

# Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen an drei Ostalpenmooren

Von Robert KRISAI, Braunau und Thomas PEER, Salzburg

## Einleitung

Trotz der hohen Niederschlagsmengen in der alpinen Stufe der Ostalpen spielen Moorbildungen hier flächenmäßig etwa im Vergleich zu Schuttfleuren oder Rasengesellschaften nur eine geringe Rolle; die Oberflächenformen des jungen Faltengebirges lassen ihnen nur wenig Raum zur Entwicklung. Schon SCHRÖTER (1908: 614) weist darauf hin, daß auch die alpine Wasserflora nur ein verarmter Rest der Wasserflora der Ebene ist. Ebenso fehlt eine eigenständige alpine Moorflora weitgehend, nur ist bei den Mooren die Situation insofern anders, als sie vielfach zu Reliktstandorten nordeuropäischer Arten geworden sind und damit floristisch bereichert wurden. Als Beitrag zur Kenntnis der Alpenmoore werden im folgenden drei Moore aus verschiedener Höhenlage vorgeführt.

Anknüpfend an die Arbeit des einen Verfassers im Lungau (KRISAI 1966) wurden das Schittermoos im Schönfeld, Gemeinde Thomatal, Lungau (1726 m) sowie die Moorflächen beim Rosaninsee (2060 m), oberstes Kremsbachtal, Gem. Thomatal, Lungau, vegetationskundlich untersucht und zur Orientierung über den Chemismus und die Entstehung der Moore Torfproben entnommen. Als Beispiel für ein Moor aus dem vergletscherten Bereich wurde das Hohe Moos bei Falbeson, Stubai Alpen, Tirol (2300 m) aufgenommen. Die Vegetationsaufnahmen wurden nach orientierenden Begehungen in früheren Jahren im August 1976 und 1977 durchgeführt. In den Lungauer Mooren wurden dabei vom anderen Verfasser (PEER) Torf- und Wasserproben zur ökologischen Untersuchung entnommen sowie an Ort und Stelle pH- und Leitfähigkeitsmessungen durchgeführt. Die Proben wurden anschließend unter Mitwirkung von Herrn Walter STROBL im Labor des Botanischen Institutes der Universität Salzburg untersucht. Für die Erlaubnis dazu sowie die Überprüfung einiger Phanerogamen-Belege sind wir Herrn Univ.-Prof. Dr. Heinrich WAGNER zu Dank verpflichtet. Herr Prof. Dr. Herbert HAGEL, Krems, überprüfte einige Moosbelege, Herr Dr. Roman TÜRK, Salzburg, einige Flechten, Herr Rupert LENZENWEGER, Ried, bestimmte die Algenreste aus dem Torf. Bei den Bohrungen und Probenahmen waren Frau Dr. Roswitha GUTTERNIG und Frl. Dr. Brigitte SCHMEDT sowie Herr Mag. GUTTERNIG behilflich. Allen diesen sei herzlich für ihre Mithilfe gedankt. Die Drucklegung im vollen Umfang wurde durch eine Subvention der Salzburger Landesregierung möglich, wofür wir besonderen Dank schulden.

Die Vegetationsaufnahmen wurden nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964) erstellt; auf eine Einreihung in die höheren Einheiten

wurde wegen des geringen Materials jedoch verzichtet. Daher sind auch die Charakterarten der höheren Einheiten in den Tabellen nicht weiter gegliedert. Die Nomenklatur der Phanerogamen richtet sich mit wenigen Ausnahmen (*Carex fusca*) nach EHRENDORFER (1973), die der Moose nach GAMS (1957) mit Ausnahme der Torfmoose, bei denen ISOVITA (1966) zugrunde gelegt wurde.

Die Torfproben wurden mit der Dachnowski-Sonde erbohrt und mit KOH aufgeschlossen. Nach Sieben wurde der Rückstand mit Wasser aufgeschlämmt und die Reste aussortiert. Zum Bestimmen diente neben der üblichen Literatur vor allem die Übersicht von GROSSE-BRAUCKMANN (1972, 1974). Ein Teil des Materials wurde zur pollenanalytischen Untersuchung azetolysiert und dann ausgezählt. Das Material erwies sich als sehr pollenreich und der Pollen bestens erhalten, so daß keine weitere Präparation notwendig war.

Auf das Anführen klimatischer Daten wird verzichtet, da solche von den Mooren selbst nicht vorliegen und andere auch nahegelegene Stationen im Gebirge nur mit großem Vorbehalt vergleichbar sind. Allgemein ist zu sagen, daß der Lungau innerhalb der Ostalpen markant kontinentale Züge aufweist (relativ wenig Niederschlag, kalte Winter), während das Hochmoos-Gebiet eher dem Durchschnitt des zentralalpinen Klimas entspricht. Im übrigen wird auf die einschlägige Literatur verwiesen.

### Zur Typologie der Alpenmoore

Abgesehen von rein topographischen Einteilungen (FRÜH und SCHRÖTER 1904) stammt der wohl erste Versuch einer Gliederung der Alpenmoore von SCHREIBER (1910). Er unterscheidet in Vorarlberg Möser = Moosmoore (*Sphagnum*-Moore), Rieder = Riedmoore (Schilf- und Großseggenmoore), Brücher = Bruchmoore (Waldmoore) und „Riedmöser“. Hier interessiert nur die letzte Gruppe, bei der eine Verbreitung von 1600 bis 2200 m angegeben wird. Er definiert sie als „Moore, die ... (mindestens)  $\frac{1}{2}$  m Torf enthalten, in dem nicht Weißmoos (*Sphagnum*), sondern dessen gewöhnliche Begleiter vorherrschen“ (SCHREIBER 1910: 76). Damit meint er offenbar die Trichophoreten und Cariceten im Waldgrenzbereich und darüber, in denen Torfmoose nur mehr eine untergeordnete Rolle spielen, die anspruchsvollen Arten der Rieder (vor allem Schilf) aber auf Grund der Höhenlage ebenfalls fehlen. Der Ausdruck wird von GAMS (z. B. 1947: 252) als Oberbegriff für Moorbildungen in der alpinen Stufe übernommen. Gleichzeitig weist er darauf hin, daß eine Typologie der Alpenmoore noch kaum versucht wurde. 1941 beschreibt GAMS „Torfhügelmoore“ aus Tirol, die er mit den Palsamooren Lapplands vergleicht.

1947 benennt er dann weitere Moortypen aus der alpinen Stufe: einen „Hochmoostyp“ (1958 in „Kuchlmoostyp“ umbenannt), „Naßfelder“-Typ (besonders in den Tauern), „Grübl“-Typ (benannt nach dem Urfall- und Grünau-Grübl im Stubai) und „Plattei“-Typ (nach dem Platteiboden bei Vent im Ötztal). 1958 kommt dann noch der Begriff der Staumäandermoore hinzu, die sich nach GAMS vom Hochmoostyp dadurch unterscheiden, daß sie in Tälern entstanden sind, in denen zeitweise ein von einem Gletschervorstoß

aufgestauter See existiert hat. Als Musterbeispiel wird das Moor am Plan du Nivolet in den Grajischen Alpen (Paradiso-Nationalpark, Italien) angeführt. Seit 1927 vertrat GAMS in zahlreichen Veröffentlichungen die Ansicht, daß alle diese Moore in der Wärmezeit (Subboreal) gewachsen sind und heute mehr oder minder stark erodiert werden, wobei er Pollenanalysen von FIRBAS (1925/26) und besonders SARNTHEIN (1936) als Beweis anführt. Die neueren Untersuchungen von BORTENSCHLAGER (1970) haben daran starke Zweifel aufkommen lassen. Zusammenfassend ergibt sich nachstehender Überblick über die bisher bekannten Moorbildungen der alpinen Stufe:

- I. Hoch- und Niedermoore der Waldstufe (hier nicht behandelt).
- II. „Riedmöser“ des Waldgrenzbereichs (1600—1900 m) z. T. mit Hochmoorinseln (hierher u. a. die „Ringhochmoore“ (OSVALD 1925).
- III. „Riedmöser“ (Seggenmoore und Sümpfe) der alpinen Stufe (1900—2200 m nach SCHREIBER 1910, bis 2800 m nach GAMS 1942).
  - A. Moorbildungen in Hochtälern:
    1. Hochmoos = Kuchlmoostyp (Gletschertalmoore)
    2. Nivolet-Typ (Staumäandermoore)
    3. Naßfelder
  - B. Moorbildungen in kleinen Becken (Toteislöcher u. dgl.)
    1. Gröbl-Typ (mit mineralischen Zwischenlagen)
    2. Rosanin-Typ (ohne solche; Schwinggrasen)
  - C. Moorbildungen auf Schultern und Hangstufen: Plattei-Typ (Torfhügelmoore)

Zur Gruppe I wären u. a. alle die Bildungen zu rechnen, die KAULE (1973) anführt; sie stehen hier nicht zur Diskussion. Die Gruppe II stellt Mischtypen zwischen Hoch- und Niedermooren dar, die man — mit Vorbehalt — mit den nordeuropäischen Aapamooren vergleichen kann. In der größtenteils minerotrophen Vegetation gibt es noch Flecken mit Hochmoorpflanzen, die inselartig über die Fläche verstreut (Inselmoore) sind oder am Rand einen Ring bilden können (Ringhochmoore von OSVALD 1925, ein allerdings eher seltener Typus!). Als Beispiel aus dieser Gruppe wird das Schittermoos im Schönfeld vorgestellt; hierher gehören z. B. auch die Moore auf der Überlingalm NW Tamsweg oder die „Sieben Möser“ auf der Gerlosplatte.

Zur Gruppe III sind die Moorbildungen der eigentlichen alpinen Stufe zu rechnen, die sich nach dem Ort ihres Vorkommens weiter gliedern lassen. Während SCHREIBER (1910) für seine „Riedmöser“ einen Bereich von 1600—2200 m angibt (wobei der untere Teil bis 1900 m zur Gruppe II gehört) weist GAMS (z. B. 1932) nach, daß im gesamten Bereich zwischen der Baumgrenze und der Schneegrenze (bis 2800 m), wenn auch vereinzelt, Moorbildungen vorkommen. Oberhalb von 2300 m ist die Torfbildung allerdings anscheinend bereits so gering, daß es fraglich ist, ob man noch von „Mooren“ sprechen kann oder nicht besser von „Sümpfen“ (Feuchtvegetation ohne nennenswerte Torfbildung). Zur endgültigen Klärung liegt noch zu wenig Material vor.

Die Moorflächen beim Rosaninsee stellen ein Beispiel für Moorbildungen

Tab. 1: Vegetation des Schittermooses im Schönfeld, Lungau 1726 m

|                           | Caricion fuscae                                   |     |     |     |     |     | Oxycocco-<br>Empetrium<br>hemaphroditi<br>Sphagnetum<br>fusci |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | Carici echinatae-<br>Trichophoretum<br>caespitosi |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Aufnahme Nr.              | 3                                                 | 15  | 14  | 19  | 17  | 10  | 9                                                             | 12  | 2   | 18  | 19  | 16  | 1   |
| Dass.                     |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Trichophorum cespitosum   | 3.3                                               | 3.3 | 5.5 | 3.3 | 2.2 | +   | +                                                             |     |     |     |     |     |     |
| Vb. O. Kl. Cha.           |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Eriophorum angustifolium  | +                                                 | +   | +   | +   | +   |     |                                                               | +   |     |     |     |     |     |
| Calliergon samentosum     |                                                   | 1.1 | 1.1 | +   |     | +   |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| D Dactylorhiza majalis    | +                                                 |     | +   | +   | +   |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Drepanocladus intermedius |                                                   | 3.3 | 1.1 | 1.1 |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Bartschia alpina          |                                                   |     | +   | +   | 1.1 |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Carex echinata            | +                                                 | +   | +   |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| D Sphagnum nemoreum       |                                                   |     |     | +   | 2.3 | 1.3 |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Sphagnum platyphyllum     | +                                                 | +   | +   |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Sphagnum subsecundum      |                                                   |     | 1.1 | +   |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Willemetia stipitata      |                                                   |     |     | +   |     | +   |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Equisetum palustre        |                                                   | 1.1 | 1.1 |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Pinguicula vulgaris       |                                                   |     | +   |     | +   |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Swertia perennis          |                                                   |     |     |     | +   | 2   |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Sphagnum compactum        |                                                   |     |     | 1.2 |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Ass. Cha.                 |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Sphagnum fuscum           |                                                   |     |     |     |     |     | 3.4                                                           | 3.4 | 3.3 | 1.3 | 3.4 | 4.4 | 3.3 |
| Vaccinium microcarpum     |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     | 1.1 | 1.1 |     |     |
| Vb. O. Kl. Cha.           |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Eriophorum vaginatum      |                                                   |     |     |     |     |     | 2.3                                                           | 1.2 | 2.3 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 2   |
| Betula nana               |                                                   |     |     |     | +   |     | 2.2                                                           | 2.2 | 1.1 |     | 1.1 |     | 1.1 |
| Polytrichum strictum      |                                                   |     |     |     |     |     | 1.1                                                           | 2.1 | 1.1 | 2.2 | 2.1 | 2.1 | 1.1 |
| Vaccinium oxycoccos       |                                                   |     |     |     |     |     | 2.2                                                           | 1.1 | 2.2 |     | 1.1 |     |     |
| Melampyrum paludosum      |                                                   |     |     |     |     |     | +                                                             | +   | +   |     | +   | +   |     |
| Sphagnum magellanicum     |                                                   |     |     |     |     |     | 1.2                                                           | +   |     | 1.1 | 1.2 |     |     |
| Empetrum hemaphroditum    |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               | 2.2 | 1.1 | 3.2 |     |     |     |
| Andromeda polifolia       |                                                   |     |     |     |     |     | +                                                             |     |     |     |     |     |     |
| Vaccinio-Piceion Arten:   |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| D Calluna vulgaris        |                                                   |     |     |     | +   |     | 2.2                                                           | 2.3 | 1.1 | 1.1 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| D Vaccinium uliginosum    |                                                   |     |     |     |     |     | 1.1                                                           | +   | +   |     | 3.3 | 1.1 | 2.1 |
| Vaccinium vitis idaea     |                                                   |     |     |     |     |     | +                                                             | +   | +   | +   | +   | 2.1 |     |
| Avenella flexuosa         |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               | +   | +   | +   | +   | 1.2 |     |
| Vaccinium myrtillus       |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               | +   | +   |     |     | 1.1 | 1.1 |
| Cladonia rangiferina      |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     | +   |     | 1.2 |     |     |
| Cladonia impexa           |                                                   |     |     |     |     |     | +                                                             |     |     |     | +   |     |     |
| Begleiter:                |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |
| Carex rostrata            | 3.3                                               | 2.1 | 1.1 | 1.1 | 2.1 | 2.2 | +                                                             | +   | +   |     |     | +   | +   |
| Carex pauciflora          | +                                                 | +   |     |     | +   |     | +                                                             |     | +   |     |     | +   |     |
| Potentilla erecta         |                                                   |     |     | +   |     | 1.1 |                                                               |     | +   |     |     | +   |     |
| Molinia coerulea          |                                                   |     |     | 1.1 |     | 3.3 | +                                                             | +   |     |     |     |     |     |
| Homogyne alpina           |                                                   |     |     |     | +   |     |                                                               | +   | +   |     |     | +   |     |
| Nardus stricta            |                                                   |     |     |     | +   |     |                                                               |     |     |     |     | 1.2 |     |
| Senecio ovirensis         |                                                   |     |     |     |     |     |                                                               |     | +   |     |     |     | +   |
| Drosera rotundifolia      |                                                   | +   |     |     | 1.1 |     |                                                               |     |     |     |     |     |     |

je 1x:

Luzula sudetica (2)

Aulacomnium palustre

(12)

Cetraria islandica

(13)

Carex fusca (16)

Drep. exannulatus (3)

Selaginella selag. (10)

Sphagnum fallax (10)

Equisetum variegatum

(17)

Parnassia palustris

(19)

Trichophorum alpinum

(19)



in kleinen Becken dar. Solche hat GAMS (1947) als „Grübl-Typ“ bezeichnet. Beim „Grübl-Typ“ handelt es sich um Verlandungsbildungen an kleinen Gewässern in großer Höhe, deren Torfe bei neuerlichen Gletschervorstößen, bei Muren und dgl. wiederholt unter meterdicken Sand- und Schotterlagen begraben werden können (s. die Schilderung des Urfall-Grübls bei SARNTHEIN 1936: 598ff.). Im nicht vergletscherten Gebiet, wo die Becken nur mehr von max. 300 m Gebirge überragt werden, verläuft die Entwicklung wesentlich ruhiger; die Torfe werden nicht durch Sandzwischenlagen unterbrochen und sind erheblich mächtiger. Dieser Typ, den GAMS nicht behandelt, wird daher hier als „Rosanin-Typ“ dem „Grübl-Typ“ gegenübergestellt.

Das dritte hier behandelte Moor, das Hohe Moos bei Falbeson, ist jenes Moor, nach dem GAMS seinen „Hochmoostyp“ benannt hat, es diene als Beispiel für ein Gletschertalmoor.

### Das Schittermoos im Schönfeld

(Tab. 1)

Das „Schittermoos“ im Schönfeld, Gemeinde Thomatal, Lungau (Nr. 221 bei SCHREIBER 1913) liegt in 1726 m Seehöhe auf der Wasserscheide zwischen dem Kremsbach, der am Rand des Moores nach Westen umbiegt und die geradlinig nach Norden weiterreichende Talflucht verläßt (ein seltener Fall einer Tal-Anzapfung) und dem nach Norden der Mur zustrebenden Felzbach. Unmittelbar am Rand des Moores steht die Dr. Adolf Mehrl-Hütte der Sektion Wien des ÖAV und am gegenüberliegenden Moorrand neuerdings ein Hotel. Die Zufahrtsstraße zur Hütte durchquert geradlinig das Moor. Das Gebiet gehört samt Umgebung zu den Nockbergen, von denen der größere Teil in Kärnten, ein kleiner noch in Salzburg liegt. Ihre höchste Erhebung, der Rosennock, erreicht 2440 m; den Abschluß des Kremsbachtals bildet der große Königstuhl (2334 m). Die Hänge und Kuppen überragen den Talboden damit nur um 400 bis 500 m; die Formen sind sanft und heute größtenteils entwaldet. Damit geben sie ein ideales Skigelände ab, was das interessante Moor leider sehr gefährdet (Errichtung eines Skiliftes, Straßen- und Hotelbauten). Um die unheilvolle Entwicklung zu bremsen, wurde die gesamte Katastralgemeinde Bundschuh 1973 zum Landschaftsschutzgebiet erklärt (LSG „Bundshuhtal — Lungauer Nockgebiet“). 1977 folgte dann die Erklärung des südlichsten Teiles vom Großen Königstuhl bis einschließlich des Schittermooses zum Naturschutzgebiet (NSG „Rosanin“) wobei allerdings die land- und forstwirtschaftliche Nutzung im bisherigen Umfang gestattet blieb. Damit dürfte weiteren Eingriffen ein Riegel vorgeschoben sein; man wird aber sehr wachsam sein müssen, um den Schutz auch in der Praxis wirksam werden zu lassen. Wegen seines reichen Zwergbirkenvorkommens wurde das Moor bereits von SCHREIBER (1913) als Schutzgebiet vorgeschlagen, was nun nach 64 Jahren Wirklichkeit wurde!

SCHREIBER gibt als Größe 17 ha an, was aber wohl ziemlich willkürlich ist, da der ganze Talboden mehr oder minder vermoort und die Abgrenzung daher sehr schwierig ist. Untersucht wurde von uns nur der Moorteil östlich der Straße.

## Heutige Vegetation

Der Moorteil östlich der Straße besteht zu einem größeren Teil aus einer *Trichophorum*-Wiese mit eingelagerten Bultflächen aus *Sphagnum fuscum*.

### 1. *Carici echinatae*-*Trichophoretum cespitosi* (KOCH 1928) RYBNICEK 1977

Die *Trichophorum cespitosum*-Rasen sind den Beständen sehr ähnlich, die WALO KOCH (1928) aus dem Val Piora am Gotthard beschrieben hat. Neben den dominierenden Arten *Trichophorum cespitosum* (= *austriacum*) und *Carex rostrata* kommen auch eine Reihe anspruchsvollerer Arten vor, nämlich *Pinguicula vulgaris*, *Swertia perennis* (reichlich, wenn auch in den Aufnahmen nur spärlich erfaßt), *Dactylorhiza majalis* und *Bartschia alpina*, was ein wesentlich anderes Bild ergibt als die *Trichophoretum*, die ZLATNIK (1928) und RUDOLPH et al. (1928) aus dem Riesengebirge beschrieben haben. Der Grund liegt vermutlich in den geologischen Verhältnissen. Auf den Bundschuhgneis, der den Großteil der Umgebung aufbaut, ist im Bereich des obersten Kremsbachtales eine Schuppe Karbonkonglomerat aufgeschoben und im Kremsbachgraben stehen Adern paläozoischer Kalke an. Weiters kommen hier Eisenerze (Limonit) vor, die im vorigen Jahrhundert sogar bergmännisch gewonnen wurden. Neben dem günstigeren Substrat spielt aber sicher auch die intensive Beweidung eine Rolle, was in den Analysenergebnissen deutlich zum Ausdruck kommt (vgl. unten).

Der Name *Trichophoretum cespitosi* wird somit für zwei verschiedene Syntaxa verwendet und ist damit vieldeutig. RYBNICEK-RYBNICKOVA (1977) haben daher in Anwendung der neuen Nomenklaturregeln von BARKMAN, MORAVEC und RAUSCHERT (1976) den neuen Namen *Carici echinatae*-*Trichophoretum cespitosi* (KOCH 1928) RYBNICEK nomen novum eingeführt, der hier übernommen wird.

Die Gesellschaft stockt über relativ flachgründigem Torf (0,5 bis 2 m), dessen Oberfläche fast überall leicht geneigt ist. Bei stärkeren Niederschlägen wird die Oberfläche daher ständig vom abfließenden Wasser überrieselt, was einerseits den lückigen Aufbau, andererseits den Moosreichtum erklärt. Dazu kommt noch der Einfluß des Weideviehs, das ständig neue Trittschlenken schafft, in denen sich das Wasser ansammelt. Im Gegensatz zum *Trichophoretum* von ZLATNIK (das DIERSSEN in OBERDORFER 1977 *Eriophorum*-*Trichophoretum cespitosi* nennt) über Hochmoortorf spielt *Sphagnum compactum* in unserer Gesellschaft nur eine geringe Rolle, hingegen taucht *Sphagnum nemoreum* gelegentlich auf. Um eine eigene Variante zu differenzieren, reicht jedoch die Zahl der Aufnahmen nicht aus. Schütter, aber regelmäßig sind *Sphagnum platyphyllum* und *Sphagnum subsecundum* zu finden; den Großteil der Moosdecke stellen aber *Drepanocladus intermedius* und *Calliargon sarmentosum*. Eine Subassoziation mit *Eriophorum vaginatum*, die zur nachfolgenden Gesellschaft überleiten würde, ist nicht festzustellen, die Grenze ist vielmehr recht scharf ausgebildet. Gehölze, auch Keimlinge von solchen, fehlen weitgehend; vermutlich ist der Standort zu naß.

## 2. *Sphagnetum fusci* MELIN 1917

In den trockeneren, von den Hängen am weitesten abgerückten Teilen sind Bultflächen von *Sphagnum fuscum* eingelagert, die einen Durchmesser von mehreren Metern erreichen und sich bis zu 0,5 m über die Umgebung erheben. In den Rinnen dazwischen setzt sich die *Trichophoretum*-Vegetation fort; auch auf den Bultflächen selbst wachsen gelegentlich noch *Carex rostrata*, *Trichophorum* oder *Molinia* von unten her durch, so daß man von keiner reinen Hochmoorvegetation, sondern eher von einem Pseudohochmoor im Sinne von DU RIETZ (1954) sprechen kann. Auf den Bultflächen kommen zwei nordeuropäische Arten reichlich vor, nämlich *Betula nana* und *Vaccinium microcarpum*, daneben auch noch *Empetrum hermaphroditum*. *Betula nana*, über deren Ökologie und Gesellschaftsanschluß im südlichen Mitteleuropa DIERSSEN (1977) kürzlich eine Studie vorgelegt hat, ist im Lungau im Vergleich zu anderen Alpentteilen etwas häufiger, jedoch auch hier nahezu ausschließlich an Moore gebunden (sehr im Gegensatz zu Nordeuropa, wo sie fast überall wächst) und damit entsprechend gefährdet. Mindestens ebenso selten und nur in Mooren zu finden ist die kleinfrüchtige Moosbeere (*Vaccinium microcarpum*). Über deren Areal in Österreich und den Gesellschaftsanschluß berichtet KRISAI (1978).

DIERSSEN (in OBERDORFER et al. 1977) bezweifelt, daß in Mitteleuropa eine eigenständige *Sphagnum fuscum*-Gesellschaft existiert und zieht die unter diesem Namen beschriebenen Bestände mit dem *Sphagnetum magellanicum* zusammen, was für den Großteil der als *Sphagnetum fusci* LUTQUET 1926 bezeichneten Aufnahmen sicher zutrifft. Wenn jedoch wie in unserem Moor Arten wie *Betula nana*, *Vaccinium microcarpum* und *Empetrum hermaphroditum* reichlich vorkommen, ist die Sache doch erheblich anders und es liegt ein letzter Ausläufer der nordosteuropäischen Fuscum-Moore vor, wie sie in der skandinavischen Literatur vielfach beschrieben wurden (u. a. CAJANDER 1913, MELIN 1917, NORDHAGEN 1927). Der älteste mit einer Tabelle belegte Name dürfte das Fuscum-Mosse von MELIN 1917: 136, Tabelle 31, sein. Nach den oben erwähnten neuen Nomenklaturregeln muß jedoch dieser Name nach Artikel 41 so umgeändert werden, daß er dem Artikel 10 entspricht, muß also *Sphagnetum fusci* MELIN 1917 (nomenklatorischer Typus: MELIN 1917, Tab. 31) heißen.

Im Gegensatz zu anderen Mooren in etwa gleicher Höhenlage fehlt die Bergkiefer (*Pinus mugo* agg.) heute im Moor, kam aber nach SCHREIBER (1913) im Jahre 1909 noch vor. Die nächsten Exemplare wachsen heute auf dem Abhang „bei den Knappen“ im Unterwuchs des Lärchen-Zirben-Waldes etwa 1 km vom Moor entfernt.

### Torfaufbau

Wie die Sondierungen mit der Dachnowski-Sonde ergaben, ist das Moor nur maximal 2,5 m tief; den Untergrund bildet ein tonig-sandiges Substrat. Seablagerungen fehlen; ein Gewässer hat demnach hier nie existiert. Eine Probe aus 2 m Tiefe zeigte stark zersetzten, reinen Radzellentorf ohne Moosreste, aber mit viel Holzsplittern, darunter kleine Zweigreste von *Vacci-*

*nium uliginosum*. Die Radizellen gehören zum Großteil zum *Carex rostrata*-Typ (vgl. KRISAI 1975: 145) zum geringeren Teil zum *Carex fusca*-Typ. Reste von *Trichophorum cespitosum*, wie sie GROSSE-BRAUCKMANN (1972) abbildet, wurden nicht gefunden. Eine Zuordnung zu einer rezenten Gesellschaft ist nur mit großem Vorbehalt möglich; unter Mitberücksichtigung des Pollengehaltes (Tab. 3) dürfte es sich am ehesten um ein *Caricetum rostratae*, und zwar um eine eher artenreiche Variante, gehandelt haben.

Eine Probe aus 1 m Tiefe zeigt demgegenüber ein wesentlich anderes Bild. Es dominieren jetzt die Reste von Torfmoosen Sect. *Acutifolia*, daneben kommen Stengelglieder, Scheidenreste und Epidermen von *Eriophorum vaginatum* reichlich vor und nur mehr ganz vereinzelt Radizellen vom *Carex rostrata*-Typ. Weiters wurden Holzsplitter (Zwergsträucher) und Schläuche von *Carex rostrata* gefunden. Einer der Zweigreste zeigt die anatomischen Merkmale von *Betula* und gehört wegen der angedeuteten Ringporigkeit zu *Betula nana*, die damit auch fossil nachgewiesen ist, wenn auch leider nicht kontinuierlich vom Beginn des Moorwachstums an. Da *Sphagnum fuscum* und *Sphagnum nemoreum* fossil nicht unterscheidbar sind, kann es sich sowohl um eine *Sphagnum nemoreum*-Gesellschaft als auch bereits um ein *Sphagnetum fusci* gehandelt haben.

Mit fortschreitendem Höhenwachstum wurde das Moor offenbar wieder trockener, denn in 50 cm Tiefe ist der Anteil der Sphagnen zugunsten von *Eriophorum vaginatum* deutlich zurückgegangen. Daneben finden sich jetzt Blätter von *Vaccinium oxycoccos* (oder *microcarpum*, fossil wohl kaum eindeutig zu trennen), Stengel von *Polytrichum* (wohl *strictum*) und Holzreste von Ericaceen (cf. *Calluna*).

Das Erstellen eines Pollendiagrammes mußte aus zeitlichen Gründen zurückgestellt werden. Das Moor muß relativ jung sein, denn schon in 2 m Tiefe erreichen *Fagus* und *Abies* 12,5 bzw. 6,5% der BP, — für zentralalpine Verhältnisse erstaunlich hohe Werte! Da *Fagus* in Kärnten früh eingewandert ist (FRITZ 1967, u. a.) kann der Beginn des Moorwachstums noch in das späte Atlantikum fallen; wahrscheinlicher ist aber wohl ein subboreales Alter. Eine nähere Aussage ist ohne C<sub>14</sub>-Daten nicht möglich. Unter den NBP-Typen finden sich viele, die auf Arten hinweisen, die auch heute in den Moorigen des Tales vorkommen (*Polygonum bistorta*, *Swertia perennis*, *Saxifraga stellaris*-Typ, *Dianthus*-Typ, Tab. 3). Im Tal hat sich also zunächst aller Wahrscheinlichkeit nach ein *Carex*-Niedermoor entwickelt, jedoch haben wir keinen sicheren Hinweis auf ein *Trichophoretum*. Im Subboreal entstanden dann die Sphagneteten, in denen schon früh *Betula nana* vorkam. Seither hat das Moor das Optimum der Wasserbilanz anscheinend bereits überschritten, was sich in einer Zunahme der Zwergsträucher (und auch *Betula nana*) ausdrückt.

### Die Moorflächen beim Rosaninsee

(Abb. 1, Tab. 2)

Im südlichsten Zipfel des Bundeslandes Salzburg, im innersten Winkel des Kremsbachtals, verzeichnet die österr. Karte 1:50.000 (Blatt 183 Radenthein) einen kleinen See, den Rosaninsee, aus dem der Kremsbach

Aufn. 30-37: Ufermoor am Rosaninsee (I), 2040 m, 6. August 1977.



entspringt. Er liegt auf einem kleinen Plateau am Nordabfall des Großen Königstuhles (in 2040—2060 m Seehöhe), auf dem sich noch zwei weitere Moorflächen befinden. Der See mit den vermoorten Ufern wurde als Moor I bezeichnet, er ist nur 1,8 ha groß und zu  $\frac{2}{3}$  mit Herden von *Carex rostrata* zugewachsen. Etwas höher als der See (2060 m) liegt das Moor II, mit 2 ha die größte der drei Flächen. Kleine Gerinne speisen von hier aus einerseits den See (der noch einen weiteren Zufluß hat), andererseits eine weitere Moorfläche, das

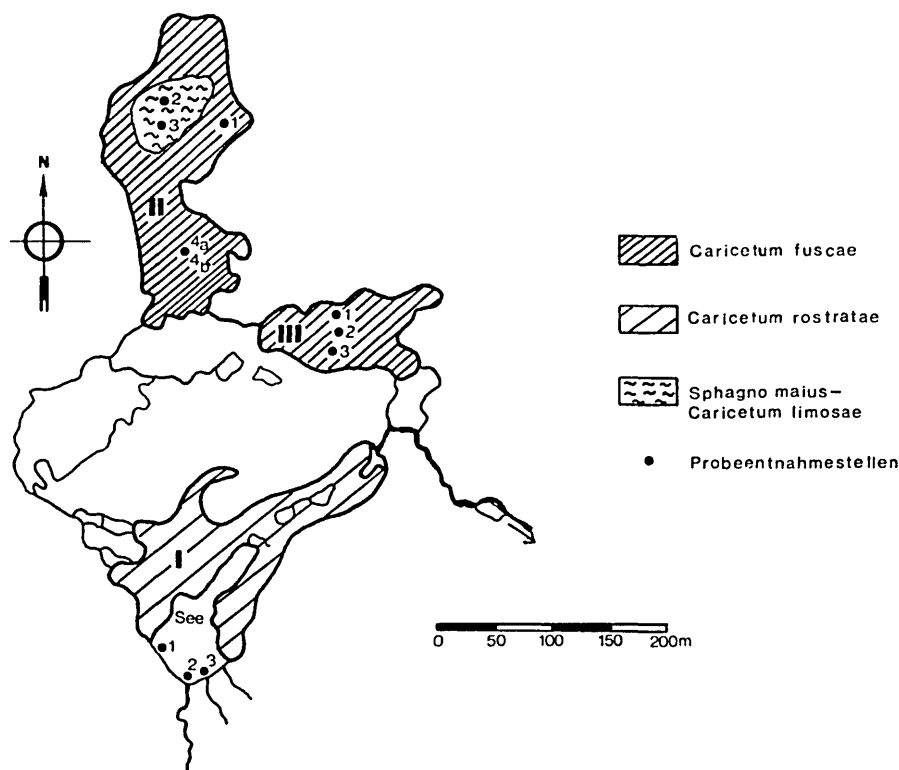


Abb. 1: Moore beim Rosaninsee, Lungau, Salzburg; 2040—2060 m Seehöhe.

Moor III mit nur 0,7 ha. Dessen Abfluß vereinigt sich mit dem Abfluß des Sees zum Kremsbach. Der landschaftliche Rahmen ist der gleiche wie schon beim Schittermoos besprochen, das Klima der größeren Seehöhe entsprechend rauher. Die winterliche Schneelage beträgt nach Aussagen Einheimischer 1,5 bis 2 m (für die Höhenlage eher wenig), die Aperiende dauert von Mai bis September, jedoch kommen auch während dieser Monate Schneeschauer vor, so z. B. am 1. August 1976. Die Umgebung der Moore ist heute baumlos und von einer Zwergstrauchheide (*Rhodoreto-Vaccinietum*) eingenommen, die erst oberhalb in *Curvuletum*-Fragmente übergeht. In die Tabelle 2 wurden

zusätzlich einige Aufnahmen aus Moorflächen in dem westlich und östlich anschließenden Gebiet aufgenommen.

### Heutige Vegetation

In der Pflanzendecke der Moore sind nur drei Assoziationen vertreten; am See das *Caricetum rostratae*, im Moor II am Rand das *Caricetum fuscae* und im inneren Teil das *Sphagno maius*-*Caricetum limosae* und im Moor III ebenfalls das *Caricetum fuscae*.

#### 1. *Caricetum rostratae* RÜBEL 1912

*Carex rostrata*, die von allen Großseggen am höchsten ins Gebirge steigt, bildet im See ausgehend vom Ufer zusammen mit *Eriophorum angustifolium* flutende Matten, in denen sich auch bereits spärlich *Carex limosa* einfindet. Ihre Rhizome bilden eine verfilzte Decke, auf der sich zunächst *Drepanocladus exannulatus*, später dann stellenweise auch *Sphagnum subsecundum* ausbreiten. An den Stellen mit dem Torfmoos läßt die Vitalität der *Carex rostrata* deutlich nach, es bilden sich Lücken im Bestand. Sonst gibt es über diese artenarme, ungemein einheitliche Assoziation wenig zu sagen. Untereinheiten sind nicht unterscheidbar, wenn man von Moos-Kleingesellschaft absieht, die hier nicht behandelt werden. Eine Weiterentwicklung wird durch die starke Durchströmung des Sees gebremst, die offenbar auch ein völliges Zuwachsen verhindert.

#### 2. *Sphagno maius*-*Caricetum limosae* RUDOLPH et al. 1928

Was am See bereits anklingt, aber durch die starke Durchströmung verhindert wird, ist im Moor II eingetreten, nämlich das Zuwachsen des Gewässers mit einem Schwinggras aus *Carex limosa*, *Drepanocladus exannulatus* und *Sphagnum maius*. Die Assoziation nimmt heute etwa die Hälfte der Moorfläche ein; der Rasen ist dünn und schwankt beim Betreten erheblich. Von der offenen Wasseroberfläche sind nur mehr ganz kleine Reste vorhanden. *Sphagnum maius*, in nassen Alpenmooren nicht gerade selten, aber so wie diese auch nicht häufig, bildet tiefe Matten, in die nur stellenweise etwas *Sphagnum subsecundum* eindringt. Die Assoziation kommt in ganz ähnlicher Zusammensetzung auch in der Waldstufe vor (KRISAI 1966), nicht jedoch im Alpenvorland. Am Anderlsee bei Innerkrems (Kärnten) steigt sie noch etwas höher (2100 m). Aus Graubünden gibt BRAUN-BLANQUET (1971) zwar ein *Caricetum limosae*, aber kein *Sphagnum maius* an. In tieferen Lagen wird diese Art durch *Sphagnum cuspidatum* ersetzt, während *Sphagnum maius* hier zu den großen Seltenheiten gehört, wie etwa im Alpenvorland. Die Gesellschaft wurde ursprünglich aus dem Riesengebirge beschrieben (RUDOLPH et al. 1928), ist aber auch in Skandinavien weit verbreitet, so daß man von einer typisch arktisch- bzw. nordisch-alpinen Assoziation sprechen kann.

#### 3. *Caricetum fuscae* BRAUN-BLANQUET 1915

Im nicht schwingenden Teil von Moor II sowie im Moor III besteht die Vegetation aus Braunseggenried. Es wird bereits stark vom Weidevieh zer-

trampelt, während die Tiere den Schwingrasen offenbar meiden. Die Segge bildet kleine Flachbulte, zwischen denen in den durch den Viehtritt entstandenen Schlenken *Gymnoclea inflata* den nackten Torf überzieht. Die Assoziation ist gut charakterisiert; von den 10 bei BRAUN-BLANQUET (1971) angeführten Charakterarten kommen 6 in der Tabelle vor. Bei einigen ist allerdings die Bindung an die Gesellschaft kaum erkennbar (*Epilobium nutans*). Nach der Gliederung der Assoziation bei BRAUN-BLANQUET (1971) gehören alle Aufnahmen zur Subassoziation caricetosum fuscae. Recht auffällig ist das völlige Fehlen von *Trichophorum cespitosum*! Der Aufbau ist wenig einheitlich; es wurden vier Varianten unterschieden, von denen sich drei auch in der Tabelle von BRAUN-BLANQUET (1971) finden (*Drepanocladus exannulatus*-Variante, *Carex echinata*-Var. und *Juncus filiformis*-Var.). Angesichts der geringen Zahl von Aufnahmen muß diese Gliederung aber provisorisch bleiben. Genaueres wird man erst sagen können, wenn mehr Material vorliegt.

Im Caricetum fuscae finden sich verstreut über die ganze Fläche immer wieder kleine, aber hohe Bulte. Sie bestehen heute entweder aus *Sphagnum compactum*, aus *Sphagnum nemoreum* und — oder — *Polytrichum strictum*. Im Extremfall sind die Moose bereits abgestorben und der Bultscheitel ist mit *Primula minima* bewachsen! Halbiert man einen solchen Bult, so zeigt sich jedoch, daß er nicht von Moosresten, sondern von Blattscheiden von *Eriophorum vaginatum* aufgebaut wurde. Bei genauerem Zusehen entdeckt man dann auch noch zumeist einige tote Blätter dieser Pflanze zwischen den Moosen. Nur in wenigen Fällen wurde *Eriophorum vaginatum* noch lebend angetroffen, auf der überwiegenden Mehrzahl der Bulte ist es heute bereits abgestorben. Offensichtlich befindet sich die Art hier an der Grenze ihrer Existenzmöglichkeit und kann nur bei einer Reihe von klimatisch günstigen Jahren überleben, sonst wird es von den Moosen wieder erdrückt.

Die Assoziation wird aus den Alpen zwar oft erwähnt, Aufnahmematerial wurde jedoch nur selten (z. B. WAGNER 1965) veröffentlicht. In den Nockbergen sind Cariceten dieser Art relativ häufig und in den innersten Talabschnitten mehrfach zu finden. Auch das von FRITZ (1967) untersuchte Moor am Kohnock, von dem HARTEL (1967) eine Vegetationsbeschreibung veröffentlicht hat, gehört hierher.

Die Gesellschaft scheint bei den derzeitigen Klimaverhältnissen recht stabil zu sein. Bei Aufhören der Beweidung würden sich vermutlich die Torfmoose, vor allem *Sphagnum nemoreum*, stärker ausbreiten und in weiterer Folge dann auch Zwergsträucher eindringen.

Die namengebende Art *Carex fusca* heißt bei EHRENDORFER et al. (1973) *Carex nigra*. Sollte sich diese Ansicht durchsetzen, müßte auch die Assoziation in Caricetum nigrae umbenannt werden. Da jedoch PHILIPPI (in OBERDORFER 1977) den Namen Caricetum fuscae beibehalten hat, geschieht dies vorläufig auch hier.

### Torfaufbau

Bei Sondierungen wurde im Moor II in 6 m Tiefe der Untergrund nicht erreicht. Eine Probe aus 5 m Tiefe bestand aus einer graubraunen Gytjta mit

Tab. 3: Liste der subfossil festgestellten Arten (nach Großresten und Pollen)

|                       |   | cm<br>Schittermoos,<br>200 | cm<br>Schittermoos,<br>100 | cm<br>Schittermoos,<br>50 | cm<br>Rosanirm. II,<br>500 | cm<br>Rosanirm. II,<br>400 | cm<br>Rosanirm. II,<br>300 | cm<br>Rosanirm. III,<br>200 | cm<br>Rosanirm. III,<br>100 |
|-----------------------|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Pinus spp.            | P | 16                         | 12                         | 9                         | 30                         | 16                         | 27                         | 29                          | 15                          |
| Pinus cembra          | N |                            |                            |                           | h                          |                            |                            |                             |                             |
| Picea                 | P | 52                         | 51                         | 60                        | 43                         | 36                         | 37                         | 41                          | 44                          |
|                       | N |                            |                            |                           |                            |                            |                            |                             | h                           |
| Alnus viridis         | P | 12                         | 14                         | 15                        | 23                         | 37                         | 18                         | 22                          | 28                          |
| Betula spp.           | P | 4                          | 9                          | 1.5                       | 2                          | 2                          | 3                          | 2.4                         | 0.5                         |
| Betula nana           | H |                            | s                          |                           |                            |                            |                            |                             |                             |
| Fagus                 | P | 7                          | 6                          | 7                         | 1                          | 3                          | 7                          | 1.2                         | 5                           |
| Abies                 | P | 5                          | 6                          | 5                         |                            |                            | 5                          |                             | 3                           |
| Quercus               | P | 5                          | 1.5                        | 0.4                       |                            | 0.5                        | 1.2                        | 1                           | 0.5                         |
| Ulmus                 | P | 1                          | 0.5                        | 0.8                       | 1                          | 2                          | 0.8                        | 1                           | 3                           |
| Tilia                 | P | 1                          |                            | 0.2                       |                            | 2                          | 0.8                        | 1.2                         | 0.7                         |
| Acer                  | P | 0.5                        |                            | 0.6                       |                            | 0.8                        | 0.3                        | 0.3                         | 0.7                         |
| Fraxinus              | P |                            |                            |                           |                            |                            | 0.3                        | 0.3                         |                             |
| Carpinus              | P | 0.7                        |                            | 0.2                       |                            |                            | 0.5                        |                             |                             |
| Larix                 | P |                            |                            | 0.4                       |                            |                            |                            |                             |                             |
| Corylus               | P | 4                          | 1                          | 3                         | 4                          | 6                          | 2                          | 5                           | 2.2                         |
| Salix                 | P | 0.7                        | 0.5                        |                           |                            |                            | 0.3                        | 0.3                         |                             |
| Gramineae             | P | 16                         | 18                         | 10                        | 2                          | 7                          | 6                          |                             | 5                           |
| Cyperaceae            | P | 9                          | 7                          | 3                         | 0.3                        | 4                          | 25                         | 25                          | 12                          |
| Carex rostrata-Typ    | R | H                          | s                          |                           |                            | s                          | H                          | m                           | m                           |
| " " Schläuche         |   |                            |                            |                           |                            | s                          |                            | s                           |                             |
| Carex fusca-Typ       | R | h                          | s                          |                           |                            |                            |                            | H                           |                             |
| " " Schläuche         |   |                            |                            |                           |                            |                            |                            | s                           | s                           |
| Carex limosa          | R |                            |                            |                           |                            | s                          | h                          |                             | s                           |
| Ericphorum vaginatum  | E |                            | m                          | H                         |                            |                            |                            |                             |                             |
| Umbelliferae          | P |                            | 1                          |                           | 0.6                        | 0.6                        | 0.5                        | 3                           |                             |
| Compos. Cichorioideae | P | 3                          |                            | 3                         | 3                          | 5                          | 2                          | 8                           | 0.9                         |
| Compos. Asteroideae   | P | 3                          | 1.3                        | 0.8                       | 0.6                        | 0.8                        | 2                          | 1.5                         | 3                           |
| Ericaceae             | P | 0.7                        | 2                          | 6                         | 0.6                        | 1.4                        | 1                          | 1.2                         | 1                           |
| Vaccinium uliginosum  | H | m                          |                            | m                         |                            |                            | s                          |                             |                             |
| Vaccinium-Typ         | P | 3.3                        |                            |                           |                            |                            |                            |                             | 1                           |
| Fabaceae              | P |                            |                            |                           |                            |                            |                            | 0.6                         |                             |
| Plantago lanceolata   | P |                            |                            |                           |                            | 0.3                        | 0.3                        | 0.3                         | 0.2                         |
| Plantago media        | P |                            | 0.2                        |                           |                            | 0.3                        |                            |                             | 0.2                         |
| Potentilla-Typ        | P | 0.9                        | 6                          | 0.4                       |                            |                            |                            | 0.3                         | 1                           |
| Thalictrum            | P |                            |                            |                           |                            |                            |                            | 0.3                         |                             |
| Polygonum bistorta    | P | 0.7                        | 0.7                        | 1                         |                            |                            |                            | 0.3                         | 0.2                         |
| Rosaceae              | P | 0.4                        | 0.3                        | 0.4                       | 0.3                        |                            | 1                          | 0.6                         | 0.5                         |
| Campanulaceae         | P |                            | 0.3                        |                           |                            | 1.2                        |                            | 0.3                         |                             |
| Ranunculus            | P | 2                          | 1                          | 0.8                       | 0.3                        | 1.4                        |                            | 3.3                         | 2.2                         |
| Caryophyllaceae       | P |                            |                            |                           |                            | 0.3                        |                            | 0.3                         |                             |
| " Dianthus-Typ        | P | 0.2                        | 0.5                        |                           |                            |                            | 0.3                        |                             |                             |
| " Cerastium-Typ       | P |                            |                            |                           |                            |                            | 0.3                        |                             |                             |
| Gentiana              | P |                            |                            |                           |                            |                            |                            |                             | 0.2                         |
| Labiatae              | P |                            |                            |                           |                            |                            |                            |                             | 0.2                         |

Tab. 3 Fortsetzung

|                                     |    | Schitteemoos, 200 cm | Schitteemoos, 100 cm | Schitteemoos, 50 cm | Rosanlm. II, 500 cm | Rosanlm. II, 400 cm | Rosanlm. II, 300 cm | Rosanlm. III, 200 cm | Rosanlm. III, 100 cm |
|-------------------------------------|----|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Saxifraga hirculus</i> -T.       | P  |                      |                      |                     |                     |                     |                     |                      | 0.2                  |
| <i>Saxifraga stellaris</i>          | P  | 0.2                  |                      |                     |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Saxifraga oppositifolia</i> -Typ | P  |                      |                      | 0.2                 |                     | 0.3                 |                     |                      |                      |
| Chenopodiaceae                      | P  |                      |                      |                     |                     |                     |                     |                      | 0.2                  |
| Cruciferae                          | P  |                      | 0.2                  | 0.2                 |                     |                     | 0.8                 |                      |                      |
| Rubiaceae                           | P  |                      |                      |                     |                     |                     | 0.3                 |                      |                      |
| Valeriana                           | P  |                      |                      |                     |                     |                     | 0.3                 |                      |                      |
| Geranium                            | P  | 0.2                  |                      |                     |                     |                     |                     |                      |                      |
| Viscum                              | P  | 0.4                  |                      |                     |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Swertia perennis</i>             | P  |                      | 0.7                  | 1                   |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Urtica dioica</i>                | P  |                      |                      | 0.4                 |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Selaginella selag.</i>           | Sp | 0.4                  | 0.2                  | 0.4                 | 0.3                 |                     |                     |                      |                      |
| <i>Lycopodium annotin.</i>          | Sp |                      |                      | 0.2                 |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Vaccinium oxycoccus</i>          | B  |                      |                      | s                   |                     |                     |                     |                      |                      |
| <i>Callierygon saementos.</i>       | B  |                      |                      |                     | m                   |                     |                     |                      |                      |
| <i>Drepanocl. aduncus</i>           | B  |                      |                      |                     | m                   |                     |                     |                      |                      |
| <i>Drepanocl. exannul.</i>          | B  |                      |                      |                     |                     | m                   | m                   | m                    |                      |
| <i>Sphagnum Sect. Acutif.</i>       | B  |                      | H                    | h                   |                     |                     | m                   |                      |                      |
| <i>Sphagnum Sect. Subsec.</i>       | B  |                      |                      |                     |                     |                     |                     | m                    |                      |

P: Pollen, ausgedr. in % der Baumpollensumme

N: Nadeln bzw. -fragmente

H: Holzreste

Sp: Sporen

R: Radizellen

E: Epidermen

B: Blätter

Mengenskala der Großreste:

(nach GROSSE-BRAUCKMANN 1974:189)

s selten

m manchmal

h häufig

H sehr häufig

beigemengten Tonteilchen. Als einzige organische Reste fanden sich kleine Bruchstücke von Zirbennadeln. Unter den Mikrofossilien fielen besonders die überaus häufigen Reste von *Pediastrum* auf. R. LENZENWEGER hat zwei Arten bestimmt: *Pediastrum boryanum* und *Pediastrum duplex*, Arten, die ökologisch wenig aussagen. Außerdem fanden sich diverse Schalen von Kieselalgen (*Suriella* und *Navicula*), Reste von *Scenedesmus sp.* und Postabdomina von Wasserflöhen. In einer Probe aus 4 m Tiefe waren alle diese Reste verschwunden; an ihre Stelle traten Radizellen- und Blattfragmente von *Caricac* sowie Moos-

blättchen und Zweigreste (*Calliargon sarmentosum*, *Drepanocladus aduncus*). In drei Meter Tiefe ist das Bild das gleiche, nur haben sich die Mengenanteile erheblich verschoben; die unstrukturierte Humussubstanz tritt nun gegenüber den *Carex*-Radizellen stark in den Hintergrund. Erstmals tauchen auch Radizellen mit erhaltenen Wurzelhaaren auf (*Carex limosa*) sowie Blätter und Stämmchen von *Sphagnum* Sect. *Acutifolia* (wohl *Sphagnum nemoreum*). Das Gewässer ist also nun bereits mit dem Schwingrasen zugewachsen. Oberhalb von 3 m war der Torf so locker, daß eine Probeentnahme nicht möglich war, weil der Bohrer nicht faßte.

Der Pollengehalt — auch hier mußte aus zeitlichen Gründen leider auf ein durchgehendes Diagramm verzichtet werden — entspricht weitgehend dem aus nur 6 km Entfernung (ostwärts) und nahezu gleicher Höhenlage (2015 m) stammendem Diagramm Kohnock I von FRITZ (1967). In 5 m Tiefe ist *Pinus* (größtenteils sect. *Haploxyylon*, also *Pinus cembra*) mit 30% der BP bei 45% *Picea* noch relativ häufig. Auffallend der hohe Anteil von *Alnus viridis* mit 23% der BP. Die NBP-Summe bleibt mit 8,4% sehr niedrig; es handelt sich damit einwandfrei um ein Waldspektrum. Die Waldgrenze muß erheblich höher gelegen haben als heute, nämlich etwa bei 2100 m, was heißt, daß sämtliche der heute kahlen Hänge bis zu den Kämmen hinauf bewaldet waren. Heute geht die Zirbe nur bis ca. 1900 m, in wenigen Einzelbäumen bis gegen 2000 m und ganz vereinzelt reichen weideviehverbissene Krüppel bis zu 2040 m (KEIDEL 1975). *Fagus* ist nur durch ein einziges Pollenkorn vertreten, *Abies* überhaupt nicht, womit die Probe eindeutig in das Atlantikum gehört. Zur Eichenmischwaldzeit der Ebene war also das heutige Moor II ein See im Zirben-Fichten-Wald. Der Höchststand der Waldgrenze, den KRAL (1971) im Subboreal (950 v. Chr.) mit 1975 m (für den Dachstein-Nordabfall) angibt, wurde also hier in den Zentralalpen beträchtlich überschritten und früher erreicht. Allerdings liegt auch heute hier die Waldgrenze erheblich höher (1900 m) als im Dachsteingebiet (1650 m). Zu dem gleichen Ergebnis kam auch schon FRITZ (1967a). In 4 m Tiefe ist das Pollenbild noch recht ähnlich, erst bei 3 m überschreitet *Fagus* die 5%-Grenze; der kleine See dürfte damit irgendwann im Subboreal zugewachsen sein. Genauere Aussagen sind ohne  $C_{14}$ -Daten leider nicht zu gewinnen.

Im Moor III sind hingegen keine Seeablagerungen vorhanden; es ist durch Versumpfung entstanden, wobei ein Zusammenhang mit der Entwaldung nicht ausgeschlossen ist (Wegfall der Transpirationsmengen etwa von *Alnus viridis*). Über dem Grund in 2 m Tiefe zeigt der Torf nahezu die gleiche Zusammensetzung wie an der Oberfläche, nämlich vorwiegend Radizellen vom *Carex fusca*- und *Carex rostrata*-Typ, Schläuche von *Carex fusca*, Blättchen von *Sphagnum subsecundum*, *Drepanocladus* sp. sowie Holzreste von Ericaceen (Tab. 3). In 1 m Tiefe fand sich kein *Sphagnum*, sonst ist die Zusammensetzung die gleiche. *Fagus* ist in 2 m Tiefe mit 1,2% erstaunlich schwach vertreten, erst bei 1 m steigt sie auf 4,9% der BP. Daraus jedoch auf ein hohes, etwa atlantisches, Alter des Moores zu schließen, wäre voreilig, denn ein hoher Prozentsatz an NBP (ohne Cyperaceen 30%), unter denen auch *Plantago lanceolata* vorkommt, deutet eher auf ein junges, subatlantisches Alter. Näheres ist auch hier ohne  $C_{14}$ -Daten nicht festzustellen.

Soweit aus den Einzelproben ersichtlich, wurde der Torf des Moores von den gleichen Pflanzen aufgebaut, die auch heute noch auf der Oberfläche des Moores dominieren. KAULE (1973: 137) verwendet für Hochmoore den von HUECK (1928) geprägten Begriff „Wachstumskomplex“ in dem Sinn, daß er darunter den Komplex von Gesellschaften versteht, der den größten Teil des Torflagers aufbaute. Das Kriterium eines wachsenden Moores ist damit die Übereinstimmung der rezenten Vegetation mit der fossilen, zumindest was die oberen Torfschichten betrifft. Gerade das ist aber in den untersuchten Mooren weitgehend der Fall, woraus folgt, daß manche von den alpinen (Nieder-)Mooren in wesentlichen Teilen auch heute noch weiter wachsen. Erosionserscheinungen spielen in den Rosaninmooren eine erstaunlich geringe Rolle, wenn wir vom Vertritt durch das Weidevieh absehen. Das Wachstum und damit die Torfbildung wird hauptsächlich von *Cyperaceen*, nicht von *Sphagnum* bestritten.

### Bodenökologische Untersuchungen im Schittermoor und in den Rosaninmooren

In der modernen Geobotanik ist es eine Notwendigkeit geworden, neben der rein vegetationskundlichen Erfassung eines Raumes auch ökologische Untersuchungen durchzuführen, da nur so ein kausales Verständnis der Vegetationsgliederung möglich ist. Die Moorarbeiten der letzten Jahre (JENSEN 1961, GÖTTLICH 1965, ALETSEE 1967, YERLY 1970, GIES 1972, MÜLLER 1973, KAULE 1974, HÖLZER 1977 usw.) bringen eine Fülle von Daten aus Mooren tieferer Lagen (Ebene und Mittelgebirge) und gaben den Anstoß, auch in alpinen Mooren bodenökologisch zu arbeiten. Es sei vorausgeschickt, daß nur Einzelproben untersucht werden konnten (keine Beobachtungsreihen über einen längeren Zeitraum!) und die Werte daher entsprechend vorsichtig zu interpretieren sind. Folgende Schwerpunkte wurden gesetzt:

- Untersuchung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe,
- Kationengehalt im Moorbwasser,
- Abgrenzung von alpinen Moortypen.

Moorböden unterscheiden sich von terrestrisch-minerogenen Böden durch einen hohen Anteil an organischer Substanz, durch hohen Wassergehalt und Luftmangel. Daraus ergeben sich besonders für den Nährstoffhaushalt Unterschiede: so wird die Austauschkapazität (AK) dadurch beeinflusst, daß sich die Nährstoffträger aus Humusstoffen mit austauschaktiven „funktionellen Gruppen“ zusammensetzen, deren Ladung ausschließlich pH-abhängig ist (vgl. Tab. 4: ANSCHÜTZ und GESSNER 1954, FISCHER und KADNER 1962, LÖTSCHERT 1963, FEIGE 1969.)

Durch die Anwendung der auf pH 8,1 gepufferten Bariumchloridlösung nach MEHLICH (aus: BADEN et al. 1969) beträgt die AK von Torfmoosen 100 bis 200 mval/100 g Torf, wobei mit steigendem pH-Wert die AK der organischen Substanz im Mineralboden und insbesondere im Moorboden stärker zunimmt als diejenige der anorganischen Bodenkomponenten. Insgesamt liegt die AK der Moorböden um ein Mehrfaches über der von Mineralböden, ist jedoch nach RATHSACK und JUNGK (1964) häufiger niedriger als deren organische Substanz. Das kommt daher, daß neben dem pH-Wert auch der Zersetzungs- und Humifizierungsgrad eine Rolle spielt: so besitzen wenig zer-

Tab. 4: Relative Veränderung der AK anorganischer und organischer Bodensubstanz in Abhängigkeit vom pH der Austauschlösung (nach Renger und Ferge)

| pH der Austauschlösung                             |                        | 8,1 | 7,0 | 6,0 | 5,0 | 4,0 | 3,0 |
|----------------------------------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| in Mineralböden n. RINGER<br>(Diss. Hannover 1965) | anorgan. Bodensubstanz | 104 | 100 | 90  | 80  | 77  | -   |
|                                                    | organ. Bodensubstanz   | 108 | 100 | 79  | 54  | 35  | -   |
| in Moorböden n. FEIGE<br>(unveröff.)               | organ. Bodensubstanz   | 118 | 100 | 77  | -   | -   | 38  |

Tab. 5: Wasser des Standortes, Tropf- und Haftwasser von Sphagnen — Elektrolytgehalt (nach GIES 1972)

| Probe           | Standort |                  |      | Tropfwasser |                  |      | Haftwasser |                  |      |
|-----------------|----------|------------------|------|-------------|------------------|------|------------|------------------|------|
|                 | pH       | Ca <sup>++</sup> | mg/l | pH          | Ca <sup>++</sup> | mg/l | pH         | Ca <sup>++</sup> | mg/l |
| Sph. cuspidatum | 4,2      | 0,5              |      | 6,6         | 3,6              |      | 6,6        | 5,7              |      |
|                 | 5,0      | 1,4              | 1,0  | 5,8         | 3,6              | 0,6  | 6,0        | 5,1              | 0,6  |
| Sph. recurvum   | 5,3      | 1,8              | 1,6  | 5,7         | 2,9              | 0,6  | 6,0        | 5,6              | 0,3  |
|                 |          |                  | 2,9  |             | 4,2              | 0,3  |            |                  |      |
| Sph. fuscum     | 4,2      | 0,9              | 1,0  |             |                  |      | 3,5        | 11,4             |      |
|                 |          |                  | 0,3  |             |                  |      |            |                  |      |

Tab. 6: Nährstoffverhältnisse in den Lungauer Mooren

| Pflanzengesellschaften                                  | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | org.S.<br>% | N<br>% | C/N<br>% | min.St.<br>% | austauschbare Nährstoffe |                                                  |                        |                        |      | Wasseranalysen                 |                        |                         |                          |     |     |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|--------|----------|--------------|--------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------|--------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-----|-----|
|                                                         |                         |             |        |          |              | AK<br>mval               | DL<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>mval/100g | DL<br>CaL<br>mval/100g | DL<br>CaL<br>mval/100g | pH   | us<br>Ca <sup>++</sup><br>mg/1 | K <sup>+</sup><br>mg/1 | Na <sup>+</sup><br>mg/1 | Mg <sup>++</sup><br>mg/1 |     |     |
| III 1 Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 10m v. Rand  | 3,6                     | 55,5        | 1,4    | 22,9     | 44,5         | 48,6                     | 7,1                                              | 7,2                    | 20,0                   | 19,0 | 4,4                            | 20                     | 3,8                     | 0,6                      | 1,9 | 1,0 |
| III 2 Carioetum limosae<br>Rosaninsee-Moor, 30m v. Rand | 4,1                     | 77,8        | 1,0    | 43,7     | 23,2         | 60,2                     | 8,7                                              | 11,2                   | 40,0                   | 56,0 | 5,1                            | 12                     | 3,9                     | 0,7                      | 1,6 | 1,3 |
| III 3 Carioetum limosae<br>Rosaninsee-Moor, 60m v. Rand | 4,1                     | 78,7        | 0,7    | 60,8     | 21,3         | 45,7                     | 2,6                                              | 3,8                    | 11,0                   | 9,2  | 5,1                            | 10                     | 3,5                     | 0,4                      | 1,3 | 0,8 |
| III4a Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 0-50m Tiefe  | 3,8                     | 71,8        | 0,9    | 46,2     | 28,2         | 61,3                     | 11,5                                             | 12,7                   | 40,0                   | 40,0 | 4,9                            | 26                     | 3,2                     | 0,5                      | 1,4 | 0,9 |
| III4b Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 50cm Tiefe   | 4,3                     | 66,9        | 1,1    | 35,6     | 33,1         | 52,2                     | 4,2                                              | 5,5                    | 72,0                   | 50,0 | 5,4                            | -                      | -                       | -                        | -   | -   |
| III11 Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 5m v. Rand   | 4,1                     | 63,7        | 1,5    | 23,8     | 36,3         | 57,6                     | 5,2                                              | 9,0                    | 21,0                   | 23,7 | 4,4                            | 14                     | 4,1                     | 1,3                      | 4,0 | 1,1 |
| III12 Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 20m v. Rand  | 4,2                     | 70,5        | 1,4    | 28,6     | 29,5         | 56,0                     | 9,9                                              | 10,8                   | 22,0                   | 21,4 | 5,7                            | 14                     | 3,7                     | 0,8                      | 4,5 | 1,0 |
| III13 Carioetum fuscae<br>Rosaninsee-Moor, 30m v. Rand  | 4,4                     | 72,3        | 1,4    | 29,1     | 27,7         | 50,8                     | 5,5                                              | 6,0                    | 16,5                   | 14,2 | 5,6                            | 14                     | 3,7                     | 0,6                      | 3,6 | 1,2 |
| IV 1 Trichophoretum cesp.<br>Schittermoor, 20m v. Rand  | 3,8                     | 74,9        | 1,4    | 31,4     | 25,1         | 68,9                     | 12,3                                             | 13,0                   | 43,0                   | 39,6 | 4,9                            | 18                     | 3,8                     | 0,9                      | 1,2 | 0,9 |
| IV 2 Trichophoretum cesp.<br>Schittermoor, 30m v. Rand  | 4,1                     | 72,0        | 2,2    | 19,1     | 28,0         | 59,5                     | 8,1                                              | 8,9                    | 28,0                   | 24,2 | 5,2                            | 16                     | 4,4                     | 1,1                      | 1,0 | 0,8 |
| IV 3 Sphagnetum fusi<br>Schittermoor, 40m v. Rand       | 3,5                     | 95,2        | 0,4    | 100      | 4,8          | 122,8                    | 10,3                                             | 10,3                   | 75,0                   | 80,0 | 3,7                            | 43                     | 1,9                     | 0,9                      | 0,5 | 0,3 |
| IV 4 Sphagnetum fusi<br>Schittermoor, 45m v. Rand       | 3,1                     | 97,5        | 0,3    | 100      | 2,5          | 143,4                    | 8,2                                              | 10,0                   | 64,0                   | 50,1 | 3,3                            | 42                     | 2,3                     | 0,9                      | 0,9 | 0,2 |
| I 1 Seewasser, Rosaninsee<br>1-2m v. NO-Ufer            | -                       | -           | -      | -        | -            | -                        | -                                                | -                      | -                      | -    | 5,8                            | 16                     | 4,9                     | 0,8                      | 1,3 | 0,5 |
| I 2 Seewasser, Rosaninsee<br>1m v. Bacheirlauf          | -                       | -           | -      | -        | -            | -                        | -                                                | -                      | -                      | -    | 5,8                            | 16                     | 5,0                     | 1,0                      | 2,9 | 0,8 |
| I 3 Seewasser, Rosaninsee<br>2m v. NW-Ufer              | -                       | -           | -      | -        | -            | -                        | -                                                | -                      | -                      | -    | 6,2                            | 14                     | 5,2                     | 1,0                      | 1,8 | 0,8 |

setzte Torfe eine AK von 50—150 mval, reine Huminsäuren hingegen eine AK von über 500 mval/100 g Boden. Die Untersuchungen in den Lungauer Mooren ergaben für den wenig zersetzten *Sphagnum-Eriophorum*-Torf eine AK von 122,8 und 143,4 mval; in den Radizellentorfen schwankten die Werte zwischen 45,7 und 68,9 mval (Tab. 6).

Daß es sich auch bei Torfen um echte Austauschvorgänge handelt, konnten BAUMANN u. GULLY (1909, 10, 13) sowie ANSCHÜTZ und GESSNER (1954) und unabhängig davon PUUSTJÄRVI (1954, 55) zeigen. Ausschlaggebend war dabei die Beobachtung, daß in Hochmooren nach Regenfällen stets eine starke Ansäuerung des Wassers auftrat. Der Austausch erfolgt dabei in äquivalenten Mengen nach der Gleichung:  $AH + X^+ \rightleftharpoons AX + H^+$  (vgl. auch CLYMO 1963, 1964). Die Austauschfähigkeit der Sphagnen beruht nach CRAIGE und MAAS (1966) auf unveresterten Polyuronsäuren, die zu 80% mit der Zellulosefraktion der Zellwand gekoppelt sind. Dadurch ist das *Sphagnum* imstande, auch geringe Nährstoffmengen den elektrolytarmen Moorwässern zu entreißen und in den Köpfchen anzureichern. Schon BAUMANN und GULLY (1910) sahen die *Sphagnum*-Zellwand als ein Kolloid an mit besonders starkem Kationen-Austausch („Nährstoff-Fangorgan“). Die Bestätigung dafür lieferten dann die Arbeiten von RUDOLPH und BREHM (1965), BREHM (1968, 1970), MÜLLER (1968) sowie GIES und LÖTSCHERT (1973), die deutliche Konzentrationsunterschiede zwischen dem Elektrolyt des Moorwassers (Wasserentnahme in 50 cm Entfernung von Sphagnum), Tropfwassers (Wasser, das beim Hochheben der Sphagnen abtropft) und Haftwasser (Wasser, das durch Pressen der Sphagnen in einer Pflanzenpresse gewonnen wird) fanden.

Aus Tabelle 5 wird deutlich, daß *Sphagnum*-Pflanzen auf Grund ihres morphologischen Baues nicht nur in der Lage sind, Wasser zu speichern, sondern auch entsprechend ihrer physiologischen Möglichkeiten Nährstoffe bis zu einem gewissen Grad aufbewahren können. Durch Regenfälle werden die Ionen z. T. wieder ausgewaschen bzw. ausgetauscht und reichern sich in dem oberflächennahen Grundwasser an. Die Eintauschstärke der Kationen nimmt dabei nach RATHSACK und JUNGK (1964) bei Torfen in der Reihenfolge  $Na < NH_4 < K < Mg < Ca$  zu.

### Untersuchungsmethoden

**Probenvorbereitung:** Die Torfproben wurden aus durchschnittlich 2—15 cm Tiefe entnommen, luftgetrocknet und durch ein 2 mm-Sieb gerieben. Die Wasserproben wurden aus freien Wasseransammlungen entnommen und in PVC-Fläschchen ins Labor transportiert.

**Wasseranalysen:** Nach Filtration durch ein aschefreies Filter erfolgte die Bestimmung von  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$  und  $Na^+$  mittels Atom-Absorptions-Spektrometer (Perkin-Elmer). Die Störeinflüsse von K, Fe und Al bei der Ca- und Mg-Messung wurden durch Verwendung von Lanthan-Pufferlösung beseitigt; für die K- und Na-Bestimmung wurde Cäsiumchlorid-Aluminiumnitrat als Puffermittel verwendet.

**Austauschkapazität:** Methode nach KAPPEN (aus: SCHLICHTING und BLUME 1966) durch Addition von S- und H-Wert. S-Wert: Austausch mit HCl

im Gleichgewichtsverfahren und titrimetrische Messung der nicht verbrauchten  $H^+$  mit 0,1 n NaOH; H-Wert: Austausch mit Ca-Acetat (pH 7,2) im Gleichgewichtsverfahren und titrimetrische Messung der dabei entstandenen Essigsäure mit 0,1 n NaOH.

**Laktatlösliches Phosphat und Kalium:** DL-Methode nach EGNER-RIEHM (ALVA-Vorschrift 1972). Ausschütteln der Proben mit Calciumlaktat (pH 3,8); Weiterbehandlung des Filtrates für die  $P_2O_5$ -Bestimmung mit Reduktionslösung (Ammonmolybdat, Ascorbinsäure-Zinnchlorid) und Messung der blau gefärbten Lösung im Spektralphotometer; für die  $K_2O$ -Bestimmung wurde das Filtrat nach Zusatz von Oxalsäure direkt im Flammenphotometer versprüht.

**CAL-Methode** nach SCHÜLLER (ALVA-Vorschrift 1972): Ausschütteln der Proben mit Calciumlaktat-Calciumacetat- und Eisessig-Lösung (pH 4,1); Weiterbehandlung des Filtrats für die  $P_2O_5$ -Bestimmung mit Reduktionslösung (Ammonmolybdat, Ascorbinsäure-Zinnchlorid und HCl) und Messung der blau gefärbten Lösung im Spektralphotometer; für die  $K_2O$ -Bestimmung wurde das Filtrat direkt im Flammenphotometer versprüht.

**Gesamtstickstoff:** Bestimmung von  $N_{tot}$  nach KJELDAHL (Methode von SCHLICHTING und BLUME 1966, STREUBING 1965). 0,5 g lufttrockener Torf wird durch Kochen mit konz.  $H_2SO_4$  aufgeschlossen (Katalysator Selenreaktionsgemisch) und mit 33% NaOH in ges. Borsäure als Vorlage destilliert. Titration der unverbrauchten Säurevorlage gegen 0,1 n HCl. 1 ml 0,1 n HCl entspricht 1,4 mg Stickstoff.

**Organische Substanz:** Bestimmung durch Glühen im Muffelofen bei 600° C (aus STREUBING 1965). Humus % = Tiegelgewicht + Bodeneinwaage vor dem Glühen minus Tiegelgewicht + Bodenwaage nach dem Glühen  $\times 100$  durch Bodeneinwaage. Humus % =  $C \times 1,724$ .

**Aschengehalt:** Bestimmung durch Glühen im Muffelofen bei 600° C.

**Bodenreaktion:** Elektrometrische Messung des lufttrockenen Torfes in verdünnter Salzlösung mit  $CaCl_2$  (ALVA-Vorschrift 1972). Die Wasserproben wurden direkt gemessen.

**Elektrische Leitfähigkeit:** Direkte Messung im Gelände mit einem Batteric-Konduktometer WTW LF 56.

### Austauschbare Nährstoffe

(Abb. 2, Tab. 6)

Die Bestimmung der austauschbaren Nährstoffe in den untersuchten Mooren nach EGNER-RIEHM bzw. SCHÜLLER (ALVA, 1972) zeigte, ähnlich wie bei RUDOLPH 1965, BREHM 1963, 1970, GIES und LÖTSCHERT 1973 eine deutlich höhere Elektrolytkonzentration in der Austauschlösung gegenüber den Wasseranalysen. Die Austauschfähigkeit der *Sphagnum*torfe für  $P_2O_5$  und  $K_2O$  lag dabei in der Regel über der von *Carex*-Radizellentorfen.

**Austauschbares Phosphat:** Der Phosphor ist in Moorböden bis zu 90% organisch gebunden und besitzt bei saurer Reaktion eine hohe Löslichkeit; dadurch kann es besonders in Hochmooren zu Auswaschungsverlusten kommen. Bezüglich des Versorgungsgrades liegt der größte Teil der untersuchten Proben

an der Grenze zwischen unzureichend (9 mg  $P_2O_5$ /100 g Boden) und „normal“ versorgt (9—18 mg  $P_2O_5$ ). Die höchsten DL-Werte wurden im Caricetum fuscae (Moor II) mit 11,5 (II/4a) und 9,9 mg (III/2) sowie im Trichophoretum mit 12,3 (IV/1) und 8,1 mg (IV/2) gefunden; auch im Caricetum limosae war der Wert mit 8,7 mg (II/2) relativ hoch, während 30 m weiter in der gleichen Gesellschaft (Ausbildung mit *Carex magellanica*, Tab. 2, Aufn. 18) der Gehalt mit 2,6 mg am niedrigsten war (II/3). Eine Auswaschung konnte in den Cariceten nicht festgestellt werden (II/4a und II/4b). Im Sphagnetum fusci betrug der Gehalt an austauschbarem Phosphat 8,2 und 10,3 mg (IV/3, IV/4) und war damit höher als in den Cariceten. Berücksichtigt man dazu noch mögliche Auswaschungsverluste, so müssen recht beträchtliche Mengen zugeführt worden sein. Eine gewisse Bedeutung dürfte hier den Pollenkörnern zukommen, auf deren hohen  $P_2O_5$ -Gehalt FIRBAS und SAGROMSKY (1947) hingewiesen haben. Die Anwendung der CAL-Methode zeigte durchwegs höhere Werte als die DL-Methode, was mit dem höheren pH-Wert der Austauschergelösung zusammenhängt.

Austauschbares Kalium: Moorböden besitzen im allgemeinen einen sehr geringen Kaligehalt, da das Kalium auf Grund fehlender Bindungselemente sehr rasch nach unten verlagert wird. Umso mehr erstaunten die hohen Austauschwerte von durchwegs über 20 mg  $K_2O$ /100 g Torf (DL-Werte) in den untersuchten Mooren, denen zufolge diese als „gut“ kaliversorgt anzusehen sind. Hohe  $K_2O$ -Gehalte wurden auch hier im Caricetum fuscae mit 40 mg (II/4a) und im Trichophoretum mit 43 mg (IV/1) gefunden. Sehr schwankend waren die Werte im Caricetum limosae mit 40 (II/2) und 11 mg (II/3), dem niedrigsten gefundenen Wert. Deutlich traten im Caricetum fuscae Auswaschungseffekte zu Tage: 40 mg in 0—5 cm und 72 mg in 50 cm Tiefe (II/4a und 4b). Diesen Verhältnissen entsprechen weitgehend auch die gefundenen Austauschkapazitäten (AK): auch diese waren im Caricetum fuscae mit 61,3 (II/4a) und im Trichophoretum mit 68,9 mval (IV/1) am höchsten, im *Carex magellanica*-reichen Caricetum limosae mit 45,7 mval (II/3) am niedrigsten. Im Moor III konnte eine leichte Abnahme der AK vom Moorrand gegen das Moorinnere beobachtet werden. Den absolut höchsten Gehalt an austauschbarem  $K_2O$  besaß jedoch das Sphagnetum fusci mit 64 und 75 mg (IV/3 u. IV/4). Dies dürfte einerseits auf die hohe Gesamtaustauschstärke von über 100 mval und andererseits auf die erhöhte Bereitschaft zur K-Anreicherung in den *Sphagnum*-Köpfchen zurückzuführen sein.

Auch der Ionenantagonismus zwischen K und Ca könnte eine Rolle spielen; so werden bei geringen Ca-Mengen K-Ionen in verstärktem Maße freigesetzt. Die CAL-Methode stimmte weitgehend mit der DL-Methode überein; lediglich die Proben II/2, II/4b und IV/4 zeigten beträchtliche Unterschiede: so lag der CAL-Wert in II/2 weit über dem DL-Wert, während er in II/4b und IV/4 beträchtlich unter diesem lag. Die Herkunft der Ionen wird im nächsten Kapitel diskutiert.

Pflanzenverfügbare Stickstoff: Der Stickstoff liegt im Moor fast ausschließlich in organischer Verbindung vor; in den sauren und sauerstoffarmen Hochmooren als  $NH_4$ -N, in den besser durchlüfteten Böden auch als

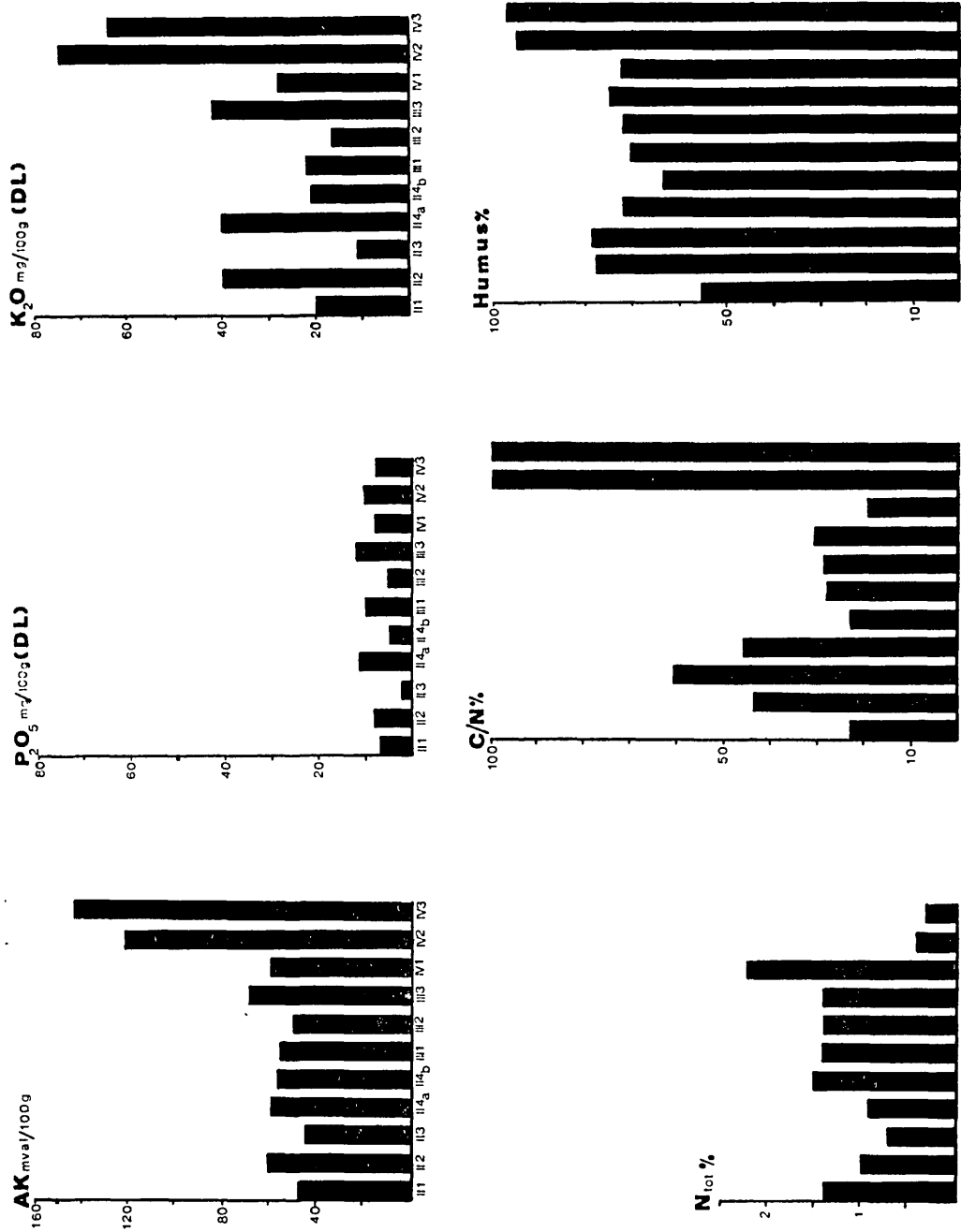


Abb. 2: Pflanzenverfügbare Nährstoffe des Schitternoores und der Rosaninsee-Moore

$\text{NO}_3\text{-N}$ . Die Menge der  $\text{NH}_4^+$ - und  $\text{NO}_3^-$ -Ionen unterliegt dabei starken jahreszeitlichen Schwankungen; so konnte HÖLZER (1977) im Blindensee-Filz (mittlerer Schwarzwald) eine deutliche Korrelation zu den Niederschlägen feststellen, u. zw. traten die höchsten Konzentrationen in den trockensten Perioden auf. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch YERLY (1970). Unsere Analysen in den Lungauer Mooren ergaben deutliche Konzentrationsunterschiede zwischen *Sphagnum*-Torf und den Radizellentorfen. So wurde im *Sphagnetum fusci* nur 0,35 bis 0,41%, in den Cariceten hingegen durchschnittlich über 1% Stickstoff gefunden. Damit wird deutlich, daß der Stickstoff im Hochmoor einen Minimum-Faktor darstellt, der in seiner physiologischen Wirkung auf die Hochmoorpflanzen schon eingehend untersucht wurde (SCHIMPER 1898, MONTFORT 1918, STOCKER 1923, MOTHES 1932, MARTHALER 1938, MÜLLER-STOLL 1947, FIRBAS 1952, LÖTSCHERT 1969, YERLY 1970). Wesentlich für die Ausbildung xeromorpher Strukturmerkmale ist dabei nicht so sehr das Gesamtstickstoffangebot, sondern das Stickstoffnachlieferungsvermögen, das besonders bei langer Gefrorenis und anhaltender Winterkälte herabgemindert wird (GREB 1957). Die N-Versorgung erfolgt in Hochmooren hauptsächlich durch die Luft, entweder in Form herangewechter Pollenkörner oder durch die Niederschlagstätigkeit selbst. Die Bindung des Luftstickstoffes durch Gwitter und andere elektrische Ladungen fällt nach Untersuchungen von McKEE (1962) kaum ins Gewicht. Wohl können jedoch die Mykorrhizapilze der Ericaceen wie auch saure Böden selbst (RAMANN 1910) Luftstickstoff assimilieren.

In den Niedermooren sind auf Grund günstigerer äußerer Bedingungen (höherer pH-Wert, engeres C/N-Verhältnis, ausgeglichenerer Temperaturverhältnisse) die Mineralisierungsbedingungen wesentlich besser. Eine große Bedeutung kommt hier dem menschlichen Einfluß zu: so war in den Mooren am Rosaninsee entsprechend dem Weideeinfluß eine Abnahme des N-Gehaltes vom Rand gegen das Moorinnere hin festzustellen (1,4—1,03—0,75 in den Proben II/1, II/2 i. II/3 bzw. 1,55—1,43 in den Proben III/1 u. III/2). Die höchste Stickstoffkonzentration wurde im *Trichophoretum* mit 2,18% (IV/1) gemessen, die geringste im *Carex magellanica*-reichen *Caricetum limosae* mit 0,75% (II/3). Den direkten Zusammenhang zwischen Gesamtstickstoff und Mineralisierungsgrad gibt das C/N-Verhältnis wieder; dabei gilt die Beziehung: je enger das C/N-Verhältnis, desto schneller erfolgt der Abbau und desto größer ist die mineralisierte N-Menge. Die besten diesbezüglichen Verhältnisse lagen wieder im *Trichophoretum* (IV/2: 19,1) sowie im *Caricetum fuscae* (II/1, III/1—3: 22,9—29,1) vor, die ungünstigsten im *Carex magellanica*-reichen *Caricetum limosae* (II/3: 60,8). Im *Sphagnetum fusci* war das Verhältnis mit 100 am weitesten.

Organische Substanz: Der Humusabbau ist in Mooren aus bekannten Gründen sehr gehemmt, wodurch es zur Torfbildung kommt. Das untersuchte *Sphagnetum fusci* stockt heute über 2,5 m Torf; der Humusgehalt betrug hier 95,2 und 97,5% (IV/3 und IV/4). In den Caricetun lagen die Humuswerte zwischen 55,5 (II/1) und 78,7% (II/3); sie nahmen mit zunehmender Tiefe deutlich ab, so von 71,8 auf 66,9% (II/4a und II/4b) und sanken in 2 m Tiefe bis unter 10% (Basisprobe, daher hoher mineralischer Anteil).

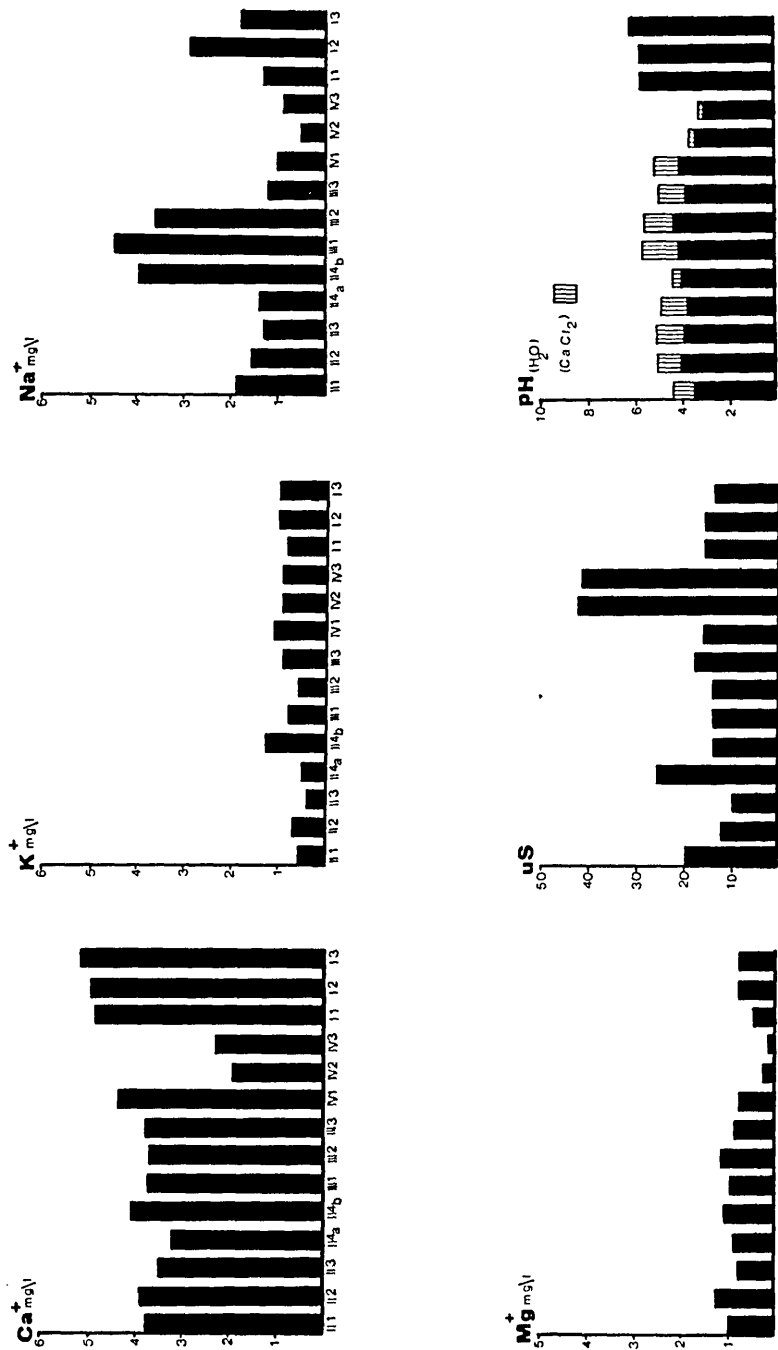


Abb. 3: Wasseranalysen im Schittermoor und den Rosaninsee-Mooren.

## Wasseranalysen

(Abb. 3, Tab. 6)

**Bodenreaktion:** Die enge Beziehung zwischen pH-Wert und Vegetation wird von vielen Autoren behandelt (KOTILAINEN 1928, WITTING 1947—48, SJÖRS 1948 u. 1950, LÖTSCHERT 1969, GIES 1972, HÖLZER 1977). Seine Bedeutung für den Bodenchemismus und die Austauschkapazität wurde bereits erwähnt. In den untersuchten Mooren zeigten sich innerhalb der Cariceten keine signifikanten Unterschiede ( $\text{pH-H}_2\text{O}$ : 4,4—5,7), jedoch konnte innerhalb der einzelnen Moore eine Abnahme des Säuregrades gegen das Moorinnere beobachtet werden: im Moor II von 4,4 nach 5,1; im Moor III von 4,4 nach 5,6. Dies dürfte mit den starken Niederschlägen vor der Probenentnahme zusammenhängen, durch die es zu einer Elektrolytverdünnung im stärker durchnässten Moorinneren kam, während an den trockeneren Moorrändern die Konzentration größer war. Zudem konnte eine Erhöhung des pH-Wertes mit zunehmender Tiefe festgestellt werden: im Moor II von 4,9 auf 5,4 in 50 cm Tiefe (II/4a und II/4b). Anders die Verhältnisse im Hochmoor: hier kommt es durch die Niederschläge zu einem verstärkten Kationenaustausch durch die Sphagnum, d. h. die in geringen Mengen im Regenwasser gelösten Salze werden gegen H-Ionen ausgetauscht und bewirken eine pH-Absenkung im unmittelbaren Bereich der Sphagnum, wodurch an den Moorrändern meistens höhere Werte auftreten als im Moorinneren (vgl. ANSCHÜTZ und GESSNER 1954, GIES und LÖTSCHERT 1973). Der pH-Wert im Sphagnetum fusci des Schittermooses lag zwischen 3,3 und 3,7 (IV/3, IV/4) und war damit deutlich niedriger als der der anderen Gesellschaften. Allerdings muß dabei beachtet werden, daß die pH-Werte starken jahreszeitlichen Schwankungen ausgesetzt sind (GIES 1972, HÖLZER 1977 LÖTSCHERT 1969). Im See selbst betrugen die Werte 5,8 und 6,2 (I/1, I/2, I/3). Bei der Bestimmung in verdünnter  $\text{CaCl}_2$ -Lösung traten allgemein niedrigere Werte auf, was auf den verstärkten Kationenaustausch zurückzuführen ist.

**Elektrische Leitfähigkeit:** Die elektrische Leitfähigkeit gibt die Ionenkonzentration einer wässrigen Lösung an. Während in Hochmooren hauptsächlich H-Ionen als Träger in Frage kommen, muß in Niedermooren auch die Konzentration der übrigen Ionen mitberücksichtigt werden. Unsere Daten ergaben ein gegensätzliches Verhalten zum pH-Wert: so war die Leitfähigkeit im Sphagnetum fusci mit 43  $\mu\text{S}$  wesentlich höher als in den Cariceten mit 10-26  $\mu\text{S}$ . Ähnlich wie beim pH-Wert konnte auch bei der Leitfähigkeit ein horizontaler und vertikaler Gradient festgestellt werden: Erhöhung der Leitfähigkeit vom Moorinneren gegen den Moorrand (im Moor II von 10 nach 20; im Moor III von 14 nach 14,5) und Erhöhung mit zunehmender Tiefe bis zu max. 150  $\mu\text{S}$  in 50 cm. Daraus folgt, das Cariceten trotz zusätzlicher Ionen nicht jene Konzentrationen erreichen wie sie von Torfmoosen allein durch die Freisetzung der H-Ionen erreicht werden. Erst ab einer gewissen Tiefe nimmt durch steigenden Anteil der kolloidalen Humusteile bzw. durch verstärkte Einschwemmung von Ionen aus dem mineralischen Untergrund die Leitfähigkeit derart zu, daß sie die der Hochmoore übertrifft. Aus der Leitfähigkeit allein auf den Trophiegrad zu schließen, ist

daher problematisch; man muß den pH-Wert mitberücksichtigen (SJÖRS 1950).

Von allen Kationen im Moorwasser markiert das Calcium am besten die „Mineralbodenwassergrenze“. WITTING (1948), die diesen Begriff geprägt hat, gibt sie mit 1 mg/l an, desgleichen DU RIETZ (1954). GIES (1972) fand im Schwarzen Moor in der Rhön 1,2 mg/l, HÖLZER (1977) im Blindensee-Moor im mittleren Schwarzwald hingegen nur 0,4 mg/l. Für das Alpengebiet sprach KRISAI (1973) die Vermutung aus, daß man hier wegen des hohen Staubeintrages mit höheren Werten rechnen müssen. Nach den niederschlagschemischen Gradienten von ALETSEE (1967), EMANUELSSON et al. (1954) bzw. EGNER und ERICSSON (1955) kommt es in den alpennahen Mooren zu höheren Ca- und K-Konzentrationen, während die Küstenmoore reicher an Na<sup>+</sup> und Mg<sup>++</sup> sind (Tab. 7). Die Bedeutung des durch den Wind zugeführten Flugstaubes in den Alpen wurde schon früh erkannt: Messungen in der Schweiz ergaben auf der Alp Murter (2340 m) 1,4—1,85 kg Flugstaub pro m<sup>2</sup> und Jahr; davon bestanden 15,5% (im Jahre 1923/24) bzw. 37% (1924/25) aus CaCO<sub>3</sub> (BRAUN-BLANQUET und JENNY 1926). Für den Lungau fehlen Messungen in vergleichbaren Höhenlagen; lediglich im Tal wurden in den letzten Jahren vom Amt der Salzburger Landesregierung Staubbmessungen nach der „Bergerhoff-Methode“ durchgeführt. Die Staubbmessungen betrugen im Jahre 1976 in Mariapfarr bei Tamsweg nur 8,2 g/m<sup>2</sup>/Jahr, wobei das CaCO<sub>3</sub> rund 5% ausmachte (RASSAERTS 1978). Demnach besteht ein erheblicher Unterschied in den Staubmengen zwischen der subalpinen Waldstufe und dem offenen alpinen und nivalen Bereich. Weitere Untersuchungen zu dieser Frage wären wünschenswert.

In den untersuchten Mooren betrug der Ca-Gehalt im *Sphagnetum fusci* 1,9—2,3 mg/l (IV/3, IV/4), wobei an einer Stelle sogar 2,8 mg/l gefunden wurden. Die *Cariceten* enthielten 3,2 bis 4,4 mg/l, wobei die höchste Konzentration im *Trichophoretum* mit 3,8 und 4,4 mg/l (IV/1, IV/2), die geringste im *Caricetum limosae* mit 3,2 mg/l (II/3) gefunden wurde. Im *Caricetum fuscae* schwankten die Werte zwischen 3,2 und 4,1 mg/l (II/4a, II/1, III/1—3). Der Ca-Gehalt des Seewassers betrug 4,9, 5,0 und 5,2 mg/l (I/1—3). Damit wird für die alpinen Moore eine Mineralbodenwassergrenze um 2 mg Ca/l wahrscheinlich (vgl. auch RYBNICEK-RYBNICKOVA 1977). Dieser Wert wäre noch durch weitere Analysen zu untermauern.

Die Magnesium-Konzentration war im *Sphagnetum fusci* mit 0,2 und 0,3 mg/l (IV/3, IV/4) ebenfalls am geringsten, im *Caricetum limosae* mit 1,3 mg/l (II/2) am höchsten. Im *Caricetum fuscae* lagen die Werte zwischen 0,9 und 1,2 mg/l (II/1, II/4, III/1—3), im *Trichophoretum* zwischen 0,8 und 0,9 mg/l (IV/1, IV/2). Im See wurden 0,5 und 0,8 mg/l gemessen; dabei nahm der Gehalt gegen den Mündungsbereich des Zuflusses zu.

Das Kalium wies von allen untersuchten Kationen die geringste Konzentration auf. Auffallend war dabei, daß im *Sphagnetum fusci* mit 0,9 mg/l (IV/3, IV/4) ein höherer Wert vorlag als in den anderen Gesellschaften. Ähnliches haben auch FIRBAS (1931), GIES (1972), KAULE (1974), und HÖLZER (1977) festgestellt. Die Ursache dafür könnte u. a. in der Empfindlichkeit von Kalium gegenüber Störungen durch die Umwelt liegen. So liegt das Moor in

Tab. 7: Vergleich der Kationengehalte der Hochmoorwässer europäischer Gebiete

| Hochmoore in              | pH      | Ca <sup>++</sup> | K <sup>+</sup><br>mg/l | Na <sup>+</sup> | Mg <sup>++</sup> | Quelle                                      |
|---------------------------|---------|------------------|------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------------------|
| Polen                     | 3,8-3,9 | 0,5-0,8          | 0,2-1,0                | 0,6-2,2         | 0,3-0,7          | TOLPA & GORHAM (1961)                       |
| Rhön                      | 3,7-4,1 | 0,6-1,2          | 0,1-0,9                | 0,7-1,3         | 0,6-0,6          | GIES (1972)                                 |
| Västergötland             | 3,7-3,9 | 0,5-0,9          | 0,1-0,3                | 1,6-2,0         | 0,3-0,7          | WITTING (1947)                              |
| Ostfriesland              | 3,7-4,0 | 1,5-1,7          | 0,5-0,6                | 7,1-9,2         | 1,8-2,8          | MILLER (1968)                               |
| Britische Inseln          | 3,9-4,0 | 0,3-1,0          | 0,1-0,6                | 2,2-13,9        | 0,3-1,8          | TOLPA & GORHAM (1961)                       |
| Mittlerer Schwarzwald     | 3,0-3,3 | 0,2-0,6          | 0,1-0,6                | 0,5-0,9         | 0,1-0,3          | bzw. GORHAM & CRAGG (1960)<br>HÖLZER (1977) |
| Lurgau (Sphagnetum fusc.) | 3,3-3,7 | 1,9-2,3          | 0,9-0,9                | 0,5-0,9         | 0,2-0,3          | KRISAI & PEER                               |

unmittelbarer Nähe von mehreren Gebäuden (Raucheinwirkung), weiters führt heute eine Straße hindurch und letztlich wird es auch gelegentlich vom Weidevieh aufgesucht. Eine Diffusion von Ionen aus tieferen Schichten in höhere ist nach GIES (1972) auszuschließen. Von den übrigen Gesellschaften besaß das *Trichophoretum* mit 0,9 und 1,1 (IV/1, IV/2) den höchsten Kaligehalt (das *Trichophoretum* wächst im gleichen Moor wie das *Sphagnetum fusci*, dem Schittermoos). Einen höheren Wert wies nur noch das *Caricetum fuscae* in III/1 mit 1,3 mg/l auf. Wiederum am schlechtesten versorgt war das *Caricetum limosae* in II/3 mit 0,4 mg/l. Der See wies einen Kaligehalt von 0,8 und 1,0 mg/l auf.

Der Gehalt an Natrium war in allen untersuchten Proben relativ hoch; die geringsten Konzentrationen wurden im *Sphagnetum fusci* mit 0,5 und 0,9 mg/l gemessen, während die übrigen Gesellschaften 1,0 bis 4,5 mg/l enthielten. Von ihnen war das *Trichophoretum* am schwächsten versorgt (IV/1 u. IV/2: 1,2 und 1,0), während das *Caricetum fuscae* im Moor III die höchsten Werte aufwies: 4,0, 4,5 und 3,6 (III/1—3). Im Moor II enthielt das *Caricetum fuscae* 1,4—1,9 mg/l (II/1, II/4), und das *Caricetum limosae* 1,6—1,3 mg/l (II/2, II/3). Im See betrug der Na-Gehalt 1,3—1,8 mg/l, im Zufließbereich 2,9 mg/l. Dies läßt auf eine erhebliche Na-Löslichkeit aus dem Gestein schließen. Trotzdem sind diese Werte im Vergleich zu küstennahen Gebieten immer noch niedrig; die Moore im Lungau gehören damit in Bezug auf den Na-Gehalt eindeutig dem kontinentalen Typ an. Ihnen stehen die ozeanischen Moore gegenüber, deren Na-Gehalt 5,0—11,6 mg/l beträgt.

### Diskussion

Vergleicht man die gemessenen Daten untereinander, so stellt sich heraus, daß die Unterschiede zwischen Proben aus der gleichen Pflanzengesellschaft vielfach größer sind als die zwischen verschiedenen Gesellschaften, woraus folgt, daß Nährstoffgehalts-Messungen — zumindest soweit es sich um Einzeldaten handelt — nur sehr bedingt zur Gesellschaftsabgrenzung brauchbar sind. Eine Ausnahme macht das *Sphagnetum fusci*, das üblicherweise zu den Hochmoorgesellschaften gerechnet wird, in unserem Falle aber, wenn auch spärlich, auch Mineralbodenwasserzeiger enthält. Es enthält deutlich weniger  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  und  $\text{NH}_4^+$ ;  $\text{K}^+$  hingegen ist reichlicher vorhanden als in den anderen Gesellschaften. Das *Carici echinatae-Trichophoretum cespitosi* ist mit  $\text{Ca}^{++}$  und  $\text{K}^+$  am besten versorgt, auch die  $\text{P}_2\text{O}_5$ - und N-Werte sind relativ hoch, womit jedenfalls eindeutig feststeht, daß es sich im Gegensatz zum *Trichophoretum* von ZLATNIK (1928) um keine Hochmoorgesellschaft handelt.

Nach den Seewasser-Proben zu schließen, steht dem *Caricetum rostratae* ein relativ (!) hohes Nährstoffangebot zur Verfügung; die Gehalte an  $\text{Ca}^{++}$  sind hier höher als in allen anderen Proben. Mit den Werten aus Kalkgebieten lassen sie sich aber natürlich nicht vergleichen! Die beiden Proben aus dem *Sphagno maius-Caricetum limosae* weichen untereinander besonders auffallend ab, und zwar ist die Ausbildung mit *Carex magellanica* durchwegs die nährstoffärmere, ein Tatbestand, der der Erfahrung

widerspricht und vorläufig nicht erklärt werden kann. Auch im *Caricetum fuscae* sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Proben erheblich; im großen und ganzen nimmt jedoch diese Gesellschaft eine Mittelstellung zwischen dem *Sphagno maius*-*Caricetum limosae* und dem *Caricichinatae*-*Trichophoretum cespitosi* ein. Im Kalkgehalt ist kein signifikanter Unterschied zwischen diesen drei Gesellschaften zu erkennen.

Innerhalb der einzelnen Moore nimmt der Nährstoffgehalt von den Rändern gegen das Innere hin ab (Verdünnungseffekt). Vergleicht man die Gesamt-Nährstoffkonzentration der Moore, so scheint das Schittermoos am besten versorgt zu sein, was das *Trichophoretum* betrifft, und am geringsten, was das *Sphagnetum fusci* anbelangt. Am Rosaninsee ist das Moor III etwas besser dran als das Moor II, am besten aber der See (I). Die Ursache dafür dürfte in den günstigeren Mineralisierungsbedingungen im Moor III (engeres C/N-Verhältnis) bei höherem pH-Wert und im See in der Durchströmung (höherer O<sub>2</sub>-Gehalt) liegen.

Bei den pflanzenverfügbaren Nährstoffen P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O besitzen *Sphagnum*-Torfe in vielen Fällen eine höhere Austauschfähigkeit als Niedermoororte. Berücksichtigt man dazu noch die Untersuchungen von BREHM 1968, 1970, RUDOLPH 1963, 1965 sowie GIES und LÖTSCHERT 1973, die eine mehr oder minder starke Anreicherung von Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> und K<sup>+</sup> in den Sphagnumköpfen feststellten, so ist anzunehmen, daß diese Stoffe für die Sphagnumkeime keinen Minimumfaktor darstellen. Durch die dauernden Ansäuerungsverfahren wird jedoch ein Milieu geschaffen, das die Sphagnumarten gegenüber anderen Arten konkurrenzfähig macht, dadurch aber auch die Moorvegetation selbst beeinflußt. Dazu kommen die begrenzenden Faktoren Phosphat und Stickstoff (Peinomorphose nach WALTER 1960). Daß andererseits höher Ca<sup>++</sup>-Konzentrationen auf Torfmoose giftig wirken, ist seit langem bekannt (PAUL 1908). Die einzelnen *Cariceten* zeigen bezüglich ihrer Versorgung mit austauschbarem P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O im großen und ganzen gute Übereinstimmung mit den Moorbässern: so besaßen die höchsten Werte die *Trichophoreten*, die geringsten das *Caricetum limosae* im Zentrum von Moor II.

Die moorkundlich wichtige Frage nach dem Vorhandensein und der Lage einer Mineralbodenwassergrenze in den alpinen Mooren kann auf Grund der wenigen Einzelproben noch nicht beantwortet werden. Abgesehen von den großen Talmooren gibt es in den Alpen kaum eine im nordischen Sinn „lupen-reine“ Hochmoorvegetation. Heißt das aber nun, daß ombrotrophe Vegetation hier fehlt oder muß in den Alpen wegen des hohen Staubeintrages „grundwasserunabhängige Moorernährung“ anders definiert werden? Gibt es neben dem minerotrophen und dem ombrotrophen Moortyp noch einen dritten, etwa ombro-anerotrophen? Sind die durch den Flugstaub zugeführten Ionenmengen so groß, daß auch in vom Grundwasser unbeeinflussten Moorteilen Arten wie *Carex rostrata* und *Carex pauciflora* gedeihen können? Weitere Untersuchungen sind nötig, um diese Fragen zu beantworten.

Einen Vergleich der Kationengehalte zwischen dem *Sphagnetum fusci* im Lungau und den Hochmoorbässern anderer europäischer Gebiete gibt Tab. 7 wieder.

Abschließend sei nochmals darauf hingewiesen, daß eine genaue Erfassung des Nährstoffhaushaltes in Mooren wegen der starken jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen nur durch Reihenuntersuchungen über einen längeren Zeitraum möglich ist.

### Das Hohe Moos bei Falbeson, Stubaier Alpen

(Abb. 4, Tab. 8)

Als Beispiel für ein Gletschertalmoor wird das Hohe Moos bei Falbeson, Stubaier Alpen, Tirol, mit seiner heutigen Vegetation vorgestellt. In einem kleinen Nebental des Stubaitales, westlich des Weilers Falbeson, liegt in

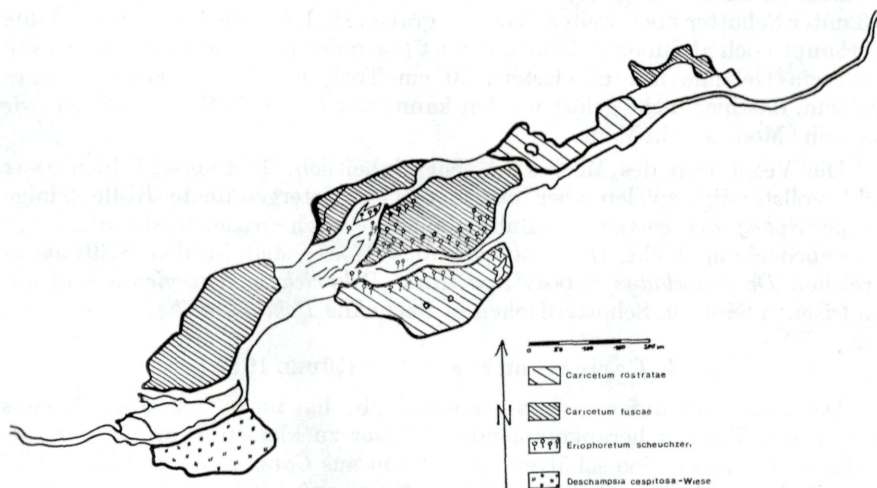


Abb. 4: Das Hohe Moos bei Falbeson in den Stubaier Alpen, Tirol, 2280—2300 m Seehöhe.

2280—2300 m Seehöhe das Moor, nach dem GAMS (1947) seinen „Hochmoos-typ“ benannt hat. Im Talhintergrund strömt von der Nordflanke der Ruderhofspitze (3474 m) der Hochmoosferner herab; auch der Großteil der Talumrahmung ist vergletschert und überragt den Talboden um durchschnittlich 800 m. Im Tal gab es anscheinend nie ein größeres stehendes Gewässer, obwohl äußerlich Anklänge an ein „Staumäandermoor“ erkennbar sind. Der Talboden und die Umgebung bestehen aus Zentralgneis, Böden und Gewässer dürften demnach sehr elektrolytarm sein. Die enge Tallage bedingt ein sehr spätes Ausapern; so war z. B. das Moor am 23. Juli (!) 1975 noch zu  $\frac{1}{3}$  schneebedeckt und auf den Gewässern trieben Eisschollen. Am 14. August 1976 hingegen zeigte sich die Vegetation voll entwickelt und *Eriophorum scheuchzeri* reichlich fruchtend. Die Aperzeit ist also sehr kurz und beträgt nur 2—3 Monate; die Schneelage im Winter beträgt mehrere Meter. Unter diesen extremen Bedingungen ist nur mehr ein bescheidenes Torfwachstum möglich, das dazu

noch immer wieder durch Überschotterung unterbrochen wird, wenn der Gletscherbach seinen Lauf verändert. Der Falbesoner Bach durchfließt in vielen Mäandern und aufgespalten in mehrere Arme, die sich immer wieder verändern, das Moor. Durch den mitgeschleppten Schotter und Sand erhöht er ständig sein Bett, wodurch das Gelände zwischen Bach und Hangfuß tiefer zu liegen kommt und durch die Sickerwässer vom Bach einerseits und die vom Hang herabkommenden Gerinne andererseits versumpft. Das Moor besteht daher aus sieben Teilflächen, die sich beiderseits des schotterigen Bachbettes anordnen und zusammen ca. 8,75 ha ausmachen. Der größere Teil dieser Flächen, besonders im Talinneren, zeigt jedoch kaum eine Torfbildung; die Feuchtvegetation wurzelt vielmehr hier direkt im Gneisgrus. Die mächtigste beobachtete Torfbildung erreichte nur 70 cm, es ist aber nicht ausgeschlossen, daß unter Schotter noch weitere Torfe begraben sind. Ob ein derartiges Gebilde überhaupt noch als Moor zu bezeichnen ist (nach der Definition von SCHREIBER 1910: ein Gelände mit mindestens 50 cm Torf) ist ein nomenklatorisches Problem, das hier nicht gelöst werden kann; mit GAMS (1947) bezeichnen wir das Hohe Moos als ein Moor.

Die Vegetation des Moores ist sehr einheitlich. Torfmoose fehlen zwar nicht vollständig, spielen aber nur eine ganz untergeordnete Rolle (einige wenige *Sphagnum compactum*-Bulte); offensichtlich ertragen sie die lange Schneebedeckung nicht. Die dominierenden Moose sind in den Stillwasserbereichen *Drepanocladus exannulatus* sowie *Polytrichum norvegicum* und auf den frischen Sand- u. Schotterflächen in Bachnähe *Pohlia gracilis*.

### 1. Caricetum rostratae RÜBEL 1912

Der vom Bach aufgeworfene Schotterdamm hat im Mittelteil des Moores die von den Hängen herabkommenden Wässer zu kleinen Tümpeln gestaut, an deren Rand sich eine schütterere Vegetation aus *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium* und *Drepanocladus exannulatus* angesiedelt hat. An flachen Uferstellen kommen hier auch *Gymnocolea inflata*, *Calliergon stramineum*, ja *Saxifraga stellaris* vor. In weiterer Folge verdichtet sich das Wurzelgeflecht der Seggen zu einer Art Schwingrasen ähnlich dem am Rosaninsee, nur kommen keine Torfmoose, sondern ausschließlich *Drepanocladus exannulatus* vor. Vereinzelt tritt hier auch *Carex magellanica* auf; *Carex limosa* hingegen wurde nicht beobachtet, ebenso wenig *Eriophorum vaginatum*. *Carex fusca* leitet den Übergang zur nächsten Gesellschaft ein.

### 2. Caricetum fuscae BRAUN-BLANQUET 1915

Etwa die Hälfte der vermoorten Fläche wird heute vom Braunseggenried bedeckt. Wie am Rosaninsee entspricht die Ausbildung der Subass. caricetosum fuscae bei BRAUN-BLANQUET (1971), von den dort angeführten Charakterarten der Assoziation kommen sechs im Moor vor (*Junus filiformis*, *Viola palustris*, *Phleum alpinum*, *Epilobium nutans*, *Carex canescens*, *Carex magellanica*). Neben dem fast völligen Fehlen der Torfmoose fällt das häufige Auftreten von *Gymnocolea inflata* auf; die Vegetationsdecke ist eben nicht überall geschlossen, sondern läßt Rohbodenbesiedlern Raum. Die Vegetation

**Tab. 8: Vegetation im Hohen Moos, Stubai 2280–2300 m**

[illegible]

je 1x: *Carex atrata* (34), *Chrysanthemum alpinum* (79), *Euphrasia minima* (79), *Geum montanum* (78), *Hutchinsia alpina* (34), *Leontodon montanus* (62), *Ligusticum mutellina* (85), *Ranunculus glacialis* (34), *Saxifraga bryoides* (34), *Sedum alpestre* (35), *Bryum* sp. (73), *Dicranella secunda* (34), *Dicranoweisia crisp.* (34), *Marsipella emarginata* (82).

Alle Aufnahmen: Hohes Moos bei Falbeson, Stubai-er Alpen, Tirol. 13.-15. August 1976.



ist nur schwach gegliedert; eine Ausbildung mit *Carex rostrata* vermittelt zur vorbesprochenen Gesellschaft. Eine Variante mit *Carex canescens* besiedelte Stellen mit etwas besserem Torfwachstum. An kleinen Gerinnen finden sich Moos-Kleingesellschaften ein, die aber hier nicht behandelt werden.

In dieser Höhenlage und den heutigen Klimabedingungen muß das *Caricetum fuscae* wohl als Dauergesellschaft betrachtet werden. Denkbar wäre ein allmählicher Übergang in eine *Deschampsia caespitosa*-Wiese, wie sie im Talinneren fragmentarisch entwickelt ist. Eine Sukzession zum *Curvuletum* wird wohl immer durch die Nässe verhindert.

### 3. *Eriophoretum scheuchzeri* RÜBEL 1912

Entlang der Bachufer, auf frisch geschütteten Sandflächen sowie an alten Mäandern, die nur mehr schwach durchströmt werden, stellt sich als Erstbesiedler eine Vegetation ein, die zum *Eriophoretum scheuchzeri* gestellt wurde, obwohl sie vom gewohnten Bild dieser Assoziation (z. B. BRAUN-BLANQUET 1971) abweicht. Zuerst stellt sich auf den nackten Sandflächen ein dichter Rasen von *Pohlia gracilis* ein, die Mitte August so reichlich fruchtet, daß man diese Bereiche schon von weither rötlich schimmern sieht. Als bald setzt sich aber auch schon *Eriophorum scheuchzeri* fest und zwischen dessen Halmen weitere Rohbodenpflanzen, nämlich *Cerastium cerastoides*, *Sagina saginoides*, *Veronica alpina* und *Equisetum variegatum* sowie das Lebermoos *Blasia pusilla*.

Bei dichterem Vegetationsschluß treten dann — sofern nicht ein Hochwasser vorher alles unter neuem Sand begräbt — auch *Carex fusca* und *Eriophorum angustifolium* in die Gesellschaft ein und *Pohlia gracilis* wird von *Drepanocladus exannulatus* abgelöst. *Epilobium nutans*, von BRAUN-BLANQUET (1971) als Charakterart des *Caricetum fuscae* angeführt, ist im Hochmoos im *Eriophoretum scheuchzeri* erheblich häufiger. Auch die *Philonotis*-Arten, besonders *Philonotis seriata*, spielen eine wichtige Rolle. Als Seltenheit ist ein Vorkommen von *Carex lachenalii* zu erwähnen.

Das *Eriophoretum scheuchzeri* wurde von RÜBEL (1912) aus dem Berninagebiet von den Uferzonen stehender Gewässer beschrieben; auch bei BRAUN-BLANQUET (1971) wird die Gesellschaft in diesem Sinne verstanden. Der Artenbestand unserer Aufnahmen ist aber doch so ähnlich, daß es ohne Schwierigkeit möglich ist, sie hier anzuschließen. Das *Eriophoretum scheuchzeri* kommt also gelegentlich auch an fließenden Gewässern vor. Der Name *Eriophoretum scheuchzeri* RÜBEL 1912 wird von RYBNICEK-RYBNICKOVA (1977) verworfen, weil die Tabelle von RÜBEL keine Kryptogamen enthält. Es stellt sich hier die Frage, ob es sinnvoll ist, durch enge Auslegung von Nomenklaturregeln (BARKMAN et al. 1976) die gleichen Schwierigkeiten heraufzubeschwören, die von der Sippen-systematik her zur Genüge bekannt sind. Es dürfte doch besser sein, seit langem eingeführte Namen, die eindeutig definiert sind, beizubehalten, was hier geschieht. Das *Eriophoretum scheuchzeri* bildet keinen Torf und ist daher keine Moorgesellschaft im strengen Sinn; zum Vegetationskomplex des Hochmooses gehört es aber eindeutig dazu.

An einigen Stellen des Moores sind bereits recht deutliche Anklänge an die Schneetälchenvegetation erkennbar; diese Aufnahmen wurden als „*Salix herbacea*-Stadien“ zusammengefaßt und lassen sich sowohl dem Caricetum fuscae als auch dem Eriophoretum scheuchzeri angliedern. Der Boden zwischen den einzelnen Exemplaren von *Carex fusca* und *Eriophorum angustifolium* wird dort von *Salix herbacea*, *Polytrichum norvegicum* und *Pohlia gracilis* bedeckt; spärlicher sind *Soldanella pusilla*, *Sibbaldia procumbens* und *Gnaphalium supinum* vertreten. Daraus folgt, daß in der alpinen Stufe mit zunehmender Höhe die Moorgesellschaften und Seggensümpfe allmählich in die Schneetälchenvegetation übergehen. Die Schneetälchen stellen gewissermaßen den letzten Ausklang der Feuchtvegetation in der alpinen Stufe dar. Der im Talhintergrund in 2575 m Höhe liegende kleine Falbesoner See ist wie seine Ufer vegetationslos, wenn man von spärlichen Decken von *Anthelia juratzkana* absieht.

Die im Mikrorelief am höchsten liegenden Teile des Talbodens werden von einer *Deschampsia caespitosa*-Wiese eingenommen, von der — da sicher nicht mehr zu den Moorgesellschaften gehörig — nur einige Beispiele aufgenommen wurden. Neben der Horstschniele kommen hier Arten wie *Agrostis rupestris*, *Poa alpina*, *Nardus stricta* und dgl. vor und leiten den Übergang zu Rasengesellschaften ein.

Chemische Analysen sowie Torfuntersuchungen wurden in diesem Moor nicht durchgeführt.

### Zusammenfassung

Es wird versucht, die Höhenvariation der Moorvegetation in der alpinen Stufe an Hand von drei Beispielen darzustellen und die bodenökologischen Hintergründe aufzuhellen. In der Übergangszone um den Waldgrenzbereich klingt die Hochmoorvegetation rasch aus und löst sich in Inseln, die den Cariceten bzw. Trichophoreten eingelagert sind, auf, wobei von unten minerotrophe Arten durchwachsen, die Hochmoorvegetation somit nicht mehr „lupenrein“ ist. Floristisch sind sie wegen des Vorkommens von *Betula nana* und *Vaccinium microcarpum* interessant (Schittermoos im Schönfeld, 1726 m). Diese Sphagnetum fusci-Inseln sind zwar nicht so nährstoffarm wie etwa die Hochmoore des Schwarzwaldes (HÖLZER 1977), heben sich aber doch stark von den Trichophoreten, in die sie eingelagert sind, ab; so beträgt z. B. der  $\text{Ca}^{++}$ -Gehalt nur 1,9—2,3 mg/l. Die bisher mit 1 mg/l angegebene Mineralbodenwassergrenze wird aber doch recht deutlich überschritten. Die Frage, ob man trotzdem von Hochmoorvegetation sprechen kann, wird zur Diskussion gestellt.

Die Rosaninmoore (2040—2060 m) im innersten Kremsbachtal werden heute von einem Caricetum rostratae (Moor I Rosaninsee), sowie Sphagno-maius-Caricetum limosae (Moor II) und Caricetum fuscae (Moor II und III) bedeckt. Das Caricetum limosae ist davon am schlechtesten mit Nährstoffen versorgt, das Seewasser am besten, das Caricetum fuscae nimmt eine Mittelstellung ein; die Unterschiede sind jedoch wenig signifikant. Mögliche Gründe für das Zustandekommen der einzelnen Werte werden dargelegt.

Die Rosaninmoore sind z. T. durch Verlandung (Moor II) z. T. durch Versumpfung (Moor III) entstanden. Die Entwicklung begann im Subboreal, im Moor II möglicherweise bereits im Atlantikum und ging ohne Unterbrechung bis zur Gegenwart weiter. Da die fossile mit der rezenten Vegetation übereinstimmt, kann nicht von heute toten, fossilen Gebilden gesprochen werden; das Moorwachstum geht vielmehr allem Anschein nach auch heute weiter, wenn auch durch die Beweidung beeinträchtigt. Pollenflora und Nadel-funde zeigen eindeutig, daß die Umgebung der Moore bis in jüngere Zeit herauf bewaldet war, wobei Zirbe und auch Grünerle einen hohen Anteil innehatten. Die heutige Waldgrenze ist als künstlich gedrückt zu betrachten und die Zwergstrauchheiden als Waldrelikte.

In dem erheblich höher gelegenen Hohen Moos, Stubai Alpen (2280—2300 m) spielen Torfmoose in der Vegetation keine Rolle mehr. Das Moor ist in einem flachen Talboden durch Aufschotterung des Gletscherbaches und Versumpfung der dahinter gelegenen Teile des Talbodens entstanden. Auf den frisch geschütteten Sandböden am Bach führt die Vegetationsentwicklung über ein *Pohlia gracilis*-Stadium zunächst zum Eriophoretum scheuchzeri, dann in den Teilen zwischen Bach und Hangfuß entweder zum Caricetum fuscae oder — bei Bildung kleiner Tümpel — zum Caricetum rostratae. An einigen Stellen breitet sich im Caricetum fuscae *Salix herbacea* aus und leitet mit anderen Schneetälchenpflanzen den Übergang zur Schneetälchenflora ein. Die Schneetälchengesellschaften stellen den letzten Ausklang der Feuchtvegetation in der alpinen Stufe dar, wenn wir von den Torfhügelmooren (GAMS 1941) absehen.

### Literatur

- ALETSEE, L., 1967: Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzengeographischen Analyse der europäischen Regenwassermoorstandorte. I. u. II, Beitr. z. Biologie d. Pfl. 43, 117—160 u. 161—283.
- ALVA, 1972: Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchs-Anstalten in Österreich. p. A. Bundesanstalt für Bodenkartierung und Bodenwirtschaft, 1200 Wien, Denisgasse 31.
- ANSCHÜTZ, I. u. GESSNER, F., 1954: Der Ionenaustausch bei Torfmoosen (*Sphagnum*). Flora 141, 178—236.
- BADEN, W., KUNTZE, H. und NIEMANN, J., 1969: Bodenkunde. 430 S., Stuttgart.
- BARKMAN, J. J., MORAVEC, J. und RAUSCHERT, S., 1976: Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. Vegetatio 32/3, 131—185.
- BAUMANN, A., 1909: Untersuchungen über die Humussäuren I. Teil. Mitt. d. kgl. bayer. Moorkulturanstalt 3, 52—123.
- BAUMANN, A. und GULY, E., 1910: Untersuchungen über die Humussäuren II. Teil. Mitt. d. kgl. bayer. Moorkulturanst. 4, 31—156.
- BORTENSCHLAGER, S., 1967: Pollenanalytische Untersuchung des Seemooses im Lungau (Salzburg). Verh. zool. bot. Ges. Wien 107, 57—74.
- 1970: Waldgrenz- und Klimaschwankungen im pollenanalytischen Bild des Gurgler Rotmooses. Mitt. Ostalp. din. Ges. f. Vegetationskunde 11, 19—26.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1915: Les Covennes meridionales (massif de l'Aigoual). Arch. Sci. Phys. Nat. 48, 207 S.
- 1964: Pflanzensoziologie. 3. Aufl. 865 S., Wien.
- 1971: Übersicht der Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung III. Teil: Flachmoorgesellschaften. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 46. Heft, 71 S.

- BRAUN-BLANQUET, J. und JENNY, H., 1926: Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen (Klimaxgebiet des *Caricion curvulae*). Denkschr. Schw. Naturf. Ges. 63, 2, Zürich.
- BREHM, B., 1968: Die Bedeutung des Kationenaustausches für den Kationengehalt lebender Sphagnen. *Planta* 79, 324–345.
- 1970: Kationenaustausch bei Hochmoorpaghen: Die Wirkung von an den Austauscher gebundenen Kationen in Kulturversuchen. *Beitr. Biol. d. Pfl.* 47, 91–116.
- CAJANDER, A. K., 1913: Studien über die Moore Finnlands. 208 S., Helsinki.
- CLYMO, R. S., 1963: Ion exchange in *Sphagnum* and its relation to bog ecology. *Ann. of Bot.* 27, 309–324.
- 1964: The origin of acidity in *Sphagnum* bogs. *Bryologist* 67, 427–431.
- CRAIGIE, J. S. und MAAS, W. S. G., 1966: The Cation-Exchanger in *Sphagnum* ssp. *Ann. of Bot.* 30, 117, 153–154.
- DIERSEN, K., 1977: Zur Synökologie von *Betula nana* in Mitteleuropa. *Phytocoenologia* 4/2, 180–205.
- DU RIETZ, G. E., 1954: Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der nord- und mitteleuropäischen Moore. *Vegetatio* 5/6, 571–585.
- EHRENDORFER, F. und Mitarb., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Aufl., 317 S., Stuttgart.
- EGNER, H. und ERICSSON, E., 1955: Current data on the chemical composition of air and precipitation. *Tellus* 7, 12.
- EMANUELSSON, A., ERICSSON, E. und EGNER, H., 1954: Composition of atmospheric precipitation in Sweden. *Tellus* 6, 261–267.
- FEIGE, W., 1969: Bestimmung der Kationenaustauschkapazität und austauschbarer Kationen von karbonatfreien Moorböden. *Z. f. Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde* 123/2, 101–105.
- FIRBAS, F., 1925/26: Über einige hochgelegene Moore Voralbergs. *Z. f. Bot.* 18, 545–586.
- 1931: Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. *Jahrb. f. wiss. Bot.* 74, 457–696.
- 1952: Einige Berechnungen über die Ernährung der Hochmoore. *Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich* 25, 177–200.
- und SAGROMSKY, H., 1947: Untersuchungen über die Größe des jährlichen Pollenniederschlags vom Gesichtspunkt der Stoffproduktion. *Biolog. Centralbl.* 66, 129–140, Leipzig.
- FISCHER, W. und KADNER, R., 1962: Kationenaustauschkapazitäten von Torf- und Braunkohlenproben, untersucht nach der Methode von Mehlich-Schachtschnabel. *Freiberger Forschungshefte A* 254, 87–122.
- FRITZ, A., 1967a: Pollenanalytische Untersuchungen zur Verschiebung der Waldgrenze in den Gurktaler Alpen, Kärnten. *Carinthia II* 77, 109–132.
- 1967b: Beitrag zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens. *Carinthia II* 77, 5–37.
- FRÜH, J. und SCHRÖTER, C., 1904: Die Moore der Schweiz. 751 S., Bern.
- GAMS, H., 1927: Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. *Int. Rev. d. ges. Hydrogr. u. Hydrobiol.* 18, 305–387.
- 1932: Beiträge zur Kenntnis der Alpenmoore. *Abh. natw. Ver. Bremen* 28, 18–41.
- 1941: Torfhügelmoore in den Zentralalpen. *Aus der Heimat* 54, 60–66.
- 1942: Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moorwachstums in den Alpen. *Abh. natw. Ver. Bremen* 32, 115–133.
- 1947: Die Fortschritte der alpinen Moorforschung von 1932 bis 1946. *ÖBZ* 94, 235–264.
- 1958a: Die Alpenmoore. *Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Alpenpfl. u. -tiere* 23, 15–28.
- 1958b: Staumäandermoore. *Z. f. Glotcherk. u. Glazialgeol.* Bd. 4, 87–98.
- 1973: Die Moos- u. Farnpflanzen. *Kleine Kryptogamenflora* Bd. IV, 5. Aufl., 248 S., Stuttgart.

- GIES, Th., 1972: Die Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön). Dissertationes Botanicae 20, 175 S., Lehro.
- und LÖTSCHERT, W., 1973: Untersuchungen über den Kationengehalt im Hochmoor II. Jahreszeitliche Veränderungen und Einfluß der *Sphagnum*-Vegetation. Flora 162, 244—268.
- GÖTTLICH, K. H., 1965: Ergebnisse und Ziele bodenkundlicher Studien in Moor und Anmoor dargelegt an hydropedologischen Untersuchungen in SW-Deutschland. Arb. landw. Hochschule Hohenheim 33, Stuttgart.
- 1976: Moor- und Torfkunde. 269 S., Stuttgart.
- GREB, H., 1957: Der Einfluß tiefer Temperatur auf die Wasser- und Stickstoffaufnahme der Pflanzen und ihre Bedeutung für das „Xeromorphieproblem“. Planta 48, 523—563.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., 1972: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe I. Telma 2, 19—55.
- 1974a: Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe II. Telma 4, 51—117.
- 1974b: Zum Verlauf der Verlandung bei einem eutrophen Flachsee (nach quartärbotanischen Untersuchungen am Steinhuder Meer) I. Heutige Vegetationszonierung, torfbildende Pflanzengesellschaften der Vergangenheit. Flora 163, 179—229.
- GULLY, E., 1913: Untersuchungen über die Humussäuren III. Die chemische Zusammensetzung und das Basenabsorptionsvermögen der Sphagnen, die Abhängigkeit derselben vom Standort und die Bedeutung der einzelnen Nährstoffe bei der Bildung vom Hochmoor. Mitt. d. kgl. bayer. Moorkulturanstalt 5, 1—84.
- HARTL, H., 1967: Vegetationskundliche Notizen zu einem Niedermoor auf dem Kohnock (Turracher Höhe). Carinthia II 77, 132—135.
- HÖLZER, A., 1977: Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach. Diss. botanicae 36, 195 S., Vaduz.
- HUECK, K., 1928: Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore. Beitr. z. Naturdenkmalpfl. 12/13, 151—214.
- ISOVITA, P., 1966: Studies on *Sphagnum* L. I. Nomenclatural revision of the European Taxa. Ann. bot. Fenn. 3, 199—264.
- JENSEN, U., 1961: Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. Veröff. Nieders. Landesverw. f. Naturschutz u. Landschaftspflege 1, 73 S., Hannover.
- JUNGK, A., 1964: Über die selektive Kationenabsorption von Torf. Z. f. Pflanzenernährung, Düng., Bodenk. 104, 206—216.
- KAULE, G., 1973: Typen und floristische Gliederung der voralpinen und alpinen Hochmoore Süddeutschlands. Ber. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 51, 127—143.
- 1974: Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. Diss. botanicae 27, 345 S., Lehro.
- KEIDEL, B., 1975: Die Zirbe im Lungau. 95 S., Salzburg.
- McKEE, H. S., 1962: Nitrogen metabolism in plants. Oxford.
- KOCH, W., 1928: Die höhere Vegetation der subalpinen Seen- und Mooregebiete des Val Piora (St. Gotthard-Massiv). Z. f. Hydrol. 4, 131—174.
- KOTILAINEN, M. J., 1928: Untersuchungen über die Beziehung zwischen der Pflanzendecke der Moore und der Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wiss. Veröff. d. Finn. Moorkulturver. 7, 219 S., Helsinki.
- KRAL, F., 1971: Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Veröff. d. Inst. f. Waldbau an der Hochschule f. Bodenkultur in Wien, 145 S., Wien.
- KRISAI, R., 1966: Pflanzensoziologische Untersuchungen in Lungauer Mooren. Verh. zool. bot. Ges. Wien 105/106: 94—136.
- 1973: Hochmoorverbreitung und Hochmoorvegetation im Ostalpenraum. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 51: 144—154.
- 1975: Die Ufervegetation der Trumer Seen (Salzburg). Diss. botanicae 29, 195 S., Vaduz.

- KRISAI, R., 1978: Die Verbreitung der Kleinfrüchtigen Moosbeere (*Vaccinium microcarpum*) in Österreich. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 43, 219–226.
- LÖTSCHERT, W., 1963: Mikrotopographische pH-Messungen in Hoch- und Flachmooren. Z. f. Bot. 51, 452–467.
- 1969: Pflanzen an Grenzstandorten. 167 S., Stuttgart.
- LUQUET, A., 1926: Essai sur la géographie botanique de l'Auvergne. Les associations végétales de massif des Monts Dore. 263 S., Saint Dizier.
- MARTHALER, H., 1938: Die Stickstoffernährung der Hochmoorpflanzen. Zugleich ein Beitrag zum Xeromorphieproblem. Jahrb. f. wiss. Bot. 88, 723–758.
- MELIN, E., 1917: Studier över de Norrländska myrmarkernas vegetation. Norrlandskt Handbibliotek VII, 426 S., Stockholm.
- MONTFORT, C., 1918: Die Xeromorphie der Hochmoorpflanzen als Voraussetzung der „physiologischen Trockenheit“ der Hochmoore. Z. f. Bot. 10, 257–352.
- MOTHEs, K., 1932: Ernährung, Struktur und Transpiration. Ein Beitrag zur kausalen Analyse der Xeromorphosen. Biol. Cbl. 52, 193–223.
- MÜLLER, K., 1968: Ökologisch-vegetationskundliche Untersuchungen in ostfriesischen Mooren. Ber. dt. bot. Ges. 8/6, 221–237.
- 1973: Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an Niedermoorpflanzen-Standorten des ombrotrophen Moores unter besonderer Berücksichtigung seiner Kolke und Seen in NW-Deutschland. Beitr. Biol. d. Pfl. 49, 147–235.
- MÜLLER-STOLL, W. R., 1947: Der Einfluß der Ernährung auf die Xeromorphie der Hochmoorpflanzen. Planta 35, 225–251.
- NORDHAGEN, R., 1927: Die Vegetation und Flora des Sylene-Gebietes I. Die Vegetation. 612 S., Oslo.
- OBERDORFER, E., (Hrsg.) 1977: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. 2. Aufl., 311 S., Stuttgart.
- OSVALD, H., 1925: Die Hochmoortypen Europas. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 3: 707–723.
- OVERBECK, F., 1975: Botanisch-geologische Moorkunde unter besonderer Berücksichtigung der Moore NW-Deutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- u. Siedlungsgeschichte. 719 S., Neumünster.
- PAUL, H., 1908: Die Kalkfeindlichkeit der Sphagna und ihre Ursache, nebst einem Anhang über die Aufnahmefähigkeit der Torfmoose für Wasser. Mitt. d. kgl. bayer. Moorkulturanst. 2, 63–118.
- PUUSTI-JÄRVI, V., 1954/55: On the humic acids of peat soils. Acta Agric. Scandinavica 5, 257–279.
- 1955: On the colloidal nature of peat-forming mosses. Arch. Soc. zool.-bot. fenn. „Vanamo“ 9, 257–272.
- RAMANN, E., 1910: Bodenkunde. 3. Aufl., Berlin.
- RASSAERTS, H., 1978: Die Staubbiederschlagsbelastung im Land Salzburg. Umweltschutz Jg. 15, Heft 1–3.
- RATHSACK, K. und JUNGK, A., 1964: Über die Pufferung und Kationensorption von Torf. Z. f. Pflanzenernährung, Düng., Bodenk. 104, 93–204.
- RENGER, M., 1964: Die Bestimmung und Berechnung der Austauschkapazität des Bodens und seiner organischen und anorganischen Anteile. Diss. Hannover.
- RÜBEL, E., 1912: Pflanzengeographische Monographie des Bernina-Gebietes. 615 S., Leipzig.
- RUDOLPH, K., FIRBAS, F. und SIGMOND, H., 1928: Das Koppenplanmoor im Riesengebirge. Lotos 76, 174–222, Prag.
- RUDOLPH, H., 1963: Die Kultur der Sphagnen unter definierten Bedingungen als Weg zur Klärung physiologischer und ökologischer Probleme im Hochmoor. Ber. dtsh. bot. Ges. 76, 16–20.
- und BREHM, K., 1965: Kationenaufnahme durch Kationenaustausch? Neue Gesichtspunkte zur Frage der Ernährungsphysiologie der Sphagnen. Ber. dtsh. bot. Ges. 78, 484–491.
- RYBNICEK, K. und RYBNICKOVA, E., 1977: Mooruntersuchungen im oberen Gurgltal, Ötztaler Alpen. Folia geobot. phytotax. 12, 245–291, Prag.
- SARNTHEIN, R., 1936: Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer

- waldgeschichtlichen Bedeutung I. Brennergegend und Eisacktal. Beih. Bot. Cbl. 55/B, 544—631.
- SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHADEL, P., 1973: Lehrbuch der Bodenkunde. 448 S., Stuttgart.
- SCHIMPER, A. F. W., 1898: Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 876 S., Jena.
- SCHLICHTING, E. und BLUME, H. P., 1966: Bodenkundliches Praktikum. 209 S. Hamburg u. Berlin.
- SCHREIBER, H., 1910: Die Moore Vorarlbergs und des Fürstentums Liechtenstein. 177 S., Staab.
- 1913: Die Moore Salzburgs. 272 S., Staab.
- SCHRÖTER, C., 1908: Das Pflanzenleben der Alpen. 806 S., Zürich.
- Sjörs, H., 1948: Myrvegetation i Bergslagen. Acta phytogeogr. suecica 21, 299 S., Uppsala.
- 1950: On the relation between vegetation and electrolytes in northe Swedish mire waters. Oikos 2, 241—258.
- STEBING, L., 1965: Pflanzenökologisches Praktikum. 262 S., Berlin u. Hamburg.
- STOCKER, O., 1923: Die Transpiration und Wasserökologie nordwestdeutscher Heide- und Moorpflanzen am Standort. Z. f. Bot. 15, 1—23.
- TOLPA, S. und GORHAM, E., 1961: The ionic composition of waters from tree Polish bogs. J. Ecol. 49, 127—133.
- WAGNER, H., 1965: Die Pflanzendecke der Komperdellalm in Tirol. Doc. pour la carte de la Vegetation des Alpes III, 7—59, Grenoble.
- WALTER, H., 1960: Standortslehre. Einführung in die Phytologie Bd. III, 525 S., Stuttgart.
- WITTING, M., 1947: Kationsbestämningar i myrvaxtten. Bot. Notiser 4, 286—304.
- 1948: Preliminärt om delande om forstsatta Kationsbestämningar i myrvatten sammaren. Sv. bot. Tidskr. 42, 116—135.
- 1949: Kalciumgehalten i nagra nordsvenska myrvatten. Sv. bot. Tidskr. 42, 116—135.
- YERLY, M., 1970: Ecologie comparee des prairies marecageuses dans les Prealpes de la Suisse occidentale. Veröff. geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 44, 119 S.
- ZLATNIK, A., 1928: Aperçu de la vegetation des Krkonose (Riesengebirgo). Preslia 7, 94—150.

*Eingelangt:* 1978 04 03.

*Anschrift der Verfasser:* Univ.-Doz. Dkfm. Dr. Robert KRISAI, Linzerstraße 18, A-5280 Braunau am Inn. Dr. Thomas PEER, Institut für Botanik der Universität Salzburg, Freisaalweg 16, A-5020 Salzburg.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [118-119](#)

Autor(en)/Author(s): Krisai Robert, Peer Thomas

Artikel/Article: [Vegetationskundlich-ökologische Untersuchungen an drei Ostalpenmooren 38-73](#)