

## **Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt beweideter und nicht mehr beweideter Almflächen im Sonderschutzgebiet Pifflkar (Nationalpark Hohe Tauern)**

**Michael Stemmer und Thomas Peer**

Eingelangt am 23.11.1993

### **1 Zusammenfassung**

Im Spätsommer 1992 wurden im Pifflkar in 5 Almflächen unterschiedlicher floristischer Zusammensetzung (*Rumicetum alpini*, *Crepido-Festucetum rubrae*, *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, *Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae*, *Caricetum curvulae*) und unterschiedlicher Nutzung (beweidet, seit 3 Jahren unbeweidet) vergleichende Boden- und Pflanzenanalysen durchgeführt. Es zeigte sich, daß durch das Wegfallen der Wirtschaftsdünger die Verfügbarkeit von N, P und K im Boden etwas zurückgeht; vor allem der leicht lösliche Anteil an K nimmt deutlich ab. Die Tiefenverteilung dieser Elemente ist in den unbeweideten Flächen etwas homogener. In den Pflanzen äußert sich der Nutzungswandel in geringeren K-Gehalten der nicht mehr beweideten Bestände. Bei den übrigen Elementen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, daß die abweichenden Standortbedingungen der Vergleichsflächen und die kurze Beobachtungszeit nur eine beschränkte Aussage über die Nährstoffveränderungen zulassen, die Daten bilden jedoch eine wertvolle Grundlage für zukünftige Untersuchungen in diese Richtung.

### **2 Summary**

#### **Investigations on the nutrient cycling in grazed and ungrazed pastures in the reserve area of Pifflkar (Hohe Tauern National Park).**

In the summer of 1992 soil and plant samples were examined on five alpine pastures of Pifflkar (Hohe Tauern National Park, Salzburg, Austria) about 1770 and 2420 m. The pastures (*Rumicetum alpini*, *Crepido-Festucetum rubrae*, *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, *Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae*, *Caricetum curvulae*) were used differently (grazed and ungrazed pasture for a period of 3 years). Without organic dung availability of nitrogen, phosphorus and potassium in the soils has decreased, especially the water-soluble fraction of potassium. As a result of no grazing the vertical distribution of these elements seems to be more homogeneous. The plant-analysis shows lower contents of potassium in the ungrazed plants. The different conditions of the comparable parts of the investigated area makes judgment of data difficult.

### **3 Keywords**

Alpine pastures, extensive management, soil and plant nutrient analysis, Pifflkar, Hohe Tauern National Park

### **4 Einleitung**

Mit dem Problem des Brachfallens größerer Flächen und den damit verbundenen ökologischen Konsequenzen beschäftigten sich zahlreiche Autoren wie ALTHER & STÄHLIN (1977), CAMPINO-JOHNSON (1978), GASS & OERTLI (1980), GISI et al. (1979), GISI & OERTLI (1981 a, b), KLAPP (1951), SPEIDEL (1986) und SPEIDEL & WEISS (1972). Die meisten der erwähnten Arbeiten wurden im Tiefland durchgeführt und befassen sich mit Vergleichen von gedüngten Fettwiesen und Brachflächen, wobei neben Untersuchungen der Rhizosphäre (Wurzelmasse, Tiefenverteilung) und des Bioelementhaushalts im Boden aus wirtschaftlichen Gründen auch der Futternährwert beurteilt wurde. Im alpinen Bereich haben CERNUSCA (1978), SPATZ & KLUG-PÜMPEL (1978), SPATZ et al. (1978) im Gasteinertal (MaB-Projekt), CERNUSCA (1989), SPATZ et al. (1989) an der Großglockner-Hochalpenstraße (MaB-Projekt), RIEDL (1982) im Tennengebirge (MaB-Projekt) und SPATZ et al. (1981), WEIS (1980), RÖSCH (1992)

in den Berchtesgadener Alpen vergleichende Untersuchungen (Bodensystematik, Pflanzensoziologie, Heuanalysen) durchgeführt.

Im Rahmen des EG-Programmes "Science and Technology for Environmental Protection" (STEP/INTEGRALP) wurde im Jahre 1992 unter der Leitung von Prof. Dr. Alexander CERNUSCA mit der Erforschung der ökologischen Auswirkungen der Extensivierung von Almweiden in verschiedenen Gebirgsregionen, u. a. auch im Großglocknergebiet, begonnen. Die Veränderungen der alpinen Rasengesellschaften im Pifflkar werden von Frau Mag. Barbara GRIEHSER (1993) in einem eigenen Projekt behandelt, wobei die von ihr ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen für unsere Untersuchungen verwendet wurden.

Die vorliegende Arbeit stellt einen Auszug der wichtigsten Ergebnisse des durch das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie geförderten Projektes über den "Nährstoffhaushalt beweideter und nicht mehr beweideter Almen im Sonderschutzgebiet Pifflkar" dar (STEMMER & PEER 1993).

## 5 Methoden

Je Untersuchungsfläche wurde ein Bodenprofil angelegt und der Bodentyp angesprochen. Aus den A- und C-Horizonten wurde je eine Mischprobe entnommen. Für die Pflanzenanalyse wurden pro Dauerbeobachtungsfläche 5 Spezies ausgewählt, die sowohl in der beweideten als auch in der unbeweideten Variante vorkamen. Pro Spezies wurden etwa 100 Stück über ein Gebiet von 30 m x 30 m gesammelt und vereint. Die ausgewählten Spezies variieren je nach Dauerbeobachtungsfläche, lediglich *Poa alpina* konnte, mit Ausnahme des Rumicetums, aus allen Flächen gesammelt werden.

Die Bodenproben wurden über einem 2-mm-Sieb abgeseiht und luftgetrocknet. Die Pflanzen wurden in einzelne Kompartimente unterteilt, die Gräser in Sproß-/Blattbasis, Blatt und Ähre, die Kräuter in Blatt und Sproß. Die Proben wurden mechanisch von mineralischer Substanz gesäubert und anschließend in einer Analysenmühle vermahlen.

Für die Datenauswertung wurden folgende statistische Verfahren angewendet: Korrelationsanalysen, Signifikanztest: FISHER's Randomisierungstest (LIENERT 1986).

Messung:

pH: elektrometrisch in 0,01 molarer  $\text{CaCl}_2$ -Lös. bzw. im  $\text{H}_2\text{O}$ -Extrakt (ÖNORM L 1083).

Carbonatgehalt: nach SCHEIBLER (ÖNORM L 1084).

Glühverlust: durch Trockenveraschung bei 550 °C während 3 1/2 h im Muffelofen (ÖNORM L 1080).

Gesamt N-Gehalt: nach KJEHLDAHL (ÖNORM L 1082).

"Pflanzenverfügbares"  $\text{P}_2\text{O}_5$  u.  $\text{K}_2\text{O}$ : DL (pH < 6)- bzw. CAL (pH ≥ 6)-Methode.  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Bestimmung nach der Molybdatmethode-2 (ÖNORM L 1088).

Austauschbares K, Ca, Mg, Na, Fe und Mn: im gepufferten BT- bzw. ungepufferten B-Extrakt (ÖNORM L 1086).

S-Wert: rechnerisch aus der Summe von K, Ca, Mg und Na.

Wasserlösliches K, Ca, Mg, Na: im  $\text{H}_2\text{O}$ -Extrakt nach Ansäuerung des Wassers auf den jeweiligen Boden-pH mittels 0,1 molarer HCl.

Gesamt N- bzw. Rohproteingehalt in den Pflanzen: nach KJEHLDAHL (Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich 1974).

Gesamt K-, Ca-, Mg-, Na-, Fe- und Mn-Gehalt in den Pflanzen: Mikrowellenaufschluß mit konz.  $\text{HNO}_3$  (Analytische Methoden für die Atomabsorptions-Spektroskopie, PERKIN-ELMER 1981).

## 6 Lage und Charakterisierung der Dauerbeobachtungsflächen zentrum.at

Das Sonderschutzgebiet Piffkar befindet sich an der Westflanke des hinteren Fuschertales zwischen 1750 und 2626 m ü. M. und erstreckt sich nördlich der Edelweißspitze (2572 m) bis zum Archkogel (2284 m) über ein Gebiet von 6,32 km<sup>2</sup>. Geologisch gehört das Hochkar der Seidlwinkldecke an, die durch eine enge Verzahnung von silikatischen (Phyllite, Glimmerschiefer, Quarzschiefer) und karbonatischen Gesteinen (Rauhwacke, Dolomit, Kalkmarmor) gekennzeichnet ist (CORNELIUS & CLAR 1934, 1939). Die hohe Mobilität des leicht verwitterbaren Materials manifestiert sich in Solifluktionserscheinungen und in der Ausbildung von Stockwerkprofilen in den Mulden und Karen (PEER 1993). Die Standortverhältnisse der 5 Dauerbeobachtungsflächen sind in Tab. 1 wiedergegeben.

| Nr.              | Vegetation                                | Lage / Seehöhe                 | Geologie                              | Bodentyp                              |
|------------------|---|--------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.a*             | Rumicetum alpini                          | Piffhochalm / 1770 m           | Phyllit/Quarzit                       | Schwach entwickelter Pseudogley       |
| 1.b*             | Rumicetum alpini                          | verfallene Alm / 1850 m        | Rauhwacke                             | Tiefgründige Moderrendsina            |
| 2.a'             | Crepido-Festucetum<br>rubrae              | am Troiweg / 1980 m            | Phyllit/Quarzit,<br>Rauhwacke/Dolomit | Braunerde/Pararendsina                |
| 2.b'             | Crepido-Festucetum<br>rubrae              | nördlicher Troiweg /<br>2050 m | Phyllit/Quarzit,<br>Rauhwacke/Dolomit | Braunerde/Pararendsina                |
| 3.a <sup>+</sup> | Seslerio-Caricetum<br>sempervirentis      | am Troiweg / 2040 m            | Rauhwacke                             | Kolluvial überprägte<br>Moderrendsina |
| 3.b <sup>+</sup> | Seslerio-Caricetum<br>sempervirentis      | am Troiweg / 2050 m            | Rauhwacke                             | Kolluvial überprägte<br>Moderrendsina |
| 4.a <sup>+</sup> | Deschampsio cespitosae-<br>Poetum alpinae | Langreitboden / 2240 m         | Phyllit/Quarzit,<br>Rauhwacke/Dolomit | Alpiner Pseudogley über<br>Rauhwacke  |
| 4.b <sup>+</sup> | Deschampsio cespitosae-<br>Poetum alpinae | Langreitboden / 2240 m         | Phyllit/Quarzit,<br>Rauhwacke/Dolomit | Moderrendsina über Braunerde          |
| 5.a'             | Caricetum curvulae                        | Galtviehkar / 2300 m           | Phyllit                               | Alpiner Pseudogley                    |
| 5.b'             | Caricetum curvulae                        | Roßkarl / 2420 m               | Glimmerschiefer/Phyllit               | Alpiner Pseudogley                    |

Tab. 1: Lage und Charakterisierung der Dauerbeobachtungsflächen.

"a" kennzeichnet die beweidete, "b" die unbeweidete Variante.

+: für den direkten Vergleich gut geeignet

für den direkten Vergleich bedingt geeignet

\*: für den direkten Vergleich ungeeignet (zu unterschiedliche Standortverhältnisse)

Table 1: Location and description of the permanent sample plots.

"a" denotes the grazed, "b" the non-grazed treatment.

+: well suitable for a direct comparison

suitable for a direct comparison with limitations

unsuitable for a direct comparison (differing site conditions)

Derzeit wird das Gebiet mit etwa 40 Stück Rindern und 120 Stück Galtvieh bestoßen. Im Sommer 1990 wurde zur Ausgrenzung des Weideviehs ein Viehzaun von der Edelweißspitze entlang dem Troiweg in etwa 2100 m ü. M. durch das Gebiet gezogen, wodurch ca. 2/5 der Fläche der Beweidung entzogen wurden.

## 7 Ergebnisse

### 7.1 Boden

Die statistische Auswertung der Bodendaten bereitet aufgrund der kleinräumigen Geländeunterschiede, der Inhomogenität des Materials und nicht zuletzt aufgrund der geringen Probenzahl erhebliche Schwierigkeiten. Es ist daher kaum möglich, die Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungsarten

| DF                   |   | beweidet |       |      |      |             | unbeweidet |      |      |      |             |                          |
|----------------------|---|----------|-------|------|------|-------------|------------|------|------|------|-------------|--------------------------|
|                      |   | 2        | 3     | 4    | 5    | $\bar{x}$   | 2          | 3    | 4    | 5    | $\bar{x}$   |                          |
| pH                   | A | 5,2      | 6,1   | 6,4  | 4,1  | <b>5,5</b>  | 5,5        | 5,4  | 6,3  | 4,2  | <b>5,4</b>  |                          |
|                      | C | 5,5      | 7,5   | 6,3  | 3,9  | <b>5,8</b>  | 6,4        | 7,5  | 6,5  | 4,5  | <b>6,4</b>  |                          |
| Carb.                | A | 1        | 60    | 10   | 0    | -           | 1          | 3    | 140  | 0    | -           | $g \times kg^{-1} TM$    |
|                      | C | 2        | ~950  | 2    | 0    | -           | 10         | ~950 | 2    | 0    | -           | $g \times kg^{-1} TM$    |
| N <sub>ges</sub>     | A | 13,7     | 17,1  | 4,4  | 9,2  | <b>11,1</b> | 11,1       | 12,0 | 3,9  | 8,6  | <b>8,9</b>  | $g \times kg^{-1} TM$    |
|                      | C | 1,1      | 0,4   | 1,0  | 1,0  | <b>0,9</b>  | 1,7        | 0,4  | 1,5  | 1,1  | <b>1,2</b>  | $g \times kg^{-1} TM$    |
| Q:                   |   | 12,5     | 42,8  | 4,4  | 9,2  | <b>17,2</b> | 6,5        | 30   | 2,6  | 7,8  | <b>11,8</b> |                          |
| P(DL/CAL)            | A | 44       | 44    | 4    | 64   | <b>39</b>   | 26         | 22   | 8    | 34   | <b>23</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 0        | 0     | 2    | 2    | <b>1</b>    | 0          | 0    | 0    | 0    | <b>0</b>    | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   |          |       | 2    | 32   | -           |            |      |      |      | -           |                          |
| K(B/BT)              | A | 320      | 140   | 100  | 230  | <b>198</b>  | 160        | 100  | 140  | 120  | <b>110</b>  | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 20       | 10    | 20   | 20   | <b>18</b>   | 20         | 10   | 20   | 20   | <b>18</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 16,0     | 14,0  | 5,0  | 11,5 | <b>11,7</b> | 8,0        | 10,0 | 7,0  | 6,0  | <b>7,8</b>  |                          |
| Ca(B/BT)             | A | 7250     | 10800 | 2880 | 1900 | <b>5708</b> | 7510       | 7540 | 3190 | 2950 | <b>5298</b> | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 1020     | 700   | 1220 | 300  | <b>810</b>  | 2400       | 400  | 1740 | 1020 | <b>1390</b> | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 7,1      | 15,4  | 2,4  | 6,3  | <b>7,8</b>  | 3,1        | 18,9 | 1,8  | 2,9  | <b>6,7</b>  |                          |
| Mg(B/BT)             | A | 870      | 1490  | 510  | 360  | <b>808</b>  | 1070       | 1190 | 620  | 360  | <b>810</b>  | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 80       | 100   | 360  | 50   | <b>148</b>  | 370        | 100  | 400  | 140  | <b>253</b>  | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 10,9     | 14,9  | 1,4  | 7,2  | <b>8,6</b>  | 2,9        | 11,9 | 1,6  | 2,6  | <b>4,8</b>  |                          |
| Na(B/BT)             | A | 10,1     | 16,4  | 5,6  | 19,0 | <b>12,8</b> | 12,3       | 28,0 | 12,6 | 14,7 | <b>16,9</b> | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 5,3      | 1,9   | 2,0  | 6,8  | <b>4,0</b>  | 4,0        | 2,0  | 7,1  | 6,4  | <b>4,9</b>  | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 1,9      | 8,6   | 2,8  | 2,8  | <b>4,0</b>  | 3,1        | 14,0 | 1,8  | 2,3  | <b>5,3</b>  |                          |
| S-Wert               | A | 442      | 666   | 188  | 131  | <b>357</b>  | 467        | 478  | 212  | 181  | <b>335</b>  | $mval \times kg^{-1} TM$ |
|                      | C | 58       | 43    | 91   | 20   | <b>53</b>   | 151        | 28   | 120  | 63   | <b>91</b>   | $mval \times kg^{-1} TM$ |
| Q:                   |   | 7,6      | 15,5  | 2,1  | 6,6  | <b>7,9</b>  | 3,1        | 17,1 | 1,8  | 2,9  | <b>6,2</b>  |                          |
| Fe(B)                | A |          |       |      | 12   |             |            |      |      | 3    |             | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C |          |       |      | 7    |             |            |      |      | 5    |             | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   |          |       |      | 1,7  |             |            |      |      | 0,6  |             |                          |
| Mn(B)                | A | 152      | 46    | 7    | 153  | <b>90</b>   | 97         | 113  | 6    | 20   | <b>59</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 10       |       |      | 1    |             | 4          |      |      | 1    |             | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 15,2     |       |      | 153  |             | 24         |      |      | 20   |             |                          |
| K(H <sub>2</sub> O)  | A | 84       | 51    | 19   | 64   | <b>55</b>   | 43         | 10   | 4    | 19   | <b>19</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 4        | 3     | 4    | 9    | <b>5</b>    | 5          | 3    | 3    | 4    | <b>4</b>    | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 21,0     | 17,0  | 4,8  | 7,1  | <b>12,5</b> | 8,6        | 3,3  | 1,3  | 4,8  | <b>4,5</b>  |                          |
| Ca(H <sub>2</sub> O) | A | 100      | 230   | 80   | 80   | <b>123</b>  | 100        | 160  | 120  | 60   | <b>110</b>  | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 10       | 30    | 20   | 10   | <b>18</b>   | 50         | 60   | 30   | 10   | <b>38</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 10,0     | 7,7   | 4,0  | 8,0  | <b>7,4</b>  | 2,0        | 2,7  | 4,0  | 6,0  | <b>3,7</b>  |                          |
| Mg(H <sub>2</sub> O) | A | 35       | 105   | 41   | 42   | <b>56</b>   | 43         | 75   | 62   | 30   | <b>53</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 7        | 25    | 12   | 6    | <b>13</b>   | 21         | 25   | 16   | 7    | <b>17</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 5,0      | 4,2   | 3,4  | 7,0  | <b>4,9</b>  | 2,0        | 3,0  | 3,9  | 4,3  | <b>3,3</b>  |                          |
| Na(H <sub>2</sub> O) | A | 13       | 17    | 10   | 34   | <b>19</b>   | 12         | 23   | 12   | 18   | <b>16</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
|                      | C | 8        | 6     | 7    | 9    | <b>8</b>    | 16         | 6    | 9    | 8    | <b>10</b>   | $mg \times kg^{-1} TM$   |
| Q:                   |   | 1,6      | 2,8   | 1,4  | 3,8  | <b>2,4</b>  | 0,8        | 3,8  | 1,3  | 2,3  | <b>2,0</b>  |                          |

Tab. 2: Nährstoffgehalte im Humus- und Mineralhorizont in den Dauerbeobachtungsflächen (DF), getrennt nach der Bewirtschaftung (Rumicetumflächen, DF 1, ausgenommen).

A = Humushorizont, C = Mineralhorizont,  $\bar{x}$  = Mittelwert,

Q = Quotient der verfügbaren Elemente zwischen A- und C-Horizont.

Table 2: Nutrient contents in the humus and the mineral layer on the permanent sample plots (DF), separated according to type of use (Rumicetum plots, DF 1, are omitted)

A = humus horizon, C = mineral horizon,  $\bar{x}$  = mean value,

Q = quotient of the available elements between A- und C-horizon.

"Beweidung" und "Nichtbeweidung" auf Signifikanz zu überprüfen. Sehr wohl können die Daten zur Charakterisierung der Standorte herangezogen werden und als Basis für spätere Untersuchungen dienen.

Generell zeichnen sich alle untersuchten Böden durch eine deutliche Gliederung in Humus- und Mineralhorizonte aus, wobei häufig begrabene Horizonte (Humus- wie Mineralhorizonte) eingelagert sind.

Während die geogen beeinflussten Bodeneigenschaften, wie pH, CaCO<sub>3</sub>, Ca und Mg kaum von den Extensivierungsmaßnahmen betroffen sind, ergeben sich bei N, P und K mehr oder weniger deutliche Veränderungen (Tab. 2). In den "vergleichbaren" Flächen besitzen die unbeweideten Varianten im Mittel weniger Gesamt-N sowie weniger "pflanzenverfügbares" K und P. Besonders deutlich ist der Unterschied beim wasserlöslichen K. Die hohe Ca-Verfügbarkeit in den Humushorizonten und die negative Korrelation zum CaCO<sub>3</sub>-Gehalt des Unterbodens weisen auf karbonatische Einwehungen hin.

Die Mineralhorizonte sind im allgemeinen sehr nährstoffarm, wobei auffällt, daß der Nährstoffquotient: Oberboden/Unterboden in den unbeweideten Flächen etwas kleiner ist, was auf eine homogenere Tiefenverteilung der Elemente schließen läßt (Tab. 2).

Im H<sub>2</sub>O-Extrakt ist die Löslichkeit der Elemente sehr unterschiedlich: Während bei Ca nur 2,2 % und bei Mg 7,5 % der potentiell austauschbaren Menge (BT/B-Extrakt) H<sub>2</sub>O-löslich sind, sind es bei K 28,9 %. Die dadurch bedingte höhere Auswaschbarkeit des K zeigt sich besonders in den nicht mehr beweideten Flächen, in denen mit einem K-Mangel für die Pflanzen gerechnet werden muß. Noch höhere H<sub>2</sub>O-Löslichkeiten wurden für Na festgestellt.

## 7.2 Pflanzen

Die statistische Auswertung der Pflanzenanalysen (getrennt nach Kräutern, Gräsern und Pflanzenteilen) ergab nur für die Sproß-/Blattbasen der nicht mehr beweideten Gräser signifikant niedrigere K-Gehalte. Kräuter, Blätter und Ähren der Gräser zeigen keine signifikanten Unterschiede, weder bei K noch bei den übrigen Nährelementen. Fe und Mn schwanken je nach Spezies und geologischem Untergrund sehr stark, wodurch eventuelle nutzungsbedingte Unterschiede überdeckt werden (Abb. 1).

|                    | K           |             | Ca          |             | Mg          |             | Na          |             | Fe          |             | Mn          |  |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
|                    | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew | bew - unbew |  |
| <b>Festucetum</b>  | >           | =           | =           | =           | =           | >           | >           |             |             |             |             |  |
| <b>Seslerietum</b> | <           | =           | =           | =           | =           | =           | >           |             |             |             |             |  |
| <b>Poetum</b>      | > *         | <           | =           | <           | >           | =           |             |             |             |             |             |  |
| <b>Curvuletum</b>  | >           | =           | =           | > *         | > *         | >           |             |             |             |             |             |  |

Tab. 3: Statistische Überprüfung der verfügbaren Nährstoffgehalte auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Nutzungsarten in den untersuchten Pflanzengesellschaften (ohne Rumicetumflächen).

FISHER's Randomisierungstest. Signifikanzniveau:  $p < 0,05$ .

\*: signifikant verschieden

bew = beweidet, unbew = unbeweidet

Table 3: Statistical analysis of the available nutrients between the use variants in the investigated plant communities (except Rumicetum plots)

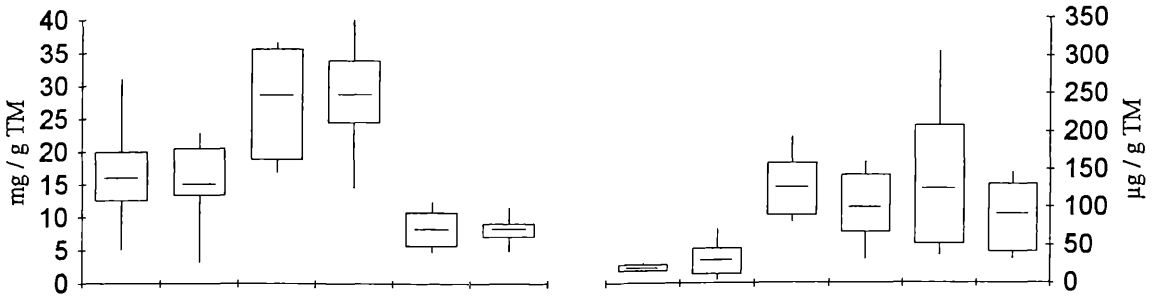
FISHER's randomisation test:  $p < 0.05$ .

\*: significant difference

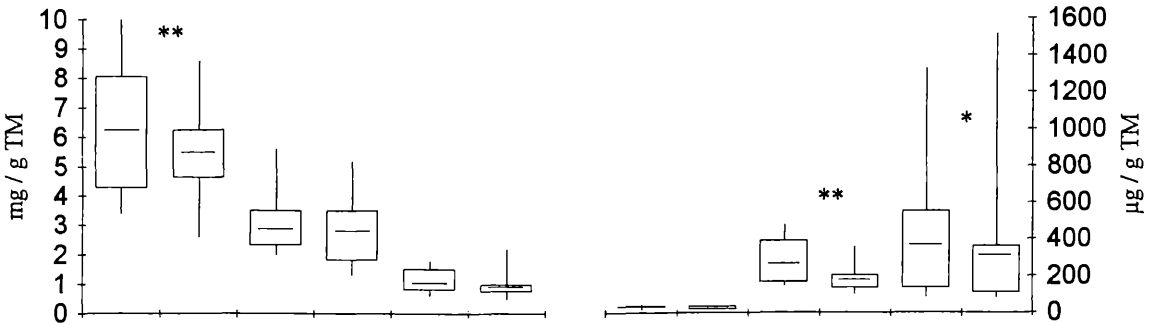
bew = grazed, unbew = non-grazed

Bezogen auf die Pflanzengesellschaften, ist ebenfalls, mit Ausnahme des Seslerietums, eine K-Abnahme in den unbeweideten Beständen festzustellen (Tab. 3). Dies gilt z. T. auch für Fe und Mn, wobei hier die Standortsunterschiede mitzubersichtigen sind (höhere Fe- und Mn-Gehalte in den Böden der beweideten Flächen).

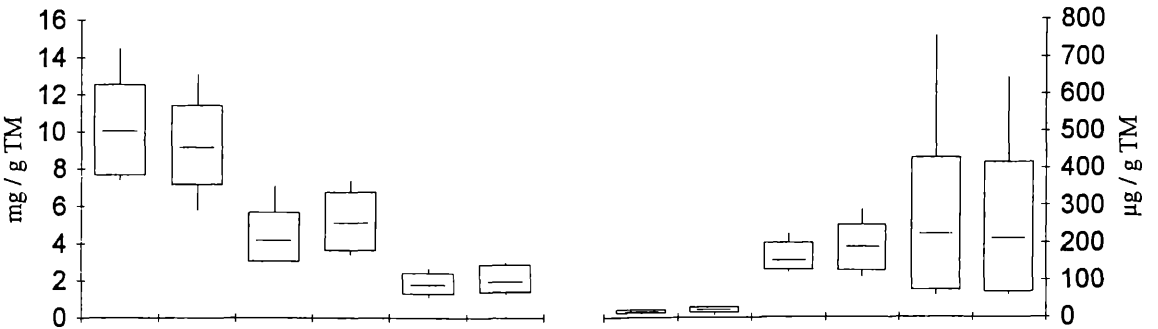
### Kräuter



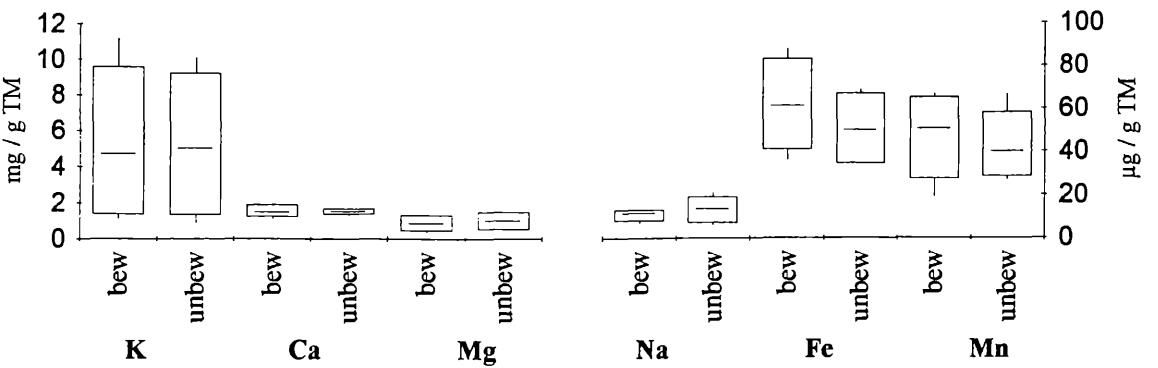
### Gräser: Sproß-/Blattbasis



### Gräser: Blatt



### Gräser: Ähre



Interessant ist, daß die assimilierenden Teile der Kräuter wesentlich höhere K-, Ca- und Mg-Gehalte besitzen als die Gräser, die ihrerseits stärker mit Fe, Mn und Na angereichert sind, wobei die Konzentrationen von der Sproß-/Blattbasis über das Blatt zur Ähre hin abnehmen. Trotz des späten Sammeltermins entsprechen alle Elemente in den Kräutern und Gräsern dem tierphysiologischen Ernährungsbedarf, lediglich der Na-Gehalt liegt aufgrund der hohen Na-Löslichkeit im Boden weit darunter.

Werden die Untersuchungsflächen und die Nutzungsänderungen an Hand von *Poa alpina* (häufig in Form von *Poa alpina* var. *vivipara*), die in allen Dauerflächen bis auf die Rumicetum-Flächen gesammelt werden konnte, beurteilt, so fällt auf, daß die N-, K-, Ca- und Mg-Gehalte in den Pflanzen der sauren wie basischen Standorten sehr ähnlich sind, die Spurenelemente Fe und Mn hingegen beträchtlich variieren und im sehr sauren Curvuletum die höchsten Werte erreichen (Tab. 4). Bewirtschaftungseinflüsse zeichnen sich nur in der Sproßbasis durch etwas niedrigere K-, Ca- und Mg-Konzentrationen in den unbeweideten Flächen ab. Die Unterschiede sind aber, mit Ausnahme des K, nicht signifikant (Abb. 2).

|                    |     | N                       | K    | Ca  | Mg  | Na    | Fe   | Mn   |
|--------------------|-----|-------------------------|------|-----|-----|-------|------|------|
|                    |     | mg × g <sup>-1</sup> TM |      |     |     |       |      |      |
| <b>Festucetum</b>  | S   | 10,9                    | 9,1  | 2,3 | 0,9 | 0,037 | 0,16 | 0,28 |
|                    | B   | 14,3                    | 13,8 | 4,0 | 1,4 | 0,022 | 0,12 | 0,08 |
|                    | Ä   | 3,3                     | 1,0  | 1,9 | 0,5 | 0,012 | 0,06 | 0,05 |
| <b>Seslerietum</b> | S   | 10,0                    | 6,5  | 2,7 | 0,8 | 0,019 | 0,15 | 0,11 |
|                    | B   | 13,7                    | 9,7  | 4,2 | 1,2 | 0,020 | 0,14 | 0,07 |
|                    | Ä   | 3,6                     | 2,3  | 1,5 | 0,5 | 0,013 | 0,04 | 0,04 |
| <b>Poetum</b>      | S   | 9,1                     | 6,1  | 2,8 | 1,2 | 0,035 | 0,17 | 0,10 |
|                    | B   | 13,5                    | 7,5  | 4,7 | 1,5 | 0,042 | 0,17 | 0,06 |
|                    | Ä   | 4,5                     | 5,5  | 2,1 | 1,0 | 0,017 | 0,06 | 0,02 |
| <b>Curvuletum</b>  | S   | 9,5                     | 5,0  | 2,3 | 0,6 | 0,027 | 0,26 | 0,30 |
|                    | B+Ä | 7,0                     | 3,9  | 2,1 | 0,6 | 0,013 | 0,14 | 0,11 |

Tab. 4: Mittlere Elementgehalte in den Kompartimenten von *Poa alpina* in den jeweiligen Pflanzengesellschaften.

S = Sproß-/Blattbasis, B = Blatt, Ä = Ähre, B+Ä = Mischprobe aus Blatt und Ähre.

Table 4: Average contents of elements in different compartments of *Poa alpina* in the respective plant communities.

S = shoot/leaf basis, B = leaf, Ä = head, B+Ä = mixed sample of leaf and head.

Abb.1: Mittelwerte, Extremwerte und 50 %-Verteilung (= Box) der Mineralstoffgehalte in den verschiedenen Pflanzenteilen, getrennt nach der Bewirtschaftung (ohne Rumicetumflächen).

bew = beweidet, unbew = unbeweidet;

\*\* : hochsignifikant verschieden, \* : signifikant verschieden (FISHER's Randomisierungstest).

Fig. 1: Mean values, extreme values and 50 % distribution (Box & Whisher plots) of the mineral contents in the various plant parts, separated according to type of use (excluding Rumicetum plots).

bew = grazed, unbew = non-grazed

\*\* = differences highly significant, \* = differences significant (FISHER's randomisation test).

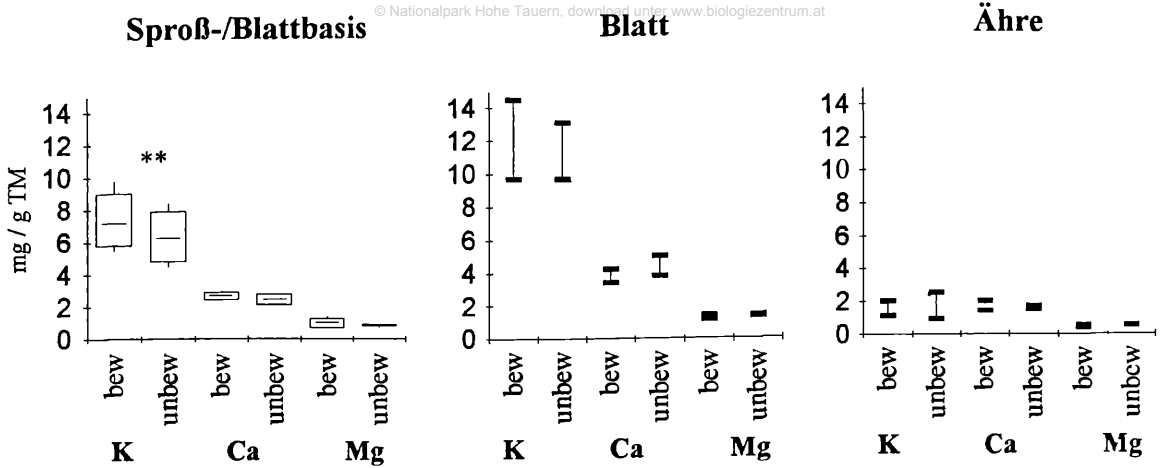


Abb. 2: Mittelwerte, Extremwerte und 50 %-Verteilung (= Box) der Mineralstoffe K, Ca und Mg in der Sproß-/Blattbasis bzw. Extremwerte (n = 2) im Blatt und in der Ähre von *Poa alpina*.

bew = beweidet, unbew = unbeweidet.

\*\* : hochsignifikant verschieden (FISHER's Randomisierungstest).

Fig. 2: Mean values, extreme values and 50 % distribution (Box & Whisher plots) of the mineral elements K, Ca und Mg in the shoot-/leaf basis and extreme values (n = 2) in the leaf and the head of *Poa alpina*.

bew = grazed, unbew = non-grazed

\*\* = differences highly significant (FISHER's randomisation test).

## 8 Diskussion

Geht man von einer gleichmäßigen Bestoßung (Idealfall) der aktuell beweideten Fläche (~ 290 ha) mit 160 Rindern (40 Stück Milchkühe und 120 Stück Galtvieh; entspricht  $0,34 \text{ GVE} \times \text{ha}^{-1}$ ) über ca. 2 Monate aus, so ergibt eine grobe Abschätzung der organischen Düngerwirkung durch das Weidevieh folgenden mittleren Nährstoffeintrag (in  $\text{g} \times \text{m}^{-2} \times \text{a}^{-1}$ ):

| N    | P     | K    | Ca   | Mg   |
|------|-------|------|------|------|
| 0,31 | 0,074 | 0,46 | 0,18 | 0,13 |

Zugrundeliegende Daten: Gülleanfall  $\sim 0,041 \text{ m}^3 \times \text{Rind (GVE)}^{-1} \times \text{d}^{-1}$  (10 % Trockensubstanz). Mittlerer Nährstoffgehalt der Gülle pro  $\text{m}^3$ : 3,6 kg N; 2 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 6,5 kg  $\text{K}_2\text{O}$ ; 3 kg CaO; 1,5 kg Mg und 75 kg org. Substanz (Landwirtschaftskammer Salzburg: GALLER 1991).

Bezogen auf die festgestellten Nährstoffunterschiede in den beweideten und nicht mehr beweideten Böden, ergeben sich durch den Wegfall der organischen Düngerwirkung beim "pflanzenverfügbaren" P und K Verluste von etwa 40 %, beim Gesamtstickstoff von etwa 20 %. Ähnliche Werte wurden von CAMPINO-JOHNSON (1978) in Glatt- und Goldhaferwiesen bei Gießen (160 bis 725 m ü. M.) nach 6 Jahren unterschiedlicher Düngungsintensität registriert. GISI et al. (1979) stellten in einer Fettwiese des Jura (700 m ü. M.) nach 15 Jahren Brache N-Abnahmen von 10 - 20 % je nach Bodentiefe fest. Der pH-Wert ging um ca. 1 Einheit zurück, in deren Folge sich der S-Wert erhöhte (Übergang in den Silikat-Pufferbereich mit optimaler Nährstoffverfügbarkeit).

Für die geringen und nicht sehr deutlichen Nutzungsunterschiede in den Vergleichsböden des Piffkars ist neben der Inhomogenität des Materials auch der kurze Beobachtungszeitraum (3 Jahre) verantwortlich. Es ist dennoch bemerkenswert, daß in der Verfügbarkeit der Elemente Veränderungen eingetreten sind, die speziell das leicht mobilisierbare Kalium betreffen, das als erstes auf den fehlenden Nährstoffeintrag



mit einer Abnahme im Boden und in der Pflanze reagiert. Ähnliche Phänomene beobachteten SPATZ et al. (1989) bei Heuanalysen in den Hohen Tauern und WEIS (1980) in Bayern. Die N-, P- und K-Gehalte gingen in den nicht mehr bewirtschafteten Pflanzenbeständen um 15 - 30 % zurück.

In der Ca- und Mg-Verfügbarkeit konnten kaum Unterschiede festgestellt werden (Rumicetum ausgenommen; hier jedoch geogen bedingt), was wahrscheinlich mit dem Staubeintrag zusammenhängt, der den Nutzungsunterschied überlagert und nach FRANZ (1979) einer Mineralstoffdüngung gleich kommt. So wurden von GRUBER (1980) unterhalb der Edelweißspitze karbonatreiche Staubablagerungen von  $114 \text{ g} \times \text{m}^{-2} \times \text{a}^{-1}$  gemessen (übertrifft den mittleren Eintrag durch das Weidevieh um ein Vielfaches). Auf die "Verstaubung" der Hochgebirgsböden haben schon LEININGEN (1915), BRAUN-BLANQUET & JENNY (1926), FRIEDEL (1936) und SOLAR (1964) hingewiesen. Sie verändert nicht nur den Bodenchemismus, sondern auch die Zusammensetzung der Pflanzendecke (GAMS 1935).

Was die floristische Zusammensetzung der Dauerbeobachtungsflächen betrifft, so geht aus den Aufnahmen von GRIEHSER (1993) hervor, daß sich die Pflanzenbestände nach 3 Sommern unterschiedlicher Bewirtschaftung bisher kaum verändert haben. Auf längere Sicht könnte es jedoch durch die Streuanreicherung und den Wegfall des Beweidungsdruckes in den aufgelassenen Flächen zu einer Zunahme der Bestandesdichte der Gräser auf Kosten der Kräuter kommen (CAMPINO-JOHNSON 1978, SPATZ et al. 1981), wobei die abnehmende P- und K-Verfügbarkeit in den brachliegenden Flächen diesen Prozeß unterstützt.

## 9 Dank

Für die finanzielle Unterstützung danken wir dem Salzburger Nationalparkfonds, durch dessen positive Beurteilung ein Forschungsbeitrag vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie gewährt wurde. Für die Benützung der Eduard-Paul-Tratz-Forschungsstation danken wir Herrn Dr. Norbert WINDING (Leiter der Station) und für die freundlichen Mitteilungen zur Vegetation Frau Mag. Barbara GRIEHSER sehr herzlich.

## 10 Literatur

ALTHER, E. & STÄHLIN, W. A. (1977): Entwicklung von Böden und Pflanzenbeständen auf Brachland und ihre Dynamik während 15 Jahren. - Zs -"Das wirtschaftseigene Futter" 23: 144 - 167.

Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich (ALVA) (1974): Arbeitsvorschriften für die Mineralstoffanalyse. Stickstoff nach Krjeldahl. - Bundesanstalt für Bodenkunde, Wien, 5 pp.

BRAUN-BLANQUET, J. & JENNY, H. (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Caricion curvulae*). - In: Denkschr. Schweiz. naturforsch. Ges. 63, Abh. 2: 183 - 349.

CAMPINO-JOHNSON, I. (1978): Einfluß der Nutzungsintensität auf Kompartimente von Grünlandökosystemen. - Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen, 249 pp.

CERNUSCA, A. (1978): Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteinertal. - Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 2, Innsbruck, 390 pp.

CERNUSCA, A. (1989): Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. - Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 13, Innsbruck, 625 pp.

CORNELIUS, H. P. & CLAR, E. (1934): Geologische Karte des Großglocknergebietes 1 : 25 000. - Wien.

CORNELIUS, H. P. & CLAR, E. (1939): Geologie des Glocknergebietes. 1. Teil: Das Baumaterial (Petrographie und Stratigraphie). - Abh. Zweigst. Wien der Reichsstelle für Bodenkunde Bd. 35.

FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. - Eugen Ulmer, Stuttgart, 495 pp.

FRIEDEL, H. (1936): Ein bodenkundlicher Ausflug in die Sandsteppe der Gamsgrube. - In: Mitt. Dt. Österr. Alpenverein 9: 220 - 222.

- GALLER, J. (1991): Berechnung des Wirtschaftsdüngerwertes. - Merkblatt der Landwirtschaftskammer Salzburg, 2 pp.
- GAMS, H (1935): Das Pflanzenleben des Glocknergebietes. - In: Z. Dt. Österr. Alpenverein 66: 157 - 176.
- GASS, P. & OERTLI, J. J. (1980): Durchwurzelungsvergleich zwischen Fettwiese und angrenzender Brachwiese. - Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 143: 208 - 214.
- GISI, U., FROSSARD, P. & OERTLI, J. J. (1979): Bodenkundlicher Vergleich von Kultur- und Brachland im Schweizer Jura. - Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 142: 639 - 654.
- GISI, U. & OERTLI, J. J. (1981a): Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. I. Physikalisch-chemische Veränderungen im Boden. - Oecol. Plant., Vol. 2 (16), n° 1: 7 - 21.
- GISI, U. & OERTLI, J. J. (1981b): Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. II. Veränderungen in ober- und unterirdischer Pflanzenmasse. - Oecol. Plant., Vol. 2 (16), n° 1: 79 - 86.
- GRIEHSER, B. (1993): Botanische Dauerbeobachtungen im Sonderschutzgebiet Piffkar (Glocknergruppe) - Zwischenbericht Untersuchungen Vegetationsperiode 1992. - Unveröff. Manuskript, Salzburg.
- GRUBER, F. (1980): Die Verstaubung der Hochgebirgsböden im Glocknergebiet. - Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 3, Innsbruck: 69 - 90.
- KLAPP, E. (1951): Leistung, Bewurzelung und Nachwuchs einer Grasnarbe unter verschieden häufiger Mahd und Beweidung. - Z. Acker- Pflanzenbau 93: 269 - 286.
- LEININGEN, W. GRAF ZU (1915): Über die Einflüsse von äolischer Zufuhr auf die Bodenbildung (mit besonderer Berücksichtigung auf die Roterde). - Mitt. Geol. Ges. Wien 8: 139 - 177.
- LIENERT, G. A. (1986): Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. Band I, 3. Aufl. - Verlag Anton Haim, Meisenberg, 806 pp.
- ÖNORM L 1080 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Humusbestimmung durch trockene Verbrennung von Kohlenstoff. - Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 3 pp.
- ÖNORM L 1082 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung von Gesamtstickstoff. - Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 4 pp.
- ÖNORM L 1083 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung der Acidität. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 3 pp.
- ÖNORM L 1084 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung von Carbonat. - Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 4 pp.
- ÖNORM L 1086 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung von austauschbaren Kationen und Austauschkapazität (Kationenaustauschkapazität). - Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 6 pp.
- ÖNORM L 1088 (1989): Chemische Bodenuntersuchungen. Bestimmung von „pflanzenverfügbarem“ Phosphat und Kalium nach der Doppel-Lactat (DL)-Methode. - Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 10 pp.
- PEER, T. (1993): Die Bodenformen im Sonderschutzgebiet Piffkar. - Wiss. Mitt. Nationalpark Hohe Tauern 1: 34 - 42.
- PERKIN-ELMER (1981): Gerätehandbuch Atom-Absorptions-Spektrophotometer 2380. - Perkin-Elmer Corp., Analytical Instruments, Main Ave., Norwalk, Connecticut (USA), 255 pp.
- RIEDL, H. (1982): Die Prägekraft des sozioökonomischen Strukturwandels auf Morpho- und Pedosphäre des subalpinen Lebensraumes. - Mitt. österr. Bodenkundl. Ges. 25: 5 - 52.
- RÖSCH, K. (1992): Einfluß der Beweidung auf die Vegetation des Bergwaldes. - Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 26, 156 pp.
- SOLAR, F. (1964): Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. - Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges. 8: 1 - 72.
- SPATZ, G. & KLUG-PÜMPPEL, B. (1978): Zum Futterwert verschiedener Bestände im Bereich der Zitterauer- und Stubneralm über Badgastein. - Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 2, Innsbruck: 155 - 162.

SPATZ, G., MÜHLSCHLEGEL, F., JUSSEL, U. & WEIS, G. B. (1989): Zur Futterqualität von Pflanzenbeständen entlang eines Höhengradienten an der Glocknerstraße. Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 13, Innsbruck: 515 - 529.

SPATZ, G., VOIGTLÄNDER, G. & WEIS, G. B. (1981): Untersuchungen zum Futterwert von Almweiden unterschiedlicher Bewirtschaftung. 2. Mitteilung (Mineralstoffe). - Bayer. landw. Jb. 58: 592 - 599.

SPATZ, G., WEIS, G. B. & DOLAR, D. M. (1978): Der Einfluß der Bewirtschaftungsänderung auf die Vegetation von Almen im Gasteiner Tal. - Veröff. österr. MaB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, Bd. 2, Innsbruck: 163 - 180.

SPEIDEL, B. (1986): Dynamik und Haushalt der Goldhaferwiese bei verschiedener Düngung. - In: ELLENBERG H., MAYER, R. & SCHAUERMANN, J.: Ökosystemforschung: Ergebnisse des Sollingprojekts 1966 - 1986. Stuttgart: 159 - 178.

SPEIDEL, B. & WEISS, A. (1972): Zur ober- und unterirdischen Stoffproduktion einer Goldhaferwiese bei verschiedener Düngung. - Angew. Botanik 46: 75 - 93.

STEMMER, M. & PEER, T. (1993): Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt beweideter und unbeweideter Almen im Sonderschutzgebiet Pifflkar (Hohe Tauern). Forschungsprojekt des Salzburger Nationalparkfonds, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie. - Unveröffentlichtes Manuskript, Institut für Botanik, Universität Salzburg, 70 pp.

WEIS, G. B. (1980): Vegetationsdynamik, Ertragsleistung und Futterqualität unterschiedlich bewirtschafteter Almweiden. - Dissertation, Weihenstephan, 253 pp.

#### **Adresse der Autoren**

Mag. rer. nat. Michael Stemmer  
Univ.-Doz. Dr. Thomas Peer  
Universität Salzburg  
Hellbrunnerstraße 34  
A-5020 Salzburg  
Austria

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Nationalpark Hohe Tauern - Wissenschaftliche Mitteilungen Nationalpark Hohe Tauern](#)

Jahr/Year: 1996

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Stemmer Michael, Peer Thomas

Artikel/Article: [Untersuchungen zum Nährstoffhaushalt beweideter und nicht mehr beweideter Almflächen im Sonderschutzgebiet Pifkar \(Nationalpark Hohe Tauern\) 7-17](#)