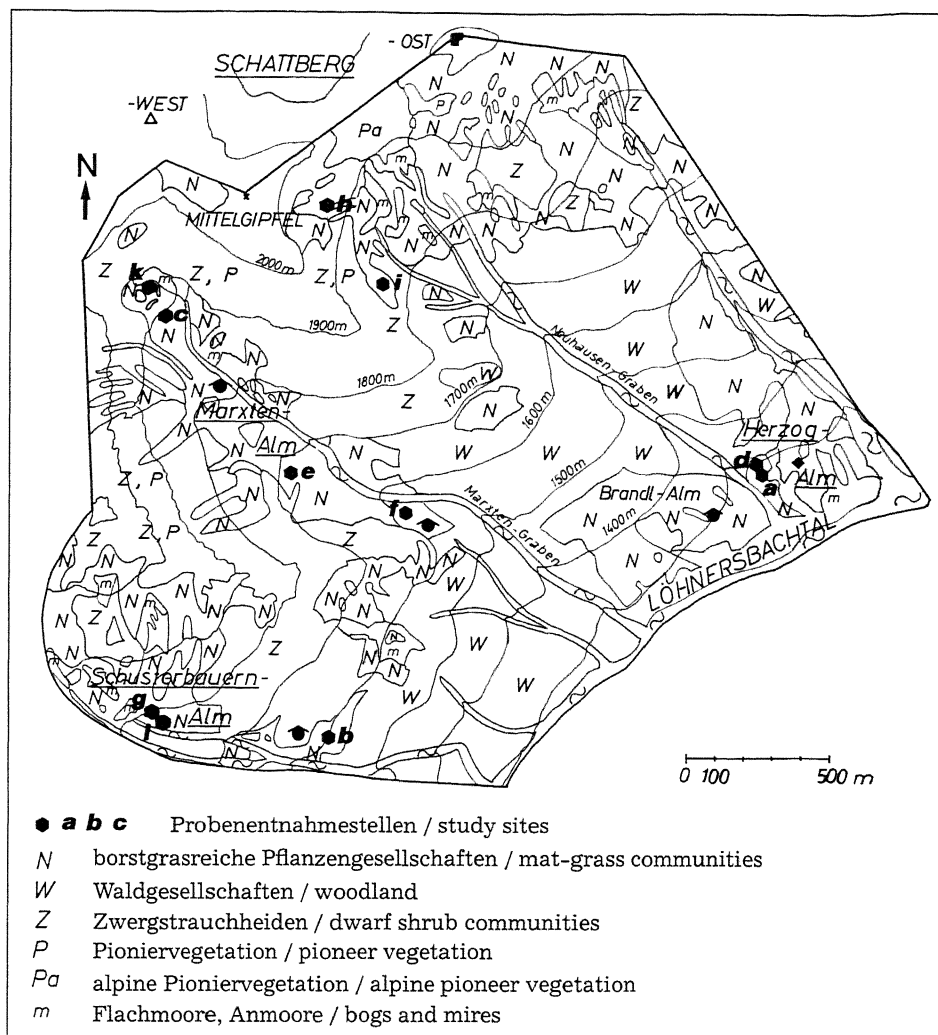
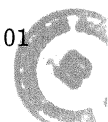


Abb. 1: Lageskizze der elf untersuchten borstgrasreichen Pflanzengesellschaften am S-Abhang des Schattbergs (Löhnersbachtal, Land Salzburg)  
 Situation of the eleven study sites at the S-slope of Mt. Schattberg (near Saalbach, Province of Salzburg)

(nach PIRKL 1992 geringgradig metamorphe Schiefer und basische vulkanische Serien). Im Talort Saalbach (1010 m ü. d. M.) nördlich des Schattbergs beläuft sich die jährliche Niederschlagssumme (Mittelwert von 1901 bis 1980) auf 1257 mm, auf der Schmittenhöhe (1964 m ü. d. M.) südöstlich des Löhnersbachtals auf 1708 mm (Mittel 1971–1980). Die Niederschlagsdaten entstammen den periodischen Mitteilungen des Hydrographischen Dienstes in Österreich über die Niederschlags- und Schneeverhältnisse von 1971 bis 1980.

Abbildung 1 gibt eine grobe Übersicht über das engere Untersuchungsgebiet, die dort vorherrschenden Vegetationsformationen sowie Lage und Bezeichnung der Probenentnahmestellen im Bürstlingrasen (Nardetum).



| Seehöhe (m)                                          | 1950   | 1910    | 1890   | 1830   | 1790   | 1790   | 1670   | 1590   | 1580   | 1290   | 1290   |
|------------------------------------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Exposition (von-bis)                                 | NW-W   | SW-W    | SE     | NW-W   | SSE    | SSW    | SE     | SE     | SSE    | S      | S      |
| Neigung (von-bis)                                    | M-FL   | E-FL    | M      | FL     | FL     | M-FL   | M      | FL     | ST-M   | M      | M-ST   |
| Beweidung                                            | W 0    | W 1     | W 0    | W 1    | W 1    | W 3    | W 1    | W 1    | W 1    | W 2    | W 2    |
| Deckung Krautschicht % (von-bis)                     | 98-100 | 80-100  | 100    | 98-100 | 98-100 | 99-100 | 98-100 | 30-100 | 99-100 | 95-100 | 70-100 |
| Höhe Krautschicht cm (von-bis)                       | 10-20  | 2-30    | 20-40  | 15-40  | 30     | 5-20   | 20-60  | 30-50  | 20-60  | 40-60  | 40     |
| Gruppenbezeichnung (angeglichen an Phytomasseproben) | h      | k       | c      | i      | g      | l      | e      | f      | b      | a      | d      |
| Artenzahlen (von-bis)                                | 9-17   | 16-25   | 14-25  | 12-18  | 17-25  | 16-21  | 17-23  | 13-24  | 19-24  | 20-24  | 21-28  |
| <i>Luzula alpino-pilosa</i>                          | .....  | .....   | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Cladonia rangiferina</i>                          | .....  | +.+     | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Cladonia pyxidata</i>                             | .....  | ..+.    | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Gnaphalium spinum</i>                             | .....  | .1.+.   | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Selaginella selaginoides</i>                      | .....  | +.+     | +.+    | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Gentiana</i> sp.                                  | .....  | +.1.    | ..+.   | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Ligusticum mutellina</i>                          | ..+.   | +1+++   | 22111  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Poa supina</i>                                    | .....  | .....   | .....  | 1....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Vaccinium uliginosum</i> agg.                     | ...1.  | ..+.    | .....  | +.+    | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Soldanella pusilla</i>                            | .....+ | .....++ | .....+ | ++...  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Cetraria islandica</i>                            | ..+1.  | .....++ | .....  | ..+.   | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Gentiana punctata</i>                             | .....  | .....   | .....  | ...1.  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Euphrasia minima</i> agg.                         | .....  | 1+..+   | +.++   | .....  | .....  | ...+   | .....  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Campanula barbata</i>                             | .....  | .....   | .....  | .....  | .....  | .....  | +.+    | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Gentiana acaulis</i>                              | .....  | .....   | .....  | .....  | .....+ | .....  | +.+    | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Arnica montana</i>                                | +....  | .....   | +...+  | .....  | .....  | .....  | 1..2.  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Geum montanum</i>                                 | .....  | ..+1+   | ...11  | .....  | +++.   | .....  | +1+++  | .....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i>                         | .....  | .....   | +.+1   | .....  | .....  | .....  | ...1.  | +.+    | .....  | .....  | .....  |
| <i>Viola biflora</i>                                 | .....  | ..+.    | .....  | 1....  | .....  | .....  | ...+.  | ..1.   | .....  | .....  | .....  |
| <i>Luzula multiflora</i>                             | +++++  | ..+.    | ++..+  | +.+++  | ..+++  | .....+ | +++++  | +++.   | .....  | .....  | .....  |
| <i>Carex nigra</i> agg.                              | +..+1  | ..+1.   | .....  | .....+ | .....  | .....  | .....  | +11.   | .....  | .....  | .....  |
| <i>Homogyne alpina</i>                               | 1.212  | 11.11   | 11111  | 112.+  | .....  | .....  | ..121  | 2++1   | .....  | .....  | .....  |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>                           | +2122  | ..+++   | ..+.   | 1+.    | +++.   | .....  | ++++.  | +.+    | .....  | .....  | .....  |
| <i>Avenella flexuosa</i>                             | ..+.   | .....+  | .....  | ..+1+  | .....  | .....  | .....  | ++..+  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Juncus filiformis</i>                             | ...+.  | .....   | .....  | +.+    | .....  | .....  | .....  | 1121+  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Polytrichum formosum</i>                          | ..1.   | ...+    | ...+   | ..31+  | .....  | .....  | .....  | ...++  | +.+    | .....  | .....  |
| <i>Nardus stricta</i>                                | 54544  | 43445   | 55555  | 45455  | 55555  | 22234  | 44335  | 45445  | 34213  | 43445  | 33333  |
| <i>Potentilla erecta</i>                             | 11111  | 11111   | ..11+  | +11+   | 11211  | 11.21  | +1211  | 1++1   | ++..+  | 11.11  | +11+1  |
| <i>Potentilla aurea</i>                              | 1.1.2  | 1222+   | 111+1  | 11211  | 21122  | 22.11  | 22112  | ..+1   | 11+1.  | ++++   | ++++1  |
| <i>Leontodon hispidus</i>                            | 12222  | 2.111   | 1+111  | 11111  | 22122  | 21222  | ...1   | 1..+   | 11.22  | 22221  | 22122  |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> agg.                    | 1.1.1  | 111.1   | 11+.   | 111.1  | 11121  | 2.222  | ..111  | 1+..1  | 22212  | 22222  | 21122  |
| <i>Agrostis tenuis</i>                               | +...1  | ..121   | 1+..+  | 1.+.   | 11++.  | 222.   | 222.2  | ..121  | 22121  | 12222  | 22222  |
| <i>Festuca rubra</i> agg.                            | .....  | 12111   | 111..  | 1.+1.  | 111+.  | 21222  | 22221  | ..112  | 22121  | ..111  | 11111  |
| <i>Crepis aurea</i>                                  | ..+..+ | ...++   | +11.+  | +1111  | ..1+1  | 1.1+1  | ...1   | ...++  | ...11  | 11111  | +....  |
| <i>Calluna vulgaris</i>                              | ..+.   | .1+++   | ..+2.  | .....  | ..+.   | +....  | 1..+1  | +.++   | .....  | .....  | 11.+.  |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>                         | ...+1  | .....+  | .....  | 2.1.+  | 1+..+  | 12.11  | 1122.  | +112+  | 2231.  | ...1   | +....  |
| <i>Phleum alpinum</i>                                | .....  | ..11.   | .....  | 1....  | 1.1+1  | ..1111 | 111+1  | 1....  | .....  | .....  | .....  |
| <i>Carex pallescens</i>                              | .....  | 1.+11   | +....  | .....  | ..+.   | +....  | ...+   | +.++   | .....  | ...+   | .....  |
| <i>Thymus serpyllum</i> s. l.                        | .....  | +1+..+  | +....  | .....  | .....  | +....  | +.+    | .....  | +...+  | ....+  | 11.+.  |
| <i>Hieracium lactucella</i>                          | .....  | +...+   | +....  | .....  | .....  | .....  | +.+    | .....  | .....  | .....  | +....  |

|                                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Campanula scheuchzeri</i>     | ..... | ..+.. | ..... | ..... | ..+.. | ..+.. | ..... | ..+.. | ..... | ..... | ..... |
| <i>Cerastium holosteoides</i>    | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Veronica chamaedrys</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Rumex acetosa</i>             | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Hieracium pilosella</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Calycocorsus stipitatus</i>   | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Thelypteris limbosperma</i>   | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Viola palustris</i>           | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Polytrichum</i> sp.           | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Sphagnum</i> sp.              | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Carex echinata</i>            | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Festuca pratensis</i>         | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Hylocomium splendens</i>      | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Carum carvi</i>               | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Cirsium palustre</i>          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Galium mollugo</i>            | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Parnassia palustris</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Briza media</i>               | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Leontodon autumnalis</i>      | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Alchemilla vulgaris</i> agg.  | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Trifolium pratense</i>        | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Achillea millefolium</i> agg. | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Poa alpina</i>                | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Carlina acaulis</i>           | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Ranunculus montanus</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Prunella vulgaris</i>         | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Carex leporina</i>            | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Euprasia rostkoviana</i>      | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Plantago lanceolata</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Stellaria graminea</i>        | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Cynosurus cristatus</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Ranunculus acris</i>          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Trifolium repens</i>          | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Veronica officinalis</i>      | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Poa</i> sp.                   | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Danthonia decumbens</i>       | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Phleum pratense</i>           | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Ranunculus nemorosus</i>      | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| <i>Plantago major</i>            | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

Außerdem weitere Arten.

In Gruppe:

a: *Tussilago farfara* +, *Lysimachia nemorum* +, *Polygala amara* +;

b: *Ranunculus repens* +, *Ajuga pyramidalis* +, *Pleurozium schreberi* +;

d: *Alnus viridis* juv. +, *Betula pubescens* +, *Juncus effusus* +, *Knautia dipsacifolia* +, *Pimpinella major* +, *Silene vulgaris* +, *Viola* sp. +;

e: *Crocus albiflorus* +, *Gnaphalium sylvaticum* ++, *Luzula pilosa* +, *Phyteuma betonicifolium* +;

f: Diverse Moose +++, *Agrostis schraderana* +, *Poa annua* +;

g: *Luzula luzuloides* ++, *Myosotis palustris* +;

h: *Sphagnum capillifolium* ++;

k: *Cladonia* sp. +, *Agrostis rupestris* +, *Leucobryum glaucum*.

Abkürzungen und Symbole im Kopf der Tabelle:

Angaben zur Neigung:

E: eben; FL: flach; M: mäßig geneigt; ST: steil

Angaben zur Beweidung:

W 0: Weder in Probeflächen noch unmittelbar außerhalb Beweidungsspuren

W 1: In Probeflächen keine, außerhalb schwache Beweidungsspuren

W 2: Innerhalb und außerhalb der Probeflächen schwache bis mittlere Beweidungsspuren

W 3: Innerhalb und außerhalb der Probeflächen starke Beweidungsspuren (zirka ein Drittel Fraßverlust)

Alle mehr oder weniger stark vom Bürstling (*Nardus stricta*) dominierten Probestellen liegen zwar an der Südabdachung der drei Schattberggipfel; sie unterscheiden sich jedoch in mehrfacher Hinsicht voneinander, namentlich in Höhenlage, Exposition, Versorgung des Bodens mit Feuchtigkeit und Nährstoffen, und nicht zuletzt in der Beweidungsintensität. Letztere ist (oder war zumindest zum Zeitpunkt der Untersuchung jeweils anfangs August) in den tieferen, mehr oder weniger ebenen Lagen merklich höher, weshalb hier auch häufiger „fettere“ Varianten ausgebildet sind, die schon zu wertvolleren Weidegesellschaften überleiten. Diese kleereichen „trifolietosum“-Formen des Nardetums (siehe BRAUN-BLANQUET 1948) werden erst recht wieder häufiger vom Vieh aufgesucht, abgeweidet und erneut gedüngt (DIETL und JÄGGLI 1972).

Für das Gesamtprojekt war es nötig, an zunächst rein optisch überprüften und für alle Teilprojekte tauglichen, also von Fall zu Fall mit mehr oder weniger großen Kompromissen ausgewählten Stellen in unterschiedlichen Pflanzengemeinschaften soziologische Aufnahmen nach BRAUN-BLANQUET (1964) zu machen. Das Ausmaß der Bodendeckung wird dabei durch eine sechsteilige Skala ausgedrückt, wobei die Ziffer 5 eine Deckung von 75 bis 100 %, die Ziffer 1 nur 1 bis 10 % bedeuten; das „+“ zeigt das vereinzelte Auftreten einer Art mit einer Deckung unter 1 % an.

Dabei muß nochmals betont werden, daß sowohl Pflanzensoziologie als auch Phytomassebestimmungen in diesem Fall nicht vorrangig waren, sondern der Beschaffung von Grundlagendaten für das Gesamtprojekt dienten. Bei den ausgewählten Teilflächen handelt es sich um je fünf einander unmittelbar benachbarte Kleinareale von jeweils nur wenigen Quadratmetern, die in erster Linie für künstliche Beregnungsversuche ausgewählt worden waren. So ist es verständlich, daß die fünf Aufnahmen aus den zusammengehörigen Kleinarealen einer Versuchsfläche nur begrenzte Artenzahlen aufweisen, weil eben deren vorgegebene Begrenzungen einzuhalten waren. In der pflanzensoziologischen Tabelle (Tab. 1) stehen die fünf zu einer Gruppe gehörigen Aufnahmen unmittelbar nebeneinander und sind von der nächsten Gruppe durch einen Abstand getrennt.

Anhand der pflanzensoziologischen Aufnahmen und der ökologischen Zeigerwertetabelle von ELLENBERG et al. (1991) konnten ökologische Wertzahlen für die einzelnen Bestände errechnet werden.

Die Reihung der Aufnahmen in der Tabelle wurde unterstützt durch die PC-Programme HITAB (Autor: Robert WIEDERMANN, Universität für Bodenkultur, Wien) und TAB (PEPPLER 1988).

Sowohl „höhenzeigende“ als auch „magerkeitzeigende“ Arten finden sich in der Tabelle vor dem Bürstling, während die anspruchsvolleren Weidearten die Tabelle nach unten abschließen.

Die Proben zur Ermittlung von ober- und unterirdischer Phytomasse der Bestände erfolgte jeweils in der ersten Augushälfte der Jahre 1991 und 1992. Hierfür wurden (in den meisten Fällen innerhalb, ansonsten unmittelbar außerhalb dieser fünf Teilflächen) an repräsentativen Stellen mit einem Metallrahmen der Größe 25×50 cm<sup>2</sup> Rasenziegel aus der Vegetationsdecke entnommen und so rasch wie möglich im Labor bis zur Bearbeitung tiefgefroren. Je nach Probenqualität und Anzahl der Mitarbeiter dauerte es zwei bis vier Tage, bis die komplette pflanzliche Substanz von einem solchen Ziegel bis zur Bodenoberfläche abgeerntet und sortiert war. Die abgeerntete Phytomasse wurde nämlich weiters getrennt in lebende und tote Pflanzenteile, in Gräser, Krautige und Zwergsträucher sowie Moose und Flechten. All diese Bestandeskomponenten wurden

bei 80 Grad C getrocknet und dann gewogen. Aus den Daten von drei bzw. sechs solcher Ziegel wurden dann Mittelwerte errechnet und diese auf die Flächeneinheit bezogen (zur Methodik vgl. auch MILNER und HUGHES 1968). Aus den für jede Pflanzenart ermittelten Trockensubstanzvorräten pro Flächeneinheit und den artspezifischen Futterwertzahlen nach KLAPP (1965) errechneten wir Futterwertzahlen für die Gesamtbestände.

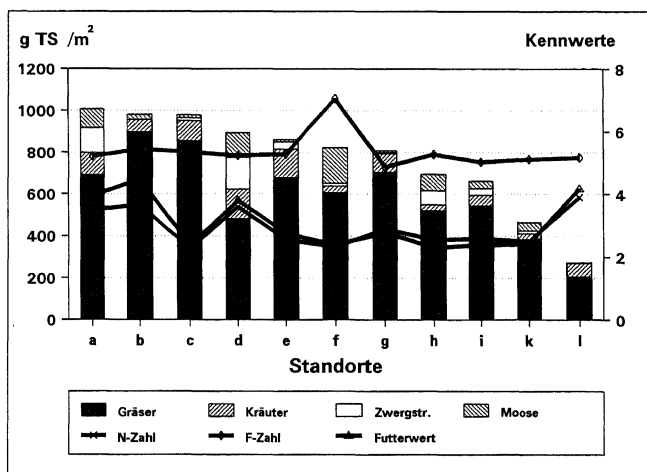
Unter einem 20×20 cm großen Metallrahmen wurde im Gelände außerdem so tief wie möglich die Erde ausgehoben und daraus im Labor – ebenso wie aus den Erdziegeln, von denen zuvor die Vegetation abgeerntet worden war – die Wurzelmasse ausgeschwemmt. Auch deren Trockengewicht wurde auf 1 m<sup>2</sup> umgerechnet als Anhaltswert für die (sehr zeitraubend und mühsam zu bestimmende!) unterirdische Phytomasse eines Standorts.

An zwei der elf Probepunkte im Borstgrasrasen (in den Tabellen die Gruppen g und i) wurde von je einer der vorhandenen Parallelproben (im weiteren bezeichnet als g' und i') eine stratifizierte Ernte in 5-cm-Schichten durchgeführt. Die Schichten wurden für sich getrennt bearbeitet. Annäherungsweise wurde auch der Blattflächenindex (LAI) für die einzelnen Bestandesschichten sowie der kumulative Blattflächenindex als Summe aller Schichten errechnet (vgl. PÜMPFEL 1977). Dies gelingt mit Hilfe der Spezifischen Blattfläche (SLA; Blattfläche pro g Trockensubstanz) der wichtigsten Gräser und Kräuter ziemlich genau. Moose konnten hierbei allerdings keine Berücksichtigung finden.

### 3. Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die doch ziemlich große Streuung der Vorräte an oberirdischer Phytomasse an den verschiedenen Standorten. In den Abbildungen 2 und 3 sind die Standorte nach abnehmenden oberirdischen Phytomassevorräten gereiht. Die Artenzusammensetzung der Bestände hat natürlich auf die Phytomasse einen entscheidenden Einfluß: So zeigen sich beispielsweise am Standort l, einer frischen bis feuchten, flach geneigten, stark beweideten und schon ziemlich „fetten“ Weidefläche, im Vergleich zu stärker vom Bürstling dominierten Magerflächen ganz deutliche Fraßverluste, die sich in der Gesamtphytomasse niederschlagen. Durch den eher geringen Anteil von *Nardus stricta* bei gleichzeitigem Überhang nährstoffzeigender Kräuter am Standort l ist hier vor

Abb. 2: Oberirdische Phytomasse (in g Trockensubstanz pro m<sup>2</sup>) der Pflanzengesellschaften, deren Stickstoff- und Feuchte-wert (N- bzw. F-Zahl, errechnet aus den Angaben bei ELLENBERG et al. [1991] für Einzelarten) sowie Futterwertzahl nach KLAPP (1965) Above ground phytomass (g dry substance per m<sup>2</sup>) of the communities studied, their nitrogen- and humidity values ("N- and F-Zahl", respectively, calculated after ELLENBERG et al. 1991), as well as their forage quality ("Futterwert" after KLAPP 1965)



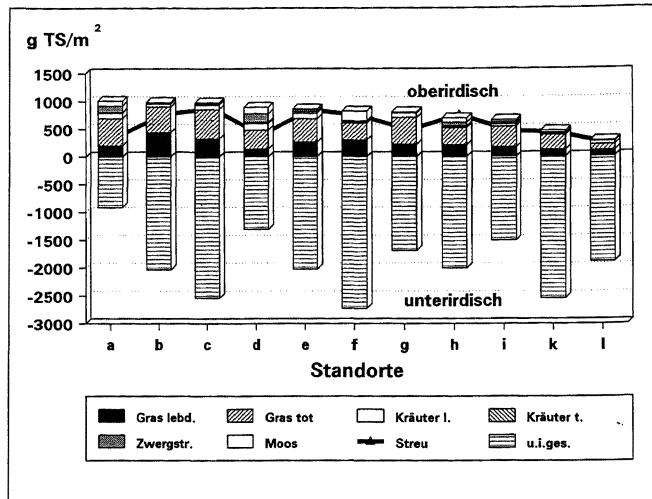


Abb. 3: Gesamt-Phytomasse (g TS/m<sup>2</sup>, Balken) und Streuvorrat (Linie) der untersuchten Pflanzengesellschaften  
Phytomass total (g d.s./m<sup>2</sup>, bars) as well as litter store (line) of the communities investigated

allein die Fraktion der toten Grasanteile wesentlich geringer. Die toten Blattscheidenbündel des Bürstlings fallen auf eher extensiv genutzten Flächen wie c, g oder auch i meist als größte oberirdische Fraktion ins Gewicht (vgl. Abb. 3).

Die umfangreiche Nekromasse (anhaltendes Totmaterial) sticht in den Abbildungen 4 und 5 besonders in der untersten Bestandesschicht (zwischen 0 und 5 cm über dem Boden) hervor. Auch das deutet darauf hin, daß es sich dabei in erster Linie um „Pakete“ von abgestorbenen Borstgrastrieben samt Scheiden handelt, die wegen ihrer Zähigkeit und schweren Zersetzbarkeit noch Jahre nach dem Absterben fest im Boden verankert stehen und daher nicht der Streu zugerechnet werden. Ungewöhnlich hoch erscheint der Anteil an Kryptogamen (Moosen) auf Standort f. Es handelt sich aber, wie aus Tabelle 1 deutlich hervorgeht, um eine sehr feuchte und mit Torfmoosen (*Sphagnum* div. spec.) durchsetzte Ausbildungsform des Nardetums. Natürlich fehlen in der Fläche auch die – bei dieser Nähe zur Almhütte und in der mittleren Höhenlage von 1580 m durchaus sonst üblichen – Nährstoffzeiger fast zur Gänze.

Zahlreiche Besenheidesträucher (*Calluna vulgaris*) durchsetzen die ziemlich steile Tieflagenfläche d. Die gleich tief gelegene Fläche a weist auch einen gewissen Prozentsatz an Zwergsträuchern auf, da aber in diesem besonderen Fall die Proben zur Phytomassebestimmung etwas außerhalb der pflanzensoziologisch erhobenen Teilflächen gewonnen werden mußten, führte das zu einer geringfügigen Diskrepanz zwischen Phytomasse- und soziologischen Ergebnissen (vgl. Tab. 1).

Besonders viel „krautige“ Trockensubstanz findet sich in den Proben d und e, also in zwei Flächen tiefer mit mittlerer Lage. In Probe d allerdings sind diese Kräuter vorwiegend aus der Gruppe der Fett- bzw. Feuchtweidearten, in e hingegen sind etliche Borstgrasrasenpflanzen vertreten wie z. B. *Gentiana acaulis* s. l. (Stengelloser Enzian), *Arnica montana* (Arnika), *Geum montanum* (Berg-Nelkenwurz) u. a.

Einen verblüffend niedrigen N-Wert, errechnet aus Deckungswerten und ökologischen N-Zeigerwerten der einzelnen Arten nach ELLENBERG et al. (1991), weist Standort c auf, der viel Phytomasse vorrätig hat. Der hoch gelegene, SE-exponierte, eher steile Hang ist zwar gut mit Feuchtigkeit, aber offenbar unterdurchschnittlich mit Stickstoff versorgt. Der Bürstling deckt die Fläche zu 75



bis 100 %. Der gesamte Bestand ist auffällig hochwüchsig, was möglicherweise auf frühere Mahd zurückzuführen ist (Nähe der Hochalm-Hütte?). Zum Zeitpunkt der Probenentnahme wies die Fläche jedenfalls (noch) keine Beweidungsspuren auf.

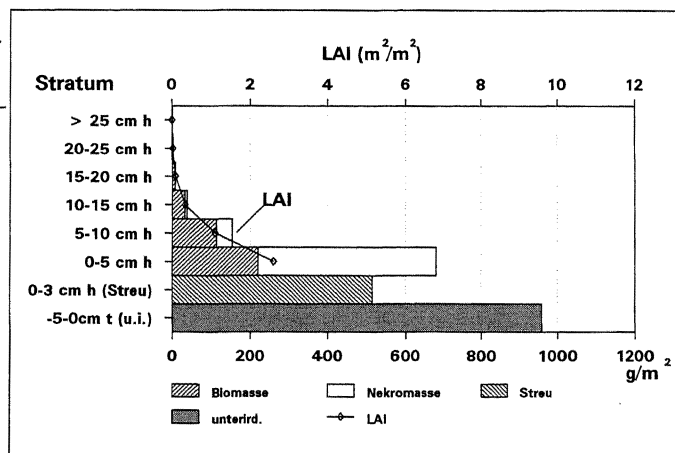
Sehr deutlich hingegen der Einfluß der Beweidung auf Standort l: Bodenfrische, verhältnismäßig gute N-Versorgung, geringe Höhenlage und Neigung haben dazu geführt, daß die „guten“ Weidepflanzen dieser Fläche bereits zum Zeitpunkt der Probenentnahme sehr stark abgeweidet und der noch vorhandene Phytomassevorrat nur mehr sehr gering war. Daß diese intensivere Beweidung ihrerseits wieder auf die Artengarnitur rückwirkt, kann aus der Tabelle ersehen werden: Alle Flächen, die deutliche Beweidungsspuren trugen, enthielten etliche Fettweidenarten (sowohl mit Verbreitungsschwerpunkt in tieferen wie auch aus höheren Lagen): Weißklee (*Trifolium repens*), Prunelle (*Prunella vulgaris*), Herbst-Löwenzahn (*Leontodon autumnalis*). Das Kammgras (*Cynosurus cristatus*) findet sich nur in den drei tiefstgelegenen Probeflächen, in denen dafür die meisten Arten der Fichtenwälder und Zwergstrauchheiden fehlen, die in den höher gelegenen Flächen sehr wohl angetroffen wurden. Entsprechend höher ist natürlich auch der N-Wert dieser Tieflagenstandorte. Mit dem (geringfügig) höheren N-Wert geht natürlich auch ein gesteigerter Futterwert der Pflanzengesellschaften einher.

Die bereits stark abgeweidete Fläche l weist nach der Fläche b den höchsten Futterwert auf (4,47 bzw. 4,17), was laut KLAPP (1971 bzw. 1965) schon in die Nähe oder gar über den Werten von Rotschwingel-Straußgrasweiden einzureihen wäre.

Betrachtet man nun aber (Abb. 3) den ober- und unterirdischen Gesamtphytomassevorrat (also auch lebende und tote Wurzeln und Rhizome usw.), so fällt auf, daß die Pflanzengesellschaften der niedrigeren Lagen mit ihrer etwas besseren N-Versorgung (a, d) die geringste unterirdische Substanz aufweisen. Die hochgelegenen Gesellschaften der Standorte c, k und h sind hingegen sehr dicht bewurzelt.

Interessant ist auch der Vergleich von zwei verschiedenen Pflanzenbeständen (g', i') hinsichtlich der schon kurz erwähnten Schichtung der Phytomasse (Abb. 4, 5). Die niedrige Narbe des mageren Standorts i' konzentriert ungefähr drei Viertel der gesamten oberirdischen Biomasse in den untersten 5 cm, bis

Abb. 4: Standort g':  
Schichtung der oberirdischen lebenden und toten Phytomasse (= Bio- und Nekromasse), des Streuvorrats und der unterirdischen Phytomasse der oberflächennächsten Bodenschicht ( $g\ TS/m^2$ ).  
Blattflächenindex (LAI) in  $m^2$  Blattfläche pro  $m^2$  Grundfläche  
Site g': Above ground living and standing dead phytomass (bio- and necromass) as well as litter and below ground phytomass in different vegetation and soil strata (0 to -5 cm soil depth only)



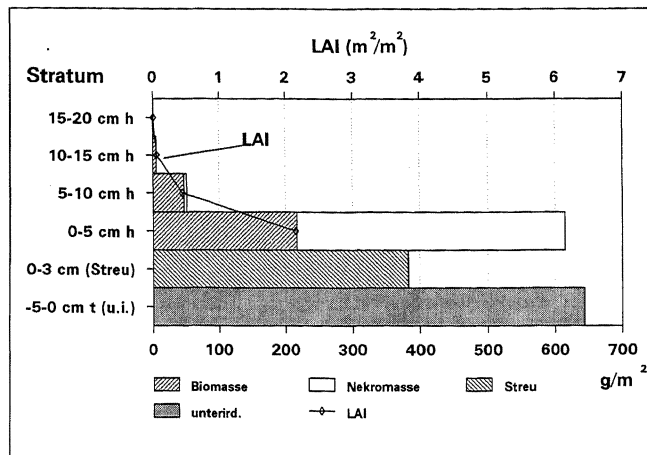


Abb. 5: Standort i': Schichtung der oberirdischen lebenden und toten Phytomasse (= Bio- und Nekromasse), des Streuvorrats und der unterirdischen Phytomasse der oberflächennächsten Bodenschicht (g TS/m²). Blattflächenindex (LAI) in m² Blattfläche pro m² Grundfläche  
 Site i': Above ground living and standing dead phytomass (bio- and necromass) as well as litter and below ground phytomass in different vegetation and soil strata (0 to -5 cm soil depth only)

10 cm ist fast der gesamte Rest zu finden. Im Falle des etwas fetteren Standorts g' sind nicht ganz zwei Drittel zwischen 0 und 5 cm vorrätig, ein schwaches Drittel von 5 bis 10 cm, der Rest verteilt sich – nach oben zu abnehmend – bis in eine Höhe von annähernd 30 cm. Der Blattflächenindex (LAI) ist bei der „fetteren“ Pflanzengesellschaft g' größer, und zwar nicht nur durch die größere Gesamthöhe des Bestandes g', sondern bereits in den vergleichbaren unteren Straten. Addiert man für jeden Bestand die einzelnen, stratifizierten Blattflächenindices zu einem „kumulativen“ LAI, so ergibt sich für g' 4,1 und für i' nur 2,67.

#### 4. Diskussion der Ergebnisse

Die elf vom Bürstling (*Nardus stricta*) dominierten Almweideflächen am Südhang des Schattbergs zeigen uns eine ziemlich große Vielfalt in der Artenzusammensetzung der an sich artenarmen Bestände. Das ist sowohl auf die unterschiedlichen Höhen ü. d. M. als auch auf die Versorgung der Standorte mit Wasser und Nährstoffen zurückzuführen. Letztere steht wieder in engstem Zusammenhang mit der Nutzungsintensität der Bestände.

Bereits BRAUN-BLANQUET (1948) und LÜDI (1948), in der Folge auch OBERDORFER (1959), KNAPP (1962), LIPPERT (1966) und MARSCHALL und DIETL (1974) beschäftigten sich mit vegetationskundlichen Aspekten der Bürstlingweiden. Einigen Autoren erscheint eine Gliederung nach Höhenstufen, die wir hier unter anderem auch vorgenommen haben, als die sinnvollste.

Die Nardeten aus dem stark beweideten Tappenkar in den Radstädter Tauern beschreibt HEISELMAYER (1985) ausführlich. Trotz der größeren Meereshöhe seines Untersuchungsgebiets (ca. 1800 m bis 2200 m ü. d. M.) findet auch HEISELMAYER magere und fettere Ausbildungsformen und weist auf Übergänge zu Milchkrautweiden hin, wie sie unser Standort l darstellt; dieser ist allerdings um einige hundert Höhenmeter tiefer angesiedelt.

Die synsystematischen Schwierigkeiten bei der Einordnung von bürstlingreichen Weiden der montanen und subalpinen Stufe beschäftigten nach WILMANN (1978) auch noch GRABHERR (1993) bzw. ELLMAUER (1993). Da es sich bei den Bürstlingrasen am Schattberg überdies auch um Flächen unterschiedlichster Nutzungsintensität handelt (ehemalige, wahrscheinlich intensiv genutzte Heimgutflächen wie a oder d gegenüber „Hochlägern“ wie h, k oder c mit ver-

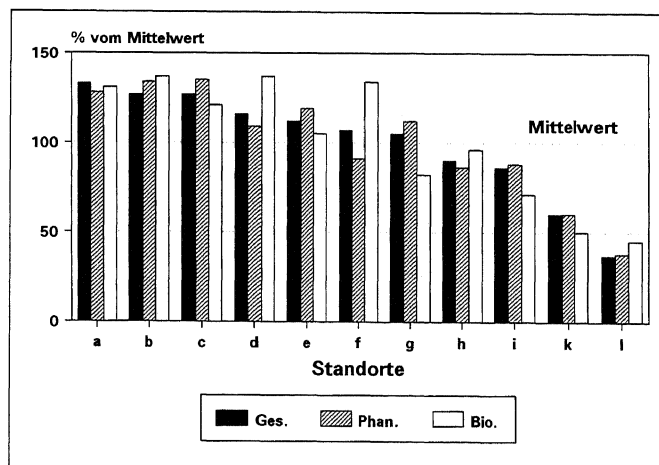
mutlich früher wie heute weniger starker und regelmäßiger Nutzung), kommt es hier zu einer weitgehenden Überlagerung von Höhen- und Nutzungsparametern. Fettweidenarten finden sich hier jedenfalls gehäuft in den Beständen der tieferen Lagen. *Arnica montana* hingegen, eine typische Borstgrasrasenart, ist nur in den mageren und schwach bis gar nicht beweideten Flächen (e, h, c) zu finden. SCHWABE (1990) hat aufgrund ihrer Langzeitstudien an Borstgrasrasen im Schwarzwald eine starke Abnahme von *Arnica montana* bei extensiver Wiederbeweidung brachgefallener ehemaliger Weideflächen festgestellt, was für unsere oben genannten drei Flächen als Hinweis auf tatsächlich fast gänzlich fehlende Nutzung gewertet werden könnte. Auch Exposition und Geländekleinrelief spielen für die Beweidungsmöglichkeiten und damit für die Artenzusammensetzung eine Rolle, was von LICHTENEGGER et al. (in Vorbereitung) sowie von KÖRNER (1980) auch bei Weiden im Kaukasus beobachtet wurde.

KLAPP (1965) führt für montane Borstgrasweiden im Bayerischen und Thüringer Wald, die zu 83 % überhaupt nie gedüngt wurden, N-Werte von 1,76 bis 1,99 und Futterwertzahlen von 2,34 bis 2,48 an. Somit liegen unsere „fetten“ Standorte a, b, d und l sowohl im Stickstoff- als auch im Futterwert deutlich über jenen extrem mageren Flächen aus maximal 800 m ü. d. M.

Sowohl an der Artengarnitur als auch an den Kennwerten für Feuchtigkeit und Stickstoff ist Standort f als besonders feucht und N-arm erkennbar. Torfmoose (*Sphagnum* spp.) bilden einen dichten Teppich zwischen den Gräsern, was sich auch im besonders hohen Phytomassevorrat der Kryptogamen niederschlägt.

Was die oberirdische Gesamtphytomasse zum Zeitpunkt der Untersuchung betrifft, so schwanken die Werte von unter 40 % (l) bis über 130 % (a) des gleich 100 % gesetzten Mittels aller elf Bestände (vgl. Abb. 6). Die Flächen e, g und h kommen mit ihrer oberirdischen Gesamtphytomasse diesem Mittelwert am nächsten (d. s. 861 g, 808 g und 696 g Trockensubstanz pro m<sup>2</sup>). Der Bestand g fällt jedoch wegen seiner relativ geringen oberirdischen Gesamtbio- (also der lebenden Anteile der Pflanzensubstanz) wieder etwas aus dem Rahmen, während die Bestände e bzw. h dem Mittelwert auch bei der Biomasse am nächsten kommen. Bestand e ist außerdem aus einer mittleren Höhenlage (1670 m ü. m. M.) und reich an Borstgrasrasenarten. Dieser „mittlere“ Bestand setzt seine 861 g oberirdische Gesamtphytomasse zu fast 80 % aus Gräsern, zu 16 %

Abb. 6: Abweichungen der oberirdischen Gesamtphytomasse (Ges.), der oberirdischen Phanerogamen-Phytomasse (Phan.) und der oberird. Gesamtbio-masse (Bio.) der einzelnen Pflanzengesellschaften vom Mittelwert (= 100 %) aus allen elf untersuchten Gesellschaften  
Deviation of above ground total phytomass (Ges.), above ground phytomass of phanerogams (Phan.) and above ground total biomass (Bio.) of the single plant communities from the mean value (= 100 %) of all communities studied



aus Kräutern und zu ca. 4 % aus Zwergsträuchern und Moosen zusammen. Die oberirdische Biomasse beläuft sich auf 401 g TS/m<sup>2</sup>, die Nekromasse auf 460 g/m<sup>2</sup> und übertrifft somit die lebende Pflanzensubstanz. Es wurde auch gezeigt, daß diese Nekromasse in der bodennächsten Bestandesschicht akkumuliert ist. In Beständen, die besonders reich sind an Borstgrashorsten, dürfte daher der von KLAPP (1965) oder von DIETL und JÄGGLI (1972) für Grünlandbestände bzw. Almweiden angegebene verwertbare Futterertrag knapp erreicht werden. DIETL und JÄGGLI (1972) geben beispielsweise für Milchkraut-Alpweiden 16 q TS/ha an. CERNUSCA und SEEGER (1989) nennen einen Richtwert für Beweidungsverluste durch Rinder auf Almweiden in Höhe von 52 % der Biomasse. Auch das kann auf die starke Konzentration der pflanzlichen Trockensubstanz in der bodennächsten Bestandesschicht zurückgeführt werden. Dieses Phänomen ist offenbar eine Reaktion auf Höhenlage und/oder Beweidung und konnte von CERNUSCA et al. (1978) auf Almen des Gasteinertals ebenso nachgewiesen werden wie von PÜMPSEL (1977) in sehr schwach beweideten Rasen der alpinen Stufe in den Hohen Tauern.

Mit Bezug auf die eigenen Beobachtungen (Abb. 4 und 5), wo die Schichten oberhalb von 5 cm über dem Boden nur mehr ein Drittel bis ein Fünftel des Gesamtbiomassevorrats eines Borstgrasrasens enthalten, erscheint eine entsprechend große Herabminderung des Futterertrags als sehr wahrscheinlich. Wenn wir zur Berechnung des verwertbaren Futterertrags die Biomassedaten unseres „durchschnittlichen“ Standorts heranziehen, kommen wir tatsächlich genau zu den von DIETL und JÄGGLI (1972) für die Schweizer Alpen ermittelten Werten.

Borstgrasrasen im Wettersteingebirge, deren Nährstoff- und Biomasseverhältnisse REHDER (1970) untersuchte, wiesen im Mittel über mehrere Vegetationsperioden ca. 280 g oberirdische Biomasse und 930 g Streu auf. In den subalpinen Lagen des Kaukasus, wo die Waldgrenze um ca. 500 m höher liegt als in den Alpen, hat laut NACHUZRISHVILI (1975) die Vegetation etwa 500 bis 750 g TS/m<sup>2</sup> an Phytomasse vorrätig, wovon 270 bis 330 g leben. Unterirdisch sollen in diesen Gesellschaften 2600 g TS/m<sup>2</sup> gespeichert sein. CERNUSCA und NACHUZRISHVILI (1983) ermittelten im Zentralkaukasus in einer subalpinen Schafweide eine oberirdische Phytomasse von ca. 400 g bei einer Biomasse von 139 g TS/m<sup>2</sup>. Der Blattflächenindex in dieser nur 2 cm hohen, intensiv genutzten Weide (einem „*Brometum trifoliosum*“ oder kleereichen Trespenrasen) beträgt 2,9 und ist somit ähnlich wie bei unserem maximal 15 bis 20 cm hohen Borstgrasstandort i' auf 1830 m ü. d. M. (2,7), der aber annähernd doppelt so viel Biomasse aufweist. Die Borstenblätter von *Nardus stricta* haben eine verhältnismäßig geringere spezifische Blattfläche als die weichblättrigen, guten Weidearten *Trifolium*, *Agrostis* oder auch *Bromus*. Im „fetteren“ Rasen g', in dem auch breitblättrige Grasarten und zarte „Kräuter“ wie Löwenzahnarten (*Leontodon* spp.), Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Frauenmantel (*Alchemilla* spec.) stärker vertreten sind, ist der kumulative LAI (das ist die Summe der Blattflächenindices aller Bestandesschichten) wesentlich höher, nämlich 4,1. Fast denselben Wert erreichte (im Juni) eine Almweide am Stubnerkogel bei Badgastein auf ca. 1800 m ü. d. M., die allerdings in ihrer Zusammensetzung noch wesentlich stärker von anspruchsvollen Arten geprägt war (CERNUSCA et al. 1978). Bei intensiverer Nutzung und Pflege wären wahrscheinlich auch die magersten Standorte im Löhnersbachtal in wertvollere Futterbestände zu verwandeln, doch scheint das in der heutigen Zeit weder notwendig noch (vom Standpunkt des Naturschutzes) erwünscht.

Abschließend wollen wir der Erkenntnis Ausdruck verleihen, daß sich Unterschiede in Höhenlage, Standortsfaktoren und Nutzungsintensität sehr deutlich in veränderter Artengarnitur und Phytomasse der Borstgrasrasen im Löhnersbachtal widerspiegeln, daß jedoch so mancher „feinere Unterschied“ nur dann richtig zu interpretieren ist, wenn sowohl pflanzensoziologische als auch Bestandesstrukturanalysen vorliegen.

#### Danksagung

Die Autorinnen danken allen, die zur Entstehung dieser Arbeit einen ideellen oder materiellen Beitrag geleistet haben, besonders aber Herrn Univ.-Prof. Dr. Erich HÜBL, Herrn Dipl.-Ing. Dr. Roland STERN und Herrn AR Ernst SCHARFETTER mit Familie.

#### Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J., 1948: La végétation alpine des Pyrénées orientales. 306 pp, Barcelona.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Springer Verlag, Wien-New York.
- CERNUSCA, A., M. SEEGER, R. MAYR und A. HORVATH, 1978: Bestandesstruktur, Mikroklima und Energiehaushalt von bewirtschafteten und aufgelassenen Almflächen in Badgastein. In: CERNUSCA, A. (Ed.): Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 2, 46–66.
- CERNUSCA, A. und G. NACHUZRISHVILI, 1983: Untersuchungen der ökologischen Auswirkungen intensiver Schafbeweidung im Zentralkaukasus. Verh. Ges. f. Ökologie X, 183–192.
- CERNUSCA, A. und M. C. SEEGER, 1989: Phytomasse, Bestandesstruktur und Mikroklima von Grasland-Ökosystemen zwischen 1612 und 2300 m in den Alpen. In: CERNUSCA, A. (Ed.): Veröff. Österr. MaB-Programms 13, 420–461.
- DIETL, W. und F. JÄGGELI, 1972: Die Kartierung von Vegetation und Boden als Planungsgrundlage für eine umfassende Alpverbesserung. Schweizer landwirtsch. Forschung 11, 475–520.
- ELLENBERG, H., H. E. WEBER, R. DÜLL, V. WIRTH, W. WERNER und D. PAULISZEN, 1991: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII. Goltze, Göttingen.
- ELLMAUER, T., 1993: Nardetalia. In: MUCINA, L., G. GRABHERR und T. ELLMAUER (Eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs Teil I, 408–414. G. Fischer, Jena-Stuttgart-New York.
- GRABHERR, G., 1993: Caricetea curvulae. In: GRABHERR, G. und L. MUCINA (Eds.): Die Pflanzengesellschaften Österreichs Teil II, 343–372. G. Fischer, Jena-Stuttgart-New York.
- HEISELMAYER, P., 1985: Zur Vegetation stark beweideter Gebiete in den Radstädter Tauern (Hinterstes Kleinartal, Salzburg). Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 123, 247–262.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO im Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft (Ed.), 1983: Beiträge zur Hydrographie Österreichs 46: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971–1980.
- KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Parey, Berlin-Hamburg, p. 317 ff.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. Eine Grünlandlehre. Parey, Berlin-Hamburg, p. 405 ff.
- KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG und A. STÄHLIN, 1953: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Grünland 2, 39–40.
- KLUG-PÜMPPEL, B., 1978: Phytomasse und Primärproduktion von unterschiedlich bewirtschafteten Almflächen im Gasteiner Tal. In: CERNUSCA, A. (Ed.): Veröffentlichungen des Österreichischen MaB-Hochgebirgsprogr. 2, 123–142. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- KNAPP, R., 1962: Die Vegetation des Kleinen Walsertales, Vorarlberg, Nordalpen. Geobot. Mitt. 12, 1–53. Gießen.
- KÖRNER, Ch., 1980: Ökologische Untersuchungen an Schafweiden im Zentralkaukasus. Der Alm- und Bergbauer 5, 3–8.
- LICHTENEGGER, E., D. BEDOSCHWILI, E. HÜBL und E. SCHARFETTER, 1994 (in Vorbereitung): Höhenstufengliederung hochmontaner bis alpiner (subnivaler) Grünlandgesellschaften im zentralen Kaukasus.

- LIPPERT, W., 1966: Die Pflanzen des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. Ber. Bayer. Bot. Ges. 39, 67–122. München.
- LÜDI, W. (1948): Die Pflanzengesellschaften der Schinigeplatte bei Interlaken und ihre Beziehungen zur Umwelt. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 23, 400 pp. Zürich.
- MARSCHALL, F. und W. DIETL, 1974: Beiträge zur Kenntnis der Borstgrasrasen der Schweiz. Schweizer landwirtsch. Forschung 13, 115–127.
- MILNER, C. and R. E. HUGHES, 1968: Methods of the measurement of the primary production of grassland. IBP-Handbook No. 6. Blackwell Sci. Publ., Oxford-Edinburgh.
- NACHUZRISHVILI, G., 1975: Zitat ohne nähere Angaben bei CERNUSCA und SEEGER, 1989.
- OBERDORFER, E., 1959: Borstgras- und Krummseggenrasen in den Alpen. Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtld. 18, 117–143. Karlsruhe.
- OBERDORFER, E., 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. G. Fischer Jena. 208 ff.
- PEPPLER, C., 1988: TAB: Ein Computerprogramm für die pflanzensoziologische Tabellenarbeit. Tüxenia 8, 393–406. Göttingen.
- PIRKL, H., 1992: Interdisziplinäre Naturraumanalyse alpiner Wildbacheinzugsgebiete am Beispiel der Fremdenverkehrsregion Saalbach-Hinterglemm. Interpraevent 1992 Bern, Tagungspublikation 3, 109–120.
- PÜMPPEL, B., 1977: Bestandesstruktur, Phytomassevorrat und Produktion verschiedener Pflanzengesellschaften im Glocknergebiet. In: CERNUSCA, A. (Ed.): Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern 1, 83–101. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- REHDER, H., 1970: Zur Ökologie, insbesondere Stickstoffversorgung subalpiner und alpiner Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet Schachen (Wettersteingebirge). Diss. Bot. 6, 90 pp.
- SCHWABE, A., 1990: Syndynamische Prozesse in Borstgrasrasen: Reaktionsmuster von Brachen nach erneuter Rinderbeweidung und Lebensrhythmus von *Arnica montana* L. *Carolinaea* 48, 45–68. Karlsruhe.
- WILMANN, O., 1978: Ökologische Pflanzensoziologie. UTB, Quelle & Meyer, Heidelberg. 220 ff.

(Manuskript eingelangt am 12. April 1994, angenommen am 19. April 1994)

Anschrift der Verfasserinnen:

Univ.-Doz. Dr. Brigitte KLUG, Botanisches Institut, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien; Dr. Brigitte BURGSTALLER und Dr. Roswitha SCHIFFER, Wissenschaftliche ARGE für Ökologie und Pflanzensoziologie, G.-v.-Nissenstraße 55, A-5020 Salzburg