

Die Alpenmoore Bayerns – Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept

Alfred Ringler

Meinem Vater in Dankbarkeit gewidmet

Gliederung

	Seite
1. Definition und Unterscheidungsmerkmale der Alpenmoore .	7
1.1 Klimatische Eigenart der alpinen Moorregion .	7
1.2 Konkurrenz von Moor- und Aubildung	7
1.3 Moorgeschichte und -stratigraphie	7
1.4 Lage der Alpenmoore .	8
1.5 Trophische Struktur der Alpenmoore	8
1.6 Morphologische Vielfalt der Alpenmoore	8
2. Orographisch-morphologische Moortypen der bayerischen Alpen	8
3. Einflüsse des Alpenklimas auf das Werden und Vergehen der Moore	8
3.1 Die allgemeinen Klimaeigenschaften der alpinen Moorregion	10
3.2 Widerstandskraft der Alpenmoore gegen angreifende Klimakräfte	10
3.3 Prägung der Pflanzendecke durch extremes Wuchsklima	12
3.4 Die randalpine Moorregion im gesamtalpinen Klimagefüge	13
3.5 Klimatische Untergliederung der randalpinen Moorregion Bayerns	14
3.5.1 Höhenamplitude der Moore.	14
3.5.2 Höhenschwerpunktbereiche der Moore	14
3.5.3 Niederschlagsdargebot	14
3.5.4 Temperaturverhältnisse, Kontinentalität	15
3.6 Zum individuellen Geländeklima der Gebirgsmoore	15
4. Die Oberflächengestalt der Alpenmoore als Voraussetzung und Ergebnis von Wachstum, Abtrag, Massenselbstbewegung und -zufuhr	17
4.1 Alpenmoore als Bewegungskörper	17
4.2 Wachstumselemente der Alpenhochmoore .	19
4.2.1 Randgehänge	19
4.2.2 Randlagg .	19
4.3 Bewegungselemente der Alpenmoore (Querstrukturen)	20
4.4 Lineare Erosionsstrukturen (Rüllen)	21
4.5 Moorbewegung und -erosion als Gegenspieler	22
5. Alpenmoore im Haushalt der Naturlandschaft	23
5.1 Der Entwicklungszyklus der Hochlagenmoore	23
5.2 Die Entwicklung der Talmoore	24
5.3 Moorbildung und -einzugsgebiet	25
5.4 Typen hydrologischer und trophischer Systeme bayerischer Alpenmoore	28
6. Räumliche Gruppierung und Zonierung der Alpenmoore	34
6.1 Moorkonzentration in bestimmten geologischen Zonen	34
6.2 Moorverdichtungsbänder innerhalb geologischer Zonen	36
6.2.1 Oberbayerische Alpen	36
6.2.2 Allgäuer Alpen	38
6.3 Auffallender Moorreichtum entlang der Hauptwasserscheiden	38
6.4 Substratabhängigkeit der bayerischen Alpenmoore	39
6.5 Gesamtverbreitungsbild der bayerischen Alpenmoore – Aufteilung nach Landkreisen	40
6.6 Moorsysteme, Moordistrikte und Moorlandschaften	41
6.6.1 Grundprinzipien des Haushalts vermoorter Gebirgslandschaften	41
6.6.2 Moordistrikte als »ökologisch-funktionelle Raumeinheiten«	42
6.6.3 Nicht Einzelmoores, sondern Moordistrikte als Erhaltungsräume!	43
6.6.4 Moorlandschaften	44
7. Einige Bemerkungen zur Vegetation der bayerischen Alpenmoore	44
7.1 Offene Fragen der Synsystematik von (alpinen) Mooren	44
7.2 Charakteristische Vegetationskomplexe der bayerischen Alpenmoore und ihre Ursachen	45
7.2.1 Substratkontrast und -verwandtschaft zwischen Alpenmoor und Umfeld .	45
7.2.2 Geologische Grenzen als Vegetations- und Moorgrenzen; Ökotone und Ökokline .	45

	Seite
7.2.3 Extremklima als Dominanzfaktor	47
7.2.4 Nivellierung oder Begünstigung der Substratkontraste durch Nutzungen .	48
7.3 Alpine Moorvegetation als Ausdruck der Funktions-, Moor- und Landschaftstypen .	50
7.3.1 Lage und Standorte der Sickerfluren und Quellmoore .	51
7.3.2 Alpenmoore als azonale Inseln	52
7.3.3 Alpenmoore als extrazonale Inseln – Relative Standortkonstanz	53
7.3.3.1 Nordische Arten und Glazialrelikte in den Alpenmooren	53
7.3.3.2 (Sub)alpine Arten in Mooren der kollin-montanen Stufe	55
7.3.3.3 Floristische Exklaven innerhalb derselben Höhenstufe	56
8. Stellung und Bedeutung der Alpenmoore im Nutzungssystem (ausgewählte Beispiele)	56
8.1 Alpenmoore im Gebietswasserhaushalt	56
8.1.1 Allgemeines	56
8.1.2 Wasserregelung durch Moorvegetation und -oberflächenform	57
8.1.3 Lagebedingte Aufgaben der Alpenmoore im Gebietswasserhaushalt	58
8.2 Moore als Immissionsspeicher und -indikatoren .	60
8.3 Stofftransfer durch die Alpwirtschaft	61
8.4 Alpenmoore als Folge früherer Nutzungen?	62
9. Beeinträchtigungen der bayerischen Alpenmoore .	62
9.1 Moorzustand und Beweidung	63
9.1.1 Allgäuer Alpen	63
9.1.2 Ammergauer Alpen	64
9.2 Erholungsschäden	64
9.2.1 Allgäuer Alpen	64
9.2.2 Ammergauer Alpen	65
9.3 Entwässerung, Kultivierung, Torfstich	65
9.3.1 Allgäuer Alpen	65
9.3.2 Ammergauer Alpen	66
9.4 Wildschäden in den Gebirgsmooren	66
9.4.1 Allgäuer Alpen	66
9.4.2 Ammergauer Alpen	66
9.5 Moorbeeinträchtigung durch Wegebau, Straßenbau und Abraum	67
9.5.1 Allgäuer Alpen	67
9.5.2 Ammergauer Alpen	68
9.6 Querschnitt der Moorbeeinträchtigungen in den bayerischen Alpen östlich der Ammer	69
9.7 Allgemeine Kennzeichnung der Beeinträchtigung bayerischer Alpenmoore	70
10. Erhaltungskonzept für die bayerischen Alpenmoore	72
10.1 Vorbemerkung zur Tradition bayerischen Moorschutzes	72
10.2 Bausteine des Erhaltungskonzepts	72
10.3 Moorbewertung	72
10.3.1 Strukturmerkmale	73
10.3.2 Artenschutzmerkmale (Pflanzen)	73
10.3.3 Landschaftliche Lage- und Haushaltsmerkmale .	73
10.3.4 Liste der »Elitemoore« in den bayerischen Alpen	73
10.3.5 Versuch einer landkreisbezogenen Moorbewertung	78
10.3.5.1 Moorauswahl nach der Typenrepräsentanz	78
10.3.5.2 Moorauswahl nach der räumlichen Repräsentanz (Verteilungsrepräsentanz)	80
10.3.6 Moor-Grundnetz für die alpinen Naturschutzgebiete	81
10.4 Bestimmung des Moorsicherheitsbereiches	81
10.5 Welche Nutzungseinheiten bestimmen über das Moor?	83
LISTE DER ALMEN/ALPEN FÜR MOORSCHONENDE WEIDEORDNUNGSMASS- NAHMEN	83
10.6 Moorerhaltung aus alm/alpwirtschaftlicher Sicht	84
Nutzungsmodell für Almen/Alpen mit unersetzlichen Mooren	86
10.7 Moorerhaltung aus forst- und jagdwirtschaftlicher Sicht	88
10.8 Verantwortung von Wissenschaft und Lehre für die Alpenmoore – ein Nachwort	89
Anhang	
Literaturverzeichnis	90
Bildtafeln .	97

Vor der gewaltigen Hochalpenkulisse treten die Alpenmoore bescheiden zurück. Vielen werden sie als etwas eher Zufälliges und Versprengtes erschienen sein, als letzte Anklänge und Vorposten eines Ökosystems der Tieflagen. Nicht einmal in den moorreichen mittelgebirgigen Voralpen sind Moore so augenfällig wie im Vorland. So kommt es nicht von ungefähr, daß einigermaßen vollständige Moorbefandaufnahmen in den Bayerischen Alpen nur für die bearbeiteten Blätter der Geologischen Karte 1 : 25 000 vorliegen. Im Unterschied zu weiten Teilen der Inneralpen, Schweizer Voralpen und des Schweizer Jura (vgl. z.B. BORTENSCHLAGER 1966 und 1967, BORTENSCHLAGER & PATZELT 1969 und 1972, BRAUN-BLANQUET 1971, FIRBAS 1923 und 1926, FRITZ 1964, GAMS 1927, 1942, 1958 a und b, GRÜNIG 1955, KLÖTZLI 1973, KOCH 1926 und 1928, KRISAI 1966, 1968 und 1973, KUOCH 1954, LÜDI 1939, MARCUZZI 1960, SARNTHEIN 1936, 1940 und 1948, SCHAEFTLEIN 1962, SCHREIBER 1910 und 1913, WILDI 1977, ZOLLER 1960) sind die Moore der bayerischen Alpen nur sporadisch und in Teilaspekten erforscht (z.B. BRAUN 1967, KAULE 1973, 1974 und 1976; HOHENSTATTER, SCHUCH & VIDAL in den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000; HOHENSTATTER 1973, 1976 und 1977; JUNG 1963; KRAEMER 1965; LANGER 1959; PAUL & RUOFF 1932; PAUL 1937; RINGLER 1978; VOLLMAR 1947). Dabei zählen einige bayerische zu den moorreichsten alpinen Gebieten überhaupt. Eine naturschutzorientierte oder wenigstens naturschutzverwertbare Synopsis, wie sie etwa für die größeren Hoch- und Übergangsmoore Süddeutschlands (KAULE 1974), für die Schweiz (FRÜH & SCHRÖTER 1904, GRÜNIG in Bearb.), für Niedersachsen (SCHNEEKLOTH u. Mitarb. 1977, WILKE 1977) und Schleswig-Holstein (EIGNER 1978) vorliegt oder derzeit entsteht, ist umso dringlicher, als viele Alpenmoore zunehmend beweidet, durch Wegebau Zug um Zug entwertet, ja sogar melioriert werden.

Der folgende Beitrag stößt in diese Lücke, kann sie aber nur unvollständig schließen. Im gesteckten Rahmen ist eine Einzelbeschreibung, ja Erwähnung der mehr als 1000, z.T. kleinsten, Moorkommen der bayerischen Alpen ausgeschlossen. Überdies kennt der Verfasser nur in den Landkreisen Berchtesgaden, Traunstein, Rosenheim, Miesbach, Ostallgäu und Oberallgäu den größten Teil der Alpenmoore aus eigener Anschauung.

Die Kenntnis vieler Gebirgsmoore in den Landkreisen Bad Tölz-Wolfratshausen und Garmisch-Partenkirchen beruht auf Luftbildinterpretation und freundlichen Auskünften der Herren G. RITTER, H.M. SCHÖBER und K.E. JUNG vom »Biotopteam« am Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Weihenstephan.

Für die Möglichkeit, in unveröffentlichte Moorkarten der Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau Einsicht zu nehmen, gebührt den Herren Dr. M. SCHUCH und W. LA-FORCE mein Dank. Allen genannten Herren sowie auch Frau Dr. E. HOHENSTATTER – München, Frau Dr. E. LÜBENAU-NESTLE Kempten, den Herren Dr. W. BRAUN, Bayer. Landesanstalt f. Bodenkultur und Pflanzenbau, Dr. G. BUNZA, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, Dr. E. DÖRR, Kempten, Prof. Dr. G. GROSSE-BRAUCKMANN, Darmstadt, A. GRÜNIG, ETH Zürich, Dr. J. HÖLLER, München, Dr. R. KRISAI, Braunau, R. LOTTO, Garmisch-Partenkirchen, Dr. A. OBIADOWICZ, Polska Akademia Nauk, Instytut Botaniki, Krakow, Dr. Th. SCHAUER, Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, Dr. H. SCHMEIDL, Moorforschungsstelle Bernau, Dr. O. WILDI, Eidgen. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Prof. Dr. W. ZECH, Bayreuth, bin ich für Ratschläge, Hinweise, Begehungen, Diskussionen und Bestimmungen einzelner schwieriger Sippen dankbar. Herr Prof. Dr. KAULE, Stuttgart, unterstützte die Arbeit im Laufe der alpinen Biotopkartierung durch viele Diskussionen und gemeinsame Begehungen. Eine Reihe von ört-

lichen Informanten verschafften Einblick in neuere Zustandsveränderungen mancher Moore.

Für ihre Hilfe bei Einmeßarbeiten und Probenahmen möchte ich den Herren R. GEISER, München, K. GUNTER, Stuttgart, W. LIPPOLDMÜLLER, München, G. RITTER, Freising, vor allem aber G. SCHARL, Laufen, auch an dieser Stelle herzlich danken. Ersterer führte in einigen der Allgäuer Gebirgsmoore parallel zu den Transekt-Analysen Käfer-Bestandsaufnahmen durch (publ. in der entomologischen Fachliteratur). Moore aus der Sicht des Landwirts und der Alpwirtschaft zu sehen, lehrten mich seit 1977 meine Allgäuer Gastfreunde, die Familie HASLACH, Ofterschwang und viele Gespräche mit Alpleuten. Für ihre Beratung in alm-/alpwirtschaftlichen Fachfragen und stete Aufgeschlossenheit gebührt auch den Herren A. ENGLMAIER, K. WIMMER, Alpeninstitut München, Th. POPP, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Weihenstephan, mein Dank.

Ohne die freundliche Bereitstellung von Dienststätten hätte manches entlegene Moor wohl kaum aufgesucht werden können. Insbesondere den staatlichen Forstämtern Sonthofen und Oberammergau sei der verbindlichste Dank ausgesprochen.

Der Geländemühsal steht die kritische Aufbereitung für die Drucklegung nicht nach. Frl. H. HAXEL, ANL Laufen, danke ich hierfür ganz herzlich!

Moormorphologische und vegetationskundliche Ergebnisse wurden und werden an anderer Stelle eingehend niedergelegt (Ringler, 1978 und 1981). Für die wichtigsten Allgäuer Gebirgsmoore liegen ausgefüllte Gelände-Erhebungsbögen mit 45 Merkmalen, darunter auch möglichst vollständige Artenlisten, vor. Bestandsaufnahmen und einige Grundzüge des Konzepts sind bereits in die alpine Biotopkartierung (durchgeführt am Lehrstuhl für Landschaftsökologie, Weihenstephan, im Auftrag des Bayer. Landesamts für Umweltschutz, SCHÖBER 1979), in ein Forschungsvorhaben zur Alm-/Alpwirtschaft in Bayern (ENGELMAIER et al., 1979) und in Naturschutzkonzepte zur Landschaftsrahmenplanung für das Ammergebirge und Südostoberbayern (RINGLER & HERINGER, 1977, Ringler 1979) eingeflossen.

Der Beitrag versucht zusammengefaßt, z.T. hypothesenhaft, Alpenmoore als beeinflusste und beeinflussende Elemente im Landschafts(haushalts)gefüge zu charakterisieren und skizziert deshalb die Vegetationsverhältnisse nur am Rande.

Einen zweiten Schwerpunkt- bzw. besonders wichtigen Unterpunkt – bilden die gegenwärtig gravierendsten Beeinträchtigungen und Gefährdungen der Alpenmoore. Entsprechend dem Trend zu naturschutzbezogenen Folgerungen (z.B. BOLLER-ELMER 1977, EIGNER 1978, EIGNER & SCHMATZLER 1980, SCHUSTER 1980, WIEGLEB 1978, WILKE 1977, WITSCHER 1979, WITTIG 1980, ZIELONKOWSKI 1973, ZAHLHEIMER 1979) werden aus der Bestandsaufnahme Bewertungs-, Erhaltungs- und Managementvorschläge abgeleitet, die Ansätze für eine *Partnerschaft* zwischen Bodennutzung und Naturschutz bieten, vor allem aber eine *eigenverantwortliche* Bereinigung der Moorerhaltungsprobleme durch die Alm-/Alp- und Waldwirtschaft erleichtern sollen.

In dieser Absicht soll ein Nutzungsmodell für Hochlagenmoorgebiete im Weidebereich dazu beitragen, die konkurrierenden Ansprüche und Standpunkte wechselseitig verständlich und vielleicht sogar annehmbar zu machen.

Parenthetisch zu Bodenlandschaften, Ökotoptkomplexen und Ökochoren (vgl. z.B. SCHLICHTING 1975) sind Zuordnung und Beziehungen der trophisch verschiedenen Mooreinheiten (Hochmoor, Niedermoor, Quellflur, Bruch usw.) untereinander gerade bei den Alpenmooren besonders interessant und bedeutungsvoll. Es mußten daher alle trophischen und morphologischen Moortypen in die Betrachtung einbezogen werden.¹⁾ Schon daraus ergibt sich eine gewisse Ergänzung zu KAULE (1974), der sich auf Hoch- und Übergangsmoore beschränkte.

1) CAJANDER (1913) zufolge ist ein Moorkomplex ein hydrographisch mehr oder minder geschlossenes landschaftsökologisches System aus Flächen mehrerer Standortstypen.

Da nur von den wenigsten bayerischen Alpenmooren Profilschnitte, Toranalysen und Mächtigkeitsangaben vorliegen, richtete sich die Flächenauswahl nach dem oberflächlichen Erscheinungsbild, vor allem nach der Dominanz (potentiell) torfbildender Pflanzengemeinschaften. Die nach DIN 4047 für Moore geforderte Mindesttorftiefe von 20–50 cm ist für unsere Fragestellungen nur von sekundärer Bedeutung. Denn es ging uns mehr um eine qualitative Kennzeichnung des Wirkungssystems Alpenmoor¹⁾

1. Definition und Unterscheidungsmerkmale der Alpenmoore

Wir verstehen darunter alle Moore, die *südlich der morphologischen Alpengrenze* liegen oder *unmittelbar von Wasser- und Stofftransporten des Gebirges betroffen sind*. Beispiel:

Moorkomplexe, die wie das Murnauer Moos oder Süssener Moor bei Marquartstein in den Alpenkörper hineinreichen, lassen sich den Alpenmooren zurechnen, deutlich von den nördlichen Gebirgsabhängigen getrennte Stammbeckenmoore (z.B. des ehemaligen Rosenheimer Seebodens) dagegen nicht.

Die Alpenmoore lassen sich in erster Näherung in *Tal- und Hochlagenmoore* gruppieren. Erstere liegen auf den Böden der Haupttäler, letztere oberhalb davon, z.B. in Hochtälern, Karen, auf Sätteln, Kämmen, Hängen, ja sogar auf Gipfeln usw.

Tal- und Hochlagenmoore unterscheiden sich durch *jeweils andere Merkmale von den Vorlandmooren*: Talmoore vor allem durch ihre *Horizontalstruktur* (Flächenverhältnis von Quell- und Niedermoor zu Hochmoor, spezifische Lage der Hochmoorkerne), Hochlagenmoore zusätzlich durch Lage-, Größe-, Gestalts-, Ernährungs- und Vegetationsmerkmale. Tal- und Vorlandmoore haben also viel mehr gemeinsam als Hochlagen- und Vorlandmoore. Es ist deshalb verständlich, daß der Begriff »Alpenmoore« bisher vor allem auf Hochlagenmoore angewendet wurde (vgl. z.B. GAMS 1958 a).

Es folgt ein einleitender Katalog ausgewählter Merkmale, durch die sich Alpenmoore von Tieflagen- und Vorlandmooren unterscheiden (*Trennmerkmale von Alpenmooren*):

1.1 Klimatische Eigenart der alpinen Moorregion (vgl. auch Abb. 2)

Im Höhenbereich der bayerischen Alpenmoore (ca. 450–1900 m) hätte die Spanne der Vorlandmoore (400–900 m) etwa dreimal Platz. Nur wenige km auseinanderliegend, unterliegt das eine Alpenmoor mitteleuropäisch-gemäßigten Klimabedingungen, das andere aber bereits subalpinen bzw. subarktischen. Mit dem Höhenanstieg wachsen auch die Niederschläge, Schneehöhen, Windgeschwindigkeiten, Temperatur-Jahresschwankungen (thermische Kontinentalität) und die Frostwechseldynamik. Die Jahresmitteltemperaturen sinken. Die hohen Sommerniederschläge, Abschmelzraten (Föhnneinbrüche) und Abflußpenden, vor allem aber die häufigen Starkniederschläge fördern den Moorabtrag, dem der Temperatur- und Weidefaktor

(Aufhören des Moorwachstums, Trittbelastung, Entwaldung) Vorschub leistet.

Die außergewöhnliche höhenklimatische Vielfalt wird durch eine geländeklimatische (vgl. die morphologischen Moortypen) zusätzlich differenziert. Ein Charakteristikum dieser Moorregion ist deshalb die weite Streuung der Wachstums- und Gestaltungsfaktoren von Mooren.

1.2 Konkurrenz von Moor- und Aubildung

Obschon durch abdichtende Seetone, Seekreiden, Grundmoränen, Verwitterungslehme und Kolluvien in alpinen Mulden-, Kessel-, Becken- und Tallagen begünstigt, wird die Moorbildung durch die Neigung zur Materialzufuhr und Auflandung behindert und beengt. Nur bei unterirdischer Entwässerung des höhergelegenen Moorumfeldes (Karst), bei größerer Ausdehnung der moorbildenden Verebnung oder Abschirmung durch vorgeschaltete Gerinne oder Felsrippen (vgl. Abb. 5) entwickeln sich nennenswerte Hochmoorkörper. Häufig sind die Moore von den periodisch überfluteten und überschütteten Auen durch steile Erosionskanten oder hohe und sehr steile Randgehänge abgegrenzt. Tal- und Senkenhochmoore entfalten sich nur, wenn ein gewisser Schutz vor fluß- oder hangbürtigen Stofftransporten besteht.

In den Hochlagen wirken neben moorflankierenden Hartkalk- und Nagelfluhrippen auch hangwasserschluckende Dolinenkränze als geomorphologischer Moorbildungsschutz (Abb. 9).

Die Moor-/Auenkonkurrenz schafft einerseits komplizierte *horizontale* Zonierungen von auffallendem Arten- und Vegetationsreichtum, andererseits in der *Vertikalen* eine turbulente Schichtenfolge:

1.3 Moorgeschichte und -stratigraphie

Außergewöhnlicher zeitlich-räumlicher Wechsel der Standortbedingungen in der Waagrechten und feinteiliger Schichtwechsel in der Senkrechten (geschichtliche Dimension) sind für die alpinen Talmoore, innerhalb der Hochlagen nur für die *Senkenmoore* (vor allem der Kare und Hochtäler) charakteristisch.

Damit besteht eine scharfe *paläoökologische Trennung* zu den übrigen Hochlagenmooren: In den meisten Sattel-, Kamm- oder Wasserscheidenmooren verraten sich relativ gleichbleibende Wachstums- und Ernährungsbedingungen durch relativ homogene Torfe ohne auffallende Schichtbänderung (vgl. das von Prof. GROSSE-BRAUCKMANN und Mitarbeitern untersuchte einseitige Sattelmoor am Windecksattel bei Riezlern in 1750 m ü. NN). Ein Gegenbeispiel ist das 13 m mächtige (LORIS mdl.), von Ton-, Sand- und Muddelagen vielfältig aufgegliederte Profil des Kronwinklmooses im NSG Ammergauer Berge, ein typisches Karmoor im Spannungsfeld mit einer hochwasserreichen Talau.

Für die alpine Moorregion typisch ist die enorme *Abnahme der Moormächtigkeit* zwischen Tal-/Senkenmooren und Hochlagenmooren. In den Alpenmooren, in einigen abgeriegelten Karen und Felskesseln werden die *größten Moortiefen* Mitteleuropas bei z.T. erstaunlich geringer Moorfläche erreicht (z.B. Murnauer Moos: 22 m; Höhenmoos S Walchensee: 11 m – vgl. KRÄMER 1965 und HOHENSTATTER 1976). Sogar das winzige Karseeverlandungsmoor auf der Ackeralpe am Geigelstein (1400 m) ist immerhin 6 m mächtig (SCHMEIDL

1) vgl. ALETSEE (1967, S. 122): »Moor« sollte weder ein rein geologischer bzw. bodenkundlicher noch ein botanischer oder gar ausschließlich phytosoziologischer Begriff sein. Unter einem Moor darf man nicht nur einen torfbildenden Vegetationsbestand, noch die aus ihm hervorgegangene Torflagerstätte allein verstehen«. »Moore sind Objekte landschaftsökologischer Forschung«.

mdl.), was immerhin den großen Stammbeckenmooren des Vorlandes entspricht.

Den Kontrast dazu bilden die *geringmächtigen*, trotzdem aber oft ausgedehnten Grinden-, Missen- und Hangmoore (vgl. RADKE 1973). *Mittlere* Moortiefen scheinen die *Sattelmoores* zu kennzeichnen. (z.B. Seifenmoos bei Immenstadt 1300 m 1,80 m; Moor bei der Kindsbangelalpe 1200 m 2,50 m; Windecksattelmoor/Ifengebiet 1750 m 1,60 m; nach LAFORCE und DIEFFENBACH mdl.). Hangverebnungs- und Hochtalmoores gehen darüber hinaus (Priesbergmoos 4 m, Hochrieskopf 4,80 m). Das Verhältnis Moortiefe/Moorfläche schwankt also in den Alpen zwischen extrem hohen und niedrigen Werten. Sehr mächtige Moore können sehr klein, und sehr geringmächtige Moore sehr ausgedehnt sein.

Hochmoore des Vorlandes sind häufig aus der See-Verlandung hervorgegangen, Hochlagenmoore nur in wenigen Fällen. Dagegen sind hier *wurzelechte* Hochmoore ohne basale Niedermoortorfe besonders stark vertreten.

1.4 Lage der Alpenmoore

Wie schon angedeutet, liegt der Schwerpunkt der Hochlagenmoore auf Wasserscheiden (Kamm-, Sattel- und Riedellagen), flachen Hängen und Hangverebnungen. Hier ist der Stoffzufluß auf *eine* Moorseite beschränkt oder fehlt ganz. Dies ermöglicht eine gleichmäßig ombrotrophe (= regenwasserabhängige) Moorentwicklung.

Die Vorlandmoore dagegen konzentrieren sich auf Becken- und Muldenlagen. Nur in der Molasse-Rampenzonen unmittelbar vor dem Alpenrand treten auch Wasserscheiden- und Hangmoore stärker in Erscheinung (z.B. Pfaffenwinkel).

1.5 Trophische Struktur der Alpenmoore

Der Anteil hochmoorartiger Moorabschnitte steigt von den Tal-, über die Hochtal-, Kar-, Sattel- und Riedel- zu den Kamm-, Plateau- und Gipfelmooren an. Allerdings hält es schwer, in der (sub)alpinen Stufe der bayerischen Alpen noch rein ombrotrophe, also von Mineralbodenwasserzeigern freie Vegetationsausschnitte ausfindig zu machen. Denn innerhalb der äußerlich hochmoorähnlichen, von Zwergsträuchern, Latschen und roten Torfmoosen beherrschten Vegetation wird der Anteil der Euminerobionten (Niedermoorpflanzen) mit zunehmender Seehöhe immer größer. Anstelle einer Ursachendiskussion seien hier nur einige Stichworte gegeben: Veränderung der Nährstoffsprünge im Klimagradienten? Erhöhte Mineralisation in den erodierten Hochmooren? Wind-, Schnee- und Lawinen-bürtige Stoffzufuhr? Weitreichender Hangwassereinfluß? Höhere Immissionen in den Abregnungszonen? In diesem Zusammenhang sei an die aus den Zentralalpen herangewehten Flugsande erinnert, die auf den Humuskarbonat- und Kalkrohböden des Steinernen Meeres für den erstaunlichen Einschlag an Silikatflora verantwortlich gemacht werden (z.B. MAGNUS 1915).

Neben den Höhengradienten des Hoch-/Niedermooverhältnisses und der Mineralbodenwasserzeiger sind auch die hydrochemischen Gradienten innerhalb der Moore für die alpine Region typisch. Der Hangwasseranschluß der meisten Moore erzeugt *solimbrogene Gradienten*, d.h. das Moor wird hangabwärts nährstoffärmer (hochmoorähnlicher).

Bei Kamm-Mooren kann es auch umgekehrt sein (ombrosoligener Gradient).

Solche Gradienten sind Ausdruck einer hohen Umfeldabhängigkeit der Alpenmoore. Ihre Produktivität, Artenzusammensetzung und Oberflächenstruktur ist stark durch Energie- und Stoffflüsse von den umrahmenden Hängen oder Einzugsgebieten geprägt.

1.6 Morphologische Vielfalt der Alpenmoore

Die bayerischen Alpenmoore passen sich in ein außerordentlich reichgekamertes geologisch-orografisches Gefüge ein. Vielgestaltiger Mooruntergrund erzeugt Spannungs- und Bewegungszustände verschiedenster Art; Gesteins- und Reliefgliederung steckt jedem Moor andere Ausbreitungsgrenzen ab. Laggzonen (d.h. wassersammelnde Traufzonen an der Hochmoorperipherie) treten meist nur fragmentarisch oder in Form eingeschnittener Bachgräben auf, denn Alpenmoore müssen mit wenig Platz in der Landschaft auskommen.

Dafür sind interessante Moorstrukturen wie z.B. Kolke, Kolktreppen, Flarke und Stränge reichlicher als im Tiefland vorhanden.

Am auffälligsten ist der erosionsbedingte Kleinformenschatz auf der Mooroberfläche. Natürliche Torfrinnen (Rüllen), Torf(rest)hügel, übereinandergeschobene Torfdecken, Torftrichter, Untermoorkanäle und fossile Moorausbrüche sind in den Tieflands- und Vorlandmooren die Ausnahme, in den Hochlagenmooren eher die Regel.

2. Orografisch-morphologische Moortypen der bayerischen Alpen

Abb. 1 faßt mit Hilfe von Blockdiagrammen, Profilschnitten und einem hierarchischen Typenschlüssel die wichtigsten Relieftypen der bayerischen Alpenmoorregion zusammen. Besonders eindrucksvolle Beispiele sind genannt. Abb. 9 (Funktionstypen) rundet den Überblick ab.

Wie bei allen Typologien handelt es sich um die Reduktion und Abstraktion eines kontinuierlichen Spektrums. Vielfach vorherrschende Übergangsformen werden unterschlagen. Z.B. verschmelzen insbesondere in den Niederschlagsschwerpunkten des Westallgäus, Ammervorgebirges und der Chiemgauer Alpen mehrere Typen zu einem Komplex, der an die ozeanischen terrainbedeckenden Moore gemahnt.

Ergänzt man Abb. 1 noch um die Moore der Haupttäler, so sind 20 Moortypen im repräsentativen Schutzflächensystem zu repräsentieren. Als einzigartige Sonderformen außergewöhnlicher geologischer Baupläne und klimatischer Sonderstandorte sind die Karststufenmoore (251; Block 8 in Abb. 9), Block- und Schutthalddenmoore (252) und Gipfelmoore (Spezialfall der Kamm- und Plateaumoores) hervorzuheben.

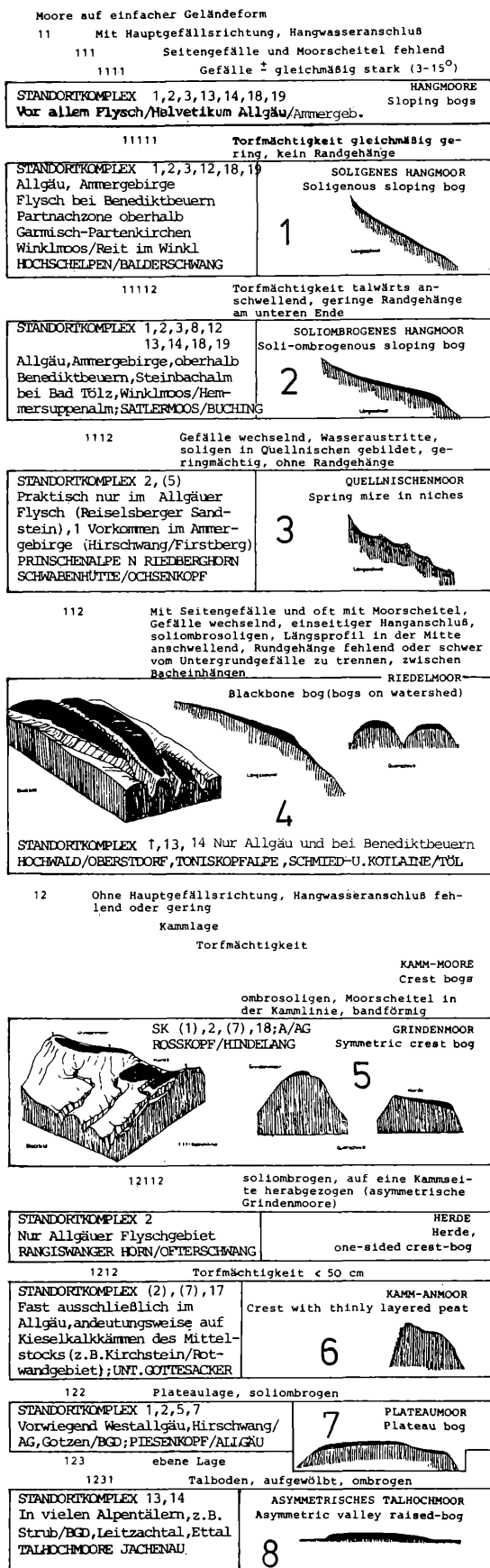
3. Einflüsse des Alpenklimas auf das Werden und Vergehen der Moore

Beim Moornachstum lockern sich die Bindungen der Pflanzendecke an das Ausgangsgestein immer mehr. Im ausschließlich atmosphärisch gespeisten Hochmoor ist das biotische Kompartiment (= ökologische Funktionseinheit) endgültig vom abiotischen abgehoben, indem es sich ein eigenes Substrat aufgebaut hat. In der Bergwald- oder Rasenentwicklung *behält* das Ausgangsgestein seine Sub-

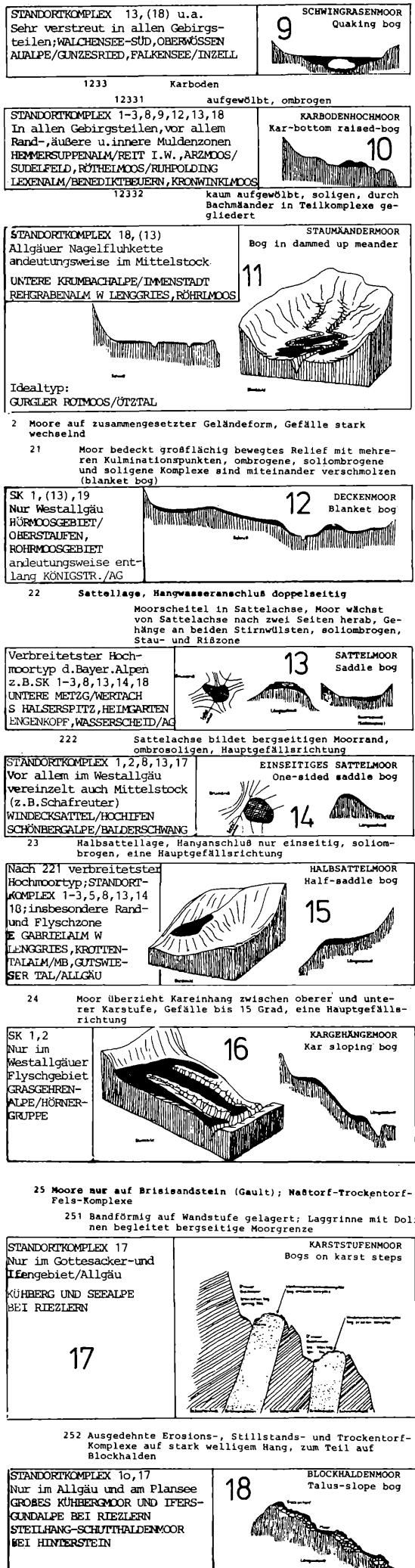
Abb. 1: Orographisch-morphologische Moortypen der bayerischen Alpen (ergänzt nach Ringler 1978)

Die Moortypen sind einem einfachen hierarchischen Bestimmungsschlüssel eingefügt, der Ähnlichkeiten und gemeinsame Merkmale erkennen läßt. Moortypen sind vielfach den Standortkomplexen (= Standorteinheiten einheitlichen Gesteinstyps) zuzuordnen (Verzeichnis s. 6.4)

A Allgäuer Alpen; AG Ammergebirge; TÖL Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen; BGD Berchtesgadener Alpen; SK Standortkomplex Nr.



Talboden, nicht aufgewölbt, hydrosoligen, Verlandungsmoor



stratfunktion, in der Hochmoorentwicklung sinkt es dagegen zur bloßen *Unterlage* herab.
Wir wenden deshalb unsere Aufmerksamkeit auf:

3.1 Die allgemeinen Klimaeigenschaften der alpinen Moorregion

Alle Stoffein- und -ausgaben (alpiner) Hochmoore sind direkt oder indirekt von der Atmosphäre, mit hin den Klimafaktoren, bestimmt (z.B. Stäube aus den Zentralalpen, der Sahara oder vom St. Helen's-Vulkanäusbruch, Pollen, Schwermetalle¹⁾, temperaturabhängige Mineralisationsrate, CO₂- und N-Düngeeffekt hoher Schneelagen). Die großen Niederschlagsmengen (1500–3000 m) sichern den Alpenmooren einerseits eine bessere Nährstoffversorgung und reduzieren im Verband mit der geringen Hochlagenverdunstung die Austrocknungsperioden, gefährden die Moore aber andererseits durch Planscheffekte der schweren und windgepeitschten Tropfen und durch hohe Abflußspenden mit entsprechender Abtrags- und Schleppkraft. Die bayerischen Alpen erhalten die weitaus höchsten Sommerniederschläge und die häufigsten Starkregen Deutschlands. 2/3 der Jahresniederschläge fallen während der Vegetationsperiode. Damit ist eine sehr große Erosivität verbunden (ROGLER & SCHWERTMANN 1981).

Die Schneeauflage ist nicht nur gewaltiger als in allen anderen Mooregebieten, sondern schmilzt dank heftiger Warmluft- und Föhneinbrüche auch rascher ab. Ein breitflächig verästeltes Netz feiner Schmelzwasserströme mit der Neigung, sich in die wenig widerstandsfähigen Torfe hineinzunagen, wird über längere Zeit von den in den Moormulden zusammengewehten Schneemassen, den auf die Hangfußmoore niedergegangenen Lawinen und Schnee-brettern und den mächtigen Wächten oberhalb der Karmoores gespeist. Eine zusätzliche potentielle Abtragskomponente können die mit zunehmender Seehöhe immer kräftigeren Winde und Wirbel hinter Hangkanten bedeuten. Die thermisch bedingte Verdunstungseinbuße dürfte durch anhaltende Luftströmungen weitgehend ausgeglichen werden.

3.2 Widerstandskraft der Alpenmoore gegen an-greifende Klimakräfte

Die obere Grenze für wachsende Hochmoore ist vermutlich seit Mitte des bisherigen Postglazials von der subalpinen Stufe auf ca. 900–1300 m NN gesunken (vgl. GAMS 1942 und 1958 a). Hochlagenmoore wurden damit zu *Stillstandskomplexen* (vgl. auch OSVALD 1923) »degradiert«. Der Wachstumskomplex besaß Mechanismen, die auftreffenden Energien unschädlich umzusetzen, aufzufangen und abzubremssen (hohe Speicherkapazität, horizontaler Moorwasserstrom zu stärker verdunstenden Stellen, organischer Massenzuwachs, hoher Muldenrückhalt für den Oberflächenabfluß, starke Abdämpfung der Abflußspitzen, hohe Gesamtverdunstung usw.). Der Stillstandskomplex büßte die meisten dieser Fähigkeiten ganz (Zuwachs) oder teilweise ein. Die Umwandlungsketten der Energieformen funktionieren weniger gut. Z.B. begünstigt die fortschreitende Torfverdichtung den Moorabfluß und verringert die hydrologisch aktive obere Schicht. Hatte der Wachstumskomplex die im Energiezustrom transportierten Stoffe weit-

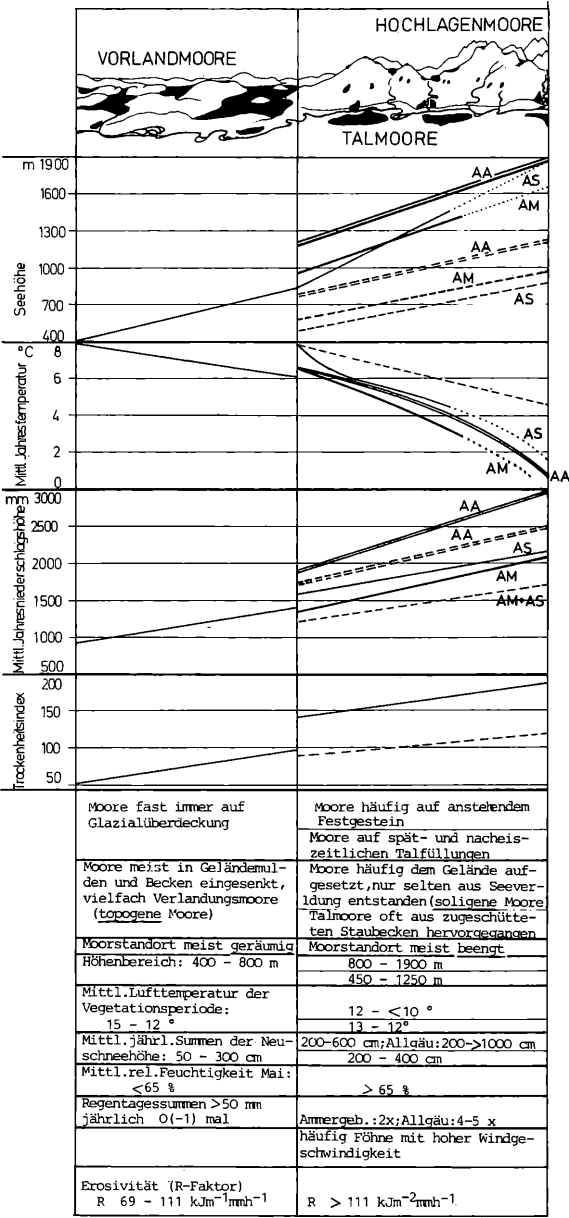


Abb. 2: Zusammenfassende Lage- und Klimacharakteristik der bayerischen Alpenmoore

Doppellinien/AA: Allgäuer Alpen W Lech
Einfachlinien fett/AM: Mittelstock zwischen Lech und Saalach
Einfachlinien dünn/AS: Berchtesgadener Alpen E Saalach
strichliert: Merkmalsbereich der Talmoore
nicht strichliert: Merkmalsbereich der Hochlagenmoore
punktiert: in diesem Merkmalsbereich gibt es nur ausnahmsweise Moore
Angaben aus (bzw. durch Interpretation des) Klimaatlas von Bayern (Jahresreihen 1881–1930; Niederschläge: 1901–1950);
Abnahme der mittl. Jahrestemperatur im Höhenbereich der Hochlagenmoore ist dargestellt unter Benutzung von Eckwerten aus KARL, DANZ, MANGELSDORF (1969) sowie MAYER (1963); mittlerer Kurvenverlauf etwas geglättet; R-Faktor (Erosivität in Abhängigkeit von den Sommerniederschlagssummen) nach Angaben von ROGLER & SCHWERTMANN (1981)
Linien ohne Zusatz AS, AM, AA: Alpenmoore der bayerischen Alpen insgesamt
Senkrechte Mittellinie: Definitionsgrenze zwischen Vorland- und Alpenmooren
Trockenheitsindex: $\frac{n}{t + 10} \frac{k}{120}$
n: mittl. jährl. Niederschlagssumme; t: mittl. Jahrestemperatur;
k: Jahrestage mit mehr als 1 mm Niederschlag; 120: mittl. Zahl der 1 mm-Tage im ehem. Deutschen Reich

1) Vgl. PAKARINEN u. TOLONEN, 1977 sowie WANDTNER u. LÖTSCHERT, 1980.

Abb. 3: Klimaabhängigkeit von Moorwachstum und -abbau

A-C Oberflächennivellements dreier Gebirgsmoore (Aufnahme: Sommer 1980)

A Wachstumskomplex nahe der Bichelerbergalpe bei Wertach (900 m NN); Bestockung im Profil nicht berücksichtigt

B Stillstandskomplex bei der Hörmoosalpe SW Oberstaufen (1220 m NN)

C Erosionskomplex bei den Scheuenwänden (1400 m NN): typisches Mikorelief einer »Hochmoorruine«

Das durch Nivellementpunkte im Abstand von 5–50 cm aufgenommene Profil erstreckt sich zwischen einem Berghang und einer riesigen Trichterdoline. Das ursprünglich wohl durch isophysenparallele Schlenkenstränge getreppte Hangmoor löste sich infolge anhaltender Weidebelastung (Trittlöcher, Frostlockerung durch Kammeisbildung, Zerfall des Torfgefüges und Mineralisierung, Ausschwemmung in die Doline) in eine wild zerfressene Mikrolandschaft aus Rillen, breiten Rinnen und Verebnungen, bis über 1 m hohen Torfresthügeln auf. Der Moorkörper wurde gewissermaßen »in den Berg hineingewaschen«. Das Beispiel veranschaulicht den gegenwärtigen Zustand vieler Hochlagenmoore insbesondere der Allgäuer Alpen.

D Einfaches Modell der Einträge, Um- und Durchsätze von Strahlungsenergie, kinetischer Energie, Wasser, Mineralstoffen und anderen Substanzen in einem Wachstums-, Stillstands- und Erosionskomplex der bayerischen Alpen

Alle Größen sind ohne Lagebezug symbolisiert und erlauben keinen quantitativen Vergleich untereinander.

Bänder mit strichlierter Einfassung: Transformationsketten der Strahlungsenergie bzw. Wärmeströme

Bänder mit ununterbrochener Einfassung: Wasserumsatz und -durchfluß (Krümmungen deuten Bremseffekte an)

Strichlierte Linien innerhalb der Wasserströme: Transport von kinetischer Energie (z.B. Schleppspannung, Planschwirkung fallender Tropfen, Torfab-schwemmung); Pfeile deuten deren Zerstreung/Umwandlung an;

fette schwarze Linien: in den Wasserströmen mitgeführte Substanzen

V Verdunstung (Evapotranspiration)

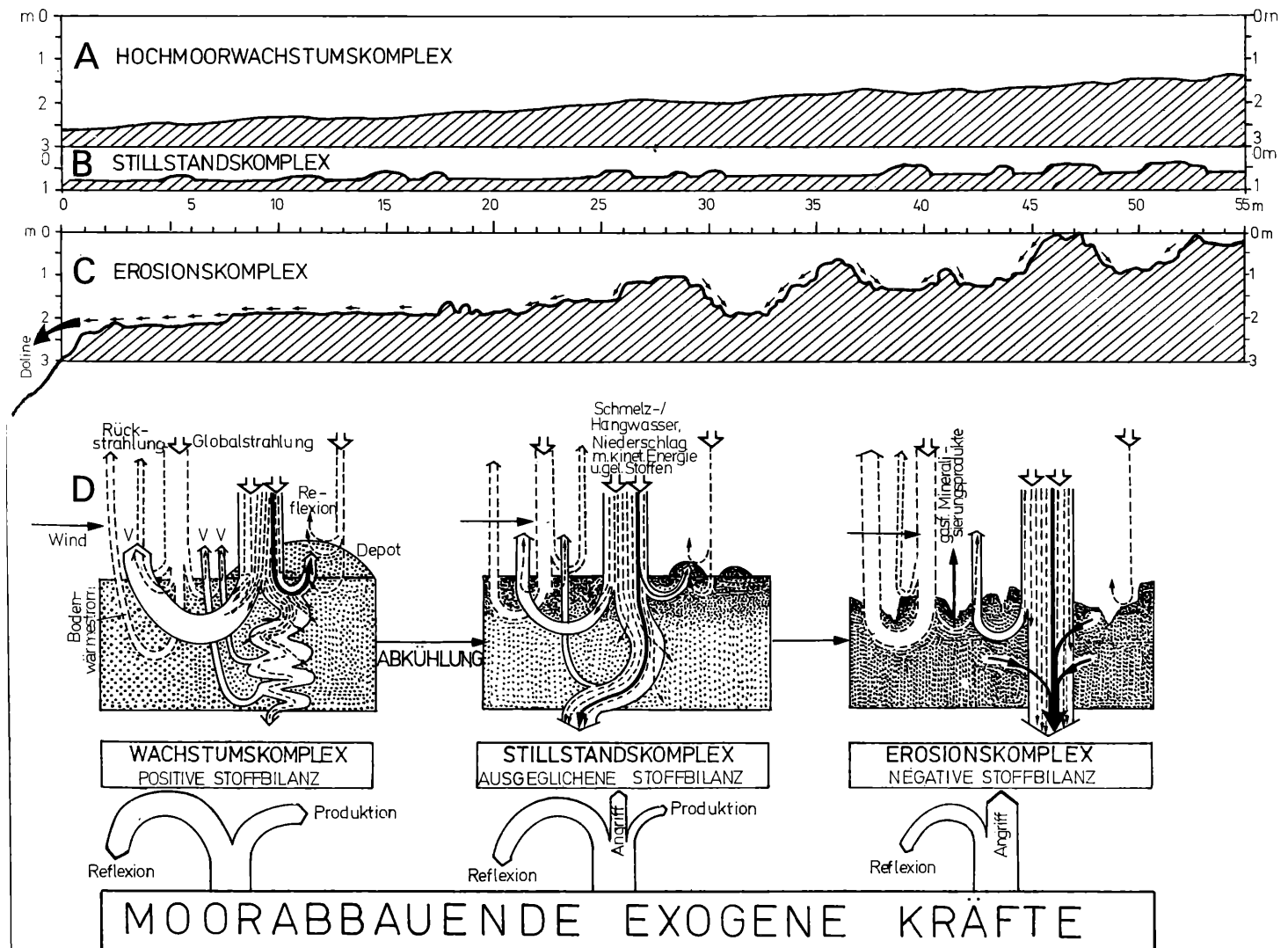
punktierte Kästen: Moorkörper (Punktverdichtung bedeutet Torfzersetzung und -verdichtung)

Durch hellebardenartig gegabelte Pfeile am unteren Rand soll versinnbildlicht werden, daß

– der Wachstumskomplex die moorbedrohenden äußeren Kräfte durch Speicher-, Umsatz- und Reflexionsmechanismen *abdämpft*, *ablenkt* und in *Produktion umsetzt* (Photosynthese, Wasser- und Torfzuwachs, Wasserspeicherung in den Hyalinzellen und Kapillarräumen der Torfmoospolster usw.). Der Begriff »Reflexion« wird dabei im allgemeinsten Sinne verstanden (incl. Rückgabe von Wasser und Energie an die Atmosphäre nach ökosystemeigenem Umsatz und Transport)

– der Stillstandskomplex durch eine gewisse Linearisierung der Stoff- und Energiewege einen rascheren Durchsatz erreicht (Produktivitätseinbuße ist mit Begünstigung der abtragenden Kräfte verbunden)

– der Erosionskomplex endgültig aus dem aufbauenden bzw. Gleichgewichtsstatus in die Abbauphase umgekippt ist. Anstatt positiver herrscht negative Stoffbilanz (Destruktion anstelle Produktion). Die Verdunstungsleistung ist verringert. Geringer Vegetations-schluß erlaubt Abtrag der nunmehr völlig ungedämpften Abflüsse. Der Abtrag erfolgt *horizontal* (Abschwemmung in die Vorfluter), nach *unten* (Einschwemmung in Dolinen und Felsklüfte) und *nach oben* (gasförmige Endprodukte der Mineralisierung).



gehend entnommen (z.B. Nährstoffe aus dem Regen), so herrscht nunmehr ein beschleunigter Energiedurchsatz, der nicht nur mitgeführte Stoffe, sondern auch bereits im Moor vorhandene Substanz mitreißt. Überwiegt der Stoffverlust den sehr begrenzten Zuwachs in Form von »Sekundärbüchten«, Gehölzaufwuchs, Zwergstrauchverheidung usw., so ist der Stillstands- in einen *Erosionskomplex* übergegangen. Die anfänglich *positive* ist über eine annähernd *ausgeglichene* in eine *negative* Stoffbilanz umgeschlagen (vgl. auch KUNTZE 1973). Das Moor kommt durch den fortschreitenden Abbau seinem ursprünglichen Substrat wieder näher. Die »*Alleinherrschaft*« der Klimafaktoren geht zu Ende. Die geochemischen und -morphologischen Eigenschaften des Gesteins und des Moorumfeldes drängen sich während der Moorabbauperiode immer stärker in den Vordergrund.

Auf den allgemeinsten Nenner gebracht, lautet dieses Geschehen folgendermaßen:

Durch Veränderung des allgemeinen Wärmehaushalts werden die moorbedrohenden exogenen Kräfte wirksam gemacht. (Zusammenspiel von Temperatur und Niederschlag).

Vegetationsdeckung und Wassergehalt spielen eine entscheidende Rolle beim Moorabbau und -abtrag: Mit der Vegetationsauflockerung (z.B. Schwendung, Beweidung, Torf- und Moosstreugewinnung¹⁾, Erosion, Spirkensterben durch Rotwildeinwirkung) geht die thermisch aktivste Schicht von der Oberfläche des Latschenbestandes (vgl. ZÖTTL, 1953) auf die Mooschicht und endlich die oberste Torfschicht über. Dort vollzieht sich nunmehr die Reflexion der kurzwelligen Sonnen- und Himmelsstrahlung und der langwelligen Wärmeeinstrahlung, der Wärmeaustausch des Bodens und die Wärmeabstrahlung (vgl. v. EIMERN 1971).

Die Wärmeumsätze erzeugen mechanische Beanspruchungen des Torfes: Gefügezerfall, Abheben der obersten Schicht durch vertikal eiskristallisierendes Kammeis, Eispressung in Schlenken, Spalten oder Kolken, breiartiges Zerfließen über dem gefrorenen Sockel; vgl. hierzu die *Palsenmoore* des hohen Nordens (RUUHIJÄRVI 1962).

Die Pflanzendecke der Moore steuert durch Transpiration, Vervielfältigung der interzipierenden Oberfläche, Bildung und Gewährleistung oberflächennaher, vom Wärmestrom erfaßbarer Wasservorräte sowohl die produktive als auch die unproduktive Verdunstung.

Die erstaunliche Verdunstungsleitung wachsender Hochmoore (vgl. SCHMEIDL et. al. 1970) bedeutet einen merklichen Energie-Entzug aus dem Moor-Wärmestrom. Dieser Entzug entfällt im (vorübergehend) austrocknenden Erosionskomplex teilweise.

Da außerdem

- nach FIRBAS (1931) die Wärmeleitfähigkeit trockenen Moorbodens aufgrund der geringeren Wärmekapazität und spezifischen Wärme etwa 5 mal kleiner ist als in nassen Torfmoosdecken,
 - die dunkle Torffärbung das Verhältnis Absorption/Reflexion erhöht,
 - weniger Wärme in tiefere Schichten abgeleitet bzw. in Strahlungsnächten von dort nachgeliefert werden kann,
- werden die Schwankungen der Oberflächentemperatur im Erosionskomplex größer sein als im Wach-

tumskomplex. Auf nacktem trockenem Torf maß SCHMEIDL (1965, 1978) 77° C, auf trockenem Sphagnum rubellum am 1.7.1963 maximal 61,3°, auf nassem dagegen nur 42,7° FIRBAS (1931) erhielt für das subalpine Koppenplanmoor, einen Erosionskomplex aus Bulten und nackten Torfflächen, einen mittleren Mittagstemperaturunterschied 1 cm im Boden/1 m ü.d.B bis zu 37,4°, im Kolk 14,7°, im Latschen-Zwergstrauchgebüsch nur 11° und im Nardetum außerhalb des Moores 13,9°. Im Wachstumskomplex der tiefergelegenen Rhön war der Vergleichswert maximal 26,8° Fadenseggen- und Schilfniedermoores ergaben maximal nur 16,8°, Bruchwälder 14,3° Temperaturunterschied. Bezüglich der Minimumtemperaturen ist davon auszugehen, daß zumindest außerhalb der warmen Hangzone kein Monat langjährig nachtfrostfrei sein wird. In windgeschützten Depressionen dürften die Tages- und Jahresminima weit unter denjenigen der Tieflagenmoore liegen. MOHR (1961) maß in der Frostdoline Gstettner Alm bei Lunz – 52° C.¹⁾ Geländeklimatisch vergleichbare Karsthohlformen mit Mooren oder Sümpfen sind z.B. der »Eiskeller« am Laubenstein und die Großtiefental-Uvala, wo extrazonale Schneetälchen-Gesellschaften (Sibbaldia procumbens, Salix herbacea und S. reticulata) bis auf 1200 m herunter mit Caricion nigrae-Gesellschaften im Kontakt stehen.

Im Erosionskomplex noch mehr als im Wachstumskomplex ergibt sich somit das Bild eines *thermisch kontinentalen* Mikroklimas der oberflächennahen Luft- und obersten Bodenschicht. Die Tagesschwankungen gehen weit über diejenigen des Umfeldes hinaus.

Vergleichbare Extreme treten in den Niedermoores (incl. Laggs), den Bruchwäldern und Quellfluren nicht auf.

Charakteristisch für die meisten Hochlagenmoore ist ihre außergewöhnlich lange Schneebedeckung. Manche hochgelegenen Kar(an)moore werden bis in die Hochsommermonate hinein aus Firnschneereserven gespeist (z.B. zwischen Geishorn und Mindelheimer Hütte). Einen scharfen Kontrast dazu bilden Kamm-Moore und Trockentorfauflagen in windausgesetzter schneearmer Lage.

3.3 Prägung der Pflanzendecke durch extremes Wuchsklima

Den moorspezifischen Streßfaktoren und Mangelsituationen überlagern sich die ökophysiologischen Belastungen (sub)alpiner Lagen allgemein.

Die Verkürzung der Vegetationszeit, vielleicht aber auch die zunehmende mechanische Arbeit des Frostwechsels begrenzen das mehr ozeanisch verbreitete Reich der Torfmoose²⁾. Allen subarktischen Mooren ist das Hervortreten grasartiger und holziger Pflanzen gemeinsam (vgl. die Gras- und Reisermoore der höchsten Gebirge und der nördlichen Taiga). Damit entfällt die Speicherwirkung der Sphagnumverbände, die den ausspülenden Oberflächenabfluß praktisch unterbinden. Widerständige Cyperaceen, die in Vorlandmooren tief in die Moosdecken eingebettet sind und erst durch ihren Fruchtaspekt auffallen (z.B. Eriophorum vaginatum), sehen sich in den Hochlagenmooren ohne ihre »Bundesgenossen« dem Angriff der exogenen

1) Die altertümliche Nutzungsform des »Miespickelns« ist an einigen Stellen heute noch im Gang (z.B. Leitzachtal, Hirschgund bei Oberstdorf). Sie entspricht dem Plaggen des norddeutschen Heidkers.

1) Auch der bayerische »Kältepol« liegt in einem Hochmoor (im Fichtelgebirge bei Selb; SCHARL mdl.).

2) Z.B. fehlen flutende oder Schwingrasen-bildende Torfmoose in den Hochlagen fast gänzlich.

Kräfte gegenüber. Allseits von nacktem, schwarzen Torf umgeben, treten Rasensimsen- und Wollgras-»tussocks« viel deutlicher hervor (z.B. im Hangmoor bei der Ifersgundalpe).

Im Rückblick auf 3.2 wirkt die *Xeromorphie* vieler Moorpflanzen in den Hochlagen noch weniger paradox als in den Tieflagen (vgl. ELLENBERG 1978, S. 431 ff., FIRBAS 1931), zumal die N-Aufnahmefähigkeit nach GREB (1957) durch niedere Bodentemperaturen erschwert ist (N-Mangelerscheinungen, Peinomorphie). Zu den xero-, sklero- bzw. peinomorphen Arten treten einige Tundren- und Windheidenpflanzen (z.B. *Loiseleuria procumbens*, *Diphasium alpinum*). Xeromorphe Hemikryptophyten wie *Nardus*, *Trichophorum* und *Carex pauciflora* werden beherrschend.

Die äußere Erscheinung der Hochlagenmoore wird durch das Zurücktreten der Torfmoose aber auch der Besenheide (*Calluna vulgaris*) bestimmt. Nach GRACE & WOOLHOUSE (1973; zit. nach ELLENBERG 1978) beendet die Besenheide ihre Knospenentwicklung, wenn der Durchschnitt zwischen Minimum- und Maximumtemperatur eines Tages $7,2^{\circ}\text{C}$ unterschreitet, ihre Blattentwicklung bei einem solchen von $7,4^{\circ}\text{C}$. Nach SÖYRINKI (1954, zit. nach ELLENBERG, 1978) reicht die (sub)alpine Wärmeperiode vielfach nicht aus, um die *Calluna*-Samen bis zur Keimfähigkeit ausreifen zu lassen. Damit entfällt die etwa von den ozeanischen Heiden und den Fräsabbauflächen der Vorlandmoore her bekannte Fähigkeit von *Calluna*, nackte Torfflächen oder andere Substrate rasch generativ zu besiedeln. Nur an früh ausapernden alpinen Sonderstandorten, nicht aber in den lange schneebedeckten Moormulden kann die Besenheide in den Hochlagen gedeihen. War *Calluna* im Moränenvorland meist auf die Hochmoorinseln beschränkt, so spart sie viele Hochlagenmoore geradezu aus und siedelt nur im wärmebegünstigten Umfeld! (Beispiel: Hochmoor am Windecksattel, 1750 m, mit angrenzendem, sehr lichtem, callunareichem Alpenrosen-Latschenbusch).

Dieser »thermischen Klemme« entwinden sich die Zwergsträucher *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum* und *Rhododendron ferrugineum* viel besser. Sie ertragen längere Beschattung und Schneebedeckung und verhindern, daß sämtliche Hochlagenmoore mehr einer Gras- als einer Zwergstrauchheide ähneln.

Ein allgemeines Charakteristikum der Alpenmoore ist:

Mit steigender Seehöhe nimmt die Trennschärfe zwischen Moor- und Umfeldvegetation ab. Dies heißt letztlich nur, daß die allgemeinen höhenklimatischen die Oberhand über moorspezifische Wachsfaktoren (Substrat, Moorklima) gewinnen. In den Hochlagen unterscheiden sich über Dolomit oder Hochmoor aufgewachsene Humusformen oft relativ wenig. Dies beweist das Übergehen mancher, in tieferen Lagen hochmoorgebundener Arten auf die mächtigen Tangelhumusauflagen der Latschenfelder (z.B. *Drosera rotundifolia*, *Vaccinium uliginosum*, vgl. auch FIRBAS 1925).

Die eindeutige Abgrenzung von Mooren wird also mit zunehmender Höhe immer schwieriger, bis der Punkt erreicht ist, wo nur noch im vegetationshistorischen, nicht aber im rezent-ökologischen Sinne von einem Moor gesprochen werden kann.

3.4 Die randalpine Moorregion im gesamtalpinen Klimagefüge

Das schmale Band der bayerischen Alpen ist nach Süden nicht natur- und klimaräumlich, sondern nur politisch abgegrenzt. Deshalb spräche man korrekter von einer *randalpinen*, als von einer bayerisch-alpinen Moorregion. Als weitläufigstes und vielseitigstes Gebirge Europas sind die Alpen auch als Moorregion stärker unterzugliedern als etwa die kompakten Moorbezirke Vogesen, Böhmisches Randgebirge, Harz, Karpaten, Tatra und Hohes Venn.

Die Alpen zerfallen in eine (per)humide periphere Zone (ozeanische Zone, Randalpen) mit einem Jahresniederschlagsdargebot von 1500–3000 mm und einen kontinentaleren Zentralbereich (inneralpinen Trockengebiet, Innenalpen) mit ca. 1500–400 mm. MAYER (1974) unterscheidet als Übergangszone noch die Zwischenalpen. Daß nicht nur die Wälder, sondern auch die (Hoch-)Moore diese enormen Kontraste und Wasserhaushaltsgradienten in Ausbildung, Dichte und Höhenlage widerspiegeln, wird auch jedem Uneingeweihten einleuchten. Nach KLÖTZLI (1973, 1978) rückt der Höhengürtel der einzelnen (vegetationskundlichen) Moortypen zu den sommertrockenen Innenalpen hin nach oben. *Sphagnion fusci*-Hochmoore reichen in den Außenalpen von 500 bis etwa 1500 m ü. NN, im Wallis dagegen setzen sie erst oberhalb 1500 m ein und reichen bis über 2000 m (KLÖTZLI 1978, GRÜNIG u. WILDI mdl.)! Weniger beachtet wird allgemein, daß sich die Moore alpenwärts auf immer flachere Standorte zurückziehen. Könnte man die weite Hochtalung des Engadin an den Alpenrand versetzen, so wären darauf nicht nur die ebenen, von lokalen Wasserzügen begünstigten Sattellagen von St. Moritz und Maloja, sondern wahrscheinlich ein erheblicher Teil der weitläufigen Unterhänge und Hangschultern vermoort! Hinsichtlich der Moorfähigkeit läßt sich somit allgemein folgern:

Die stärker zerklüfteten Randalpen gleichen ihre orographische Moorfeindlichkeit durch klimatische Begünstigung überreichlich aus; sie sind mithin im großen und ganzen moorreicher als die Zentralalpen. Deren Moore sind vielfach jedoch imposanter; ihre erstmalige Betretung wird jedem nicht ganz naturentfremdeten zum Ereignis (vgl. z.B. Siebenmöser/Gerlosplatte, Wiegenwald, Lungau).

Da viele Moore unterhalb der Waldgrenze (ca. 1700–2300 m) bewaldungsfähig sind (KLÖTZLI 1978) ist ihre Einordnung in die klimatischen Waldwuchsbezirke (MAYER 1974) von Bedeutung. Dabei ist zwischen *zonalen* Baumarten, die (gelegentlich) auf Moore übergehen, und *azonalen* Baumarten, die im Wuchsbezirk inselartig auf Moore beschränkt sind, zu unterscheiden. Beispiele für ersteren Fall sind z.B.:

- Fichte auf Mooren im randalpinen Tanne-Buchen-Fichtenwald, zwischenalpinen Fichten-Tannenwald – und zwischen – bis inneralpinen subalpinen Fichtenwaldgebiet;

- Tanne auf Hochmoorrandgehänge im randalpinen Tannen-Optimumgebiet (z.B. Engenköpf bei Oberstdorf)

Zirbe auf Aapamoorrand im inneralpinen subalpinen Zirben-Lärchenwaldgebiet (z.B. Wiegenwald, St. Moritz)

Latsche auf Mooren im randalpinen subalpinen Latschengürtel (z.B. Ziegspitz bei Garmisch-Partenkirchen; dieser Fall ist überraschend selten, weil

subalpine Karbonatlagen kaum moorfähige Standorte bieten!)

– Latsche auf Mooren im subalpinen Lärchen-Zirben-Wald (z.B. Funtensee/Berchtesgadener Alpen) Was viele Moore optisch so hervorhebt, ist der umgekehrte Fall:

– Latsche auf Mooren im randalpinen Grünerlengürtel auf Flysch (z.B. Fellhorn)

– Latsche bzw. Spirke im randalpinen Fichten-, Buchen-, Buchen-Tannenwaldgebiet (sehr häufig).

– Spirke im zwischen- und inneralpinen subalpinen Fichtenwaldgebiet (z.B. Tauern)

Waldkiefer auf Mooren im vorländischen Buchenwaldgebiet (z.B. Ostoberbayern).

Man wird nach alledem etwas patriotisch fragen: Gibt es denn gar nichts spezifisch *Bayerisches* an unseren Alpenmooren? Sind sie lediglich Glieder in einer weit darüberhinaus reichenden Zonation? Gottlob läßt sich hierzu sogar noch mehr als »nur« das größte lebende Moor Mitteleuropas¹⁾, der größte Karl-Zepter-Bestand Deutschlands und des Alpenraumes²⁾ anführen:

Der Kontakt zwischen alpiner und vorländischer³⁾ Moorregion ist im gesamten Alpenumkreis nirgends (mehr) so wohlausgebildet und -erhalten wie am bayerischen Alpenrand (vgl. auch KAULE 1973 und 1976)⁴⁾ Dies liegt an der außergewöhnlich lückenlosen, sämtliche Höhenstufen einbeziehenden Vermoorung des Murnauer Landes und Pfaffenwinkels und deren – etwa im Vergleich zum Schweizer Alpenrand und Schweizer Jura – noch insgesamt befriedigenden Eingriffsarmut (wenigstens der Hochmoore). Dieses Naturerbe verpflichtet Bayern mit Blick auf die gesamtalpine Mangelsituation zur Sicherung von *Moorketten* in geringen Höhenabständen *durch alle Höhenstufen*, bevor es infolge zunehmender Überweidung, Wirtschaftswegebau und sogar Melioration zu spät ist.

3.5 Klimatische Untergliederung der randalpinen Moorregion Bayerns

Unter 3.1–4 wurden die bayerischen Alpen als Einheit betrachtet. Darüber hinaus bestehen innerhalb der bayerischen Alpen Klimadistrikte von unterschiedlicher Moorhäufigkeit und -ausbildungsform. Zu regionalisieren sind u.a.:

1. der mit Mooren besetzte Höhenbereich (Höhenamplitude der Moore)
2. der Höhengschwerpunktbereich für Moore
3. Menge und Darbietungsform der Niederschläge
4. Temperaturverhältnisse

Da Abb. 2 hierzu einen verdichteten Überblick gewährt, genügen folgende Andeutungen:

3.5.1 Höhenamplitude der Moore

In den *oberbayerischen Alpen* endet die Zone zerstreuter bis häufiger Moorbildung bei etwa 1400 m. Zwischen 1400 und 1700 m werden Moore zur seltenen Ausnahme (»Mangelbiotop« in der Biotopkartierung): z.B. Moosen- und Lärchkogelalm in

östlichen Vorkarwendel, Jochberggebiet am Walchensee, Ackeralm am Geigelstein, Großtiefental-Uvala im Rotwandgebiet, Sattel südlich der Halerspitz, Krottenthalalm bei Geitau, Enningalpe und Ziegspitz/Ammergebirge. Der höchstgelegene, auch szenisch eindrucksvolle (An-)Moorbereich zwischen Lech und Saalach nach Kenntnis des Verfassers überzieht zwischen 1680–1700 m ein Plateau aus verkarstetem Cenoman-Sandstein am Hirschwang bei Buching.

Sehr kleinflächige, von den üblichen subalpinen Rohhumusaufgaben oft nur schwer unterscheidbare Torfhügel- und Bult-»Moore« gibt es punktuell zwischen 1700 und 1900 m, z.B. Stierjoch/Karwendel (RITTER mdl.), Kirchstein/Rotwandgebiet, Roßalm bei Sachrang. Diese Vorkommen enthalten keine einzige Pflanzenart, die den moosreichen Krummholzbeständen oder den Zwergstrauchheiden auf Kieselkalk fehlt.

Auch in den *Berchtesgadener Alpen* östlich der Saalach sind Moore der obersten Wald- und der Krummholzstufe eine ausgesprochene Rarität, so sehr, daß sie alle schon einmal wissenschaftlich beschrieben, pollenanalytisch untersucht oder erwähnt wurden. (Am Stein 1850 m, Baumgartl 1720 m, Funtensee 1610 m, Gotzen 1680 m). Als weit vorgeschobene Unität verdient das etwa 1900 m hohe, von mächtigen Humusaufgaben ähnliche Gipfelmoor am Hochthron besondere Beachtung (SCHÖBER und RITTER mdl.).

Eine größere Anzahl von Mooren findet sich erst unterhalb 1400 m in Kessel-, Mulden- und Plateaulagen der niederen Tafelgebirge (Anthaupten-, Moosen-, Priesbergalm) und in der Talstufe (z.B. Strub, Hintersee, Taubensee, Oberau, Königssee, Winkl, Roßböden).

Mit ihrer außerordentlichen Vielzahl und Vielfältigkeit hochmontaner und subalpiner Moorbildungen zwischen 1400 und 1700 m weisen sich die *Allgäuer Alpen* als ganz eigenständige Moorregion aus. Auch zwischen 1700 und 1900 m sind Moore bzw. deren »abgemagerte« Erosionskomplexe durchaus keine Ausnahme. Dem Moorkommen »Am Stein« im Steinernen Meer ist das höchstgelegene Allgäuer Hochmoor (Gehrner Berg, 1880 m) vergleichbar.

3.5.2 Höhengschwerpunktbereiche der Moore

In den *oberbayerischen Alpen* überwiegen die tiefmontanen Talmoore (500–900 m) zahlen- und vor allem flächenmäßig. Zusätzlich tritt eine auffallende Häufung im Bereich der etwa 900–1100 m hoch gelegenen eiszeitlichen Talverfüllungen der äußeren Voralpen auf. Um 1400 m herum erreicht dieser Häufigkeitspeak seinen flach auslaufenden Fuß.

In den *Berchtesgadener Alpen* werden die beiden relativ moorreichen »Etagen« 600–800 m und 1200–1400 m kaum durch Zwischenstufen überbrückt.

In den *Westallgäuer Alpen* ist der ganze Bereich von ca. 1000 bis 1700 m fast gleichmäßig reich mit Mooren durchwirkt, abgesehen von Verdichtungen in 1400–1600 m und 1000–1300 m Höhe. Die vergleichsweise bescheidene Rolle der Talmoore scheint hervorhebenswert.

3.5.3 Niederschlagsdargebot

Die nach Westen und Nordwesten offenen und nach Süden durch hohe Bergketten abgeriegelten Abregnungszonen der Westallgäuer Berge empfangen die großflächig höchsten Jahresniederschläge Deutschlands und übertreffen die entsprechenden

1) Murnauer Moos

2) Weidmoos im Lkr. Garmisch-Partenkirchen

3) Dafür wird irrtümlich der Terminus »voralpin« (= in den Voralpen) gebraucht; vgl. auch die verbesserungsbedürftige Bezeichnung »voralpines Hügel- und Moorland«.

4) Die bayerischen Alpenmoore »blicken« also nach zwei Seiten (ambivalente oder Zwischen-Moorregion). Viel besser als z.B. in Nieder-/Österreich, Slowenien oder Trient lassen sich hier die »Fäden« zum außer- und inneralpinen Moorbereich verfolgen.

Höhenstufen der oberbayerischen Berge (mit Ausnahme einiger bekannter Regeninseln und »Schneelöcher« wie z.B. Ruhpolding, Priental) um 200–1000 mm/Jahr. Im Zentrum der Allgäuer Moorregion (Balderschwang) fallen in 1000 m Seehöhe ebenso hohe Jahresniederschlagssummen wie auf manchem (sub)alpinen Gipfel des Mittelstocks (2500 mm)!. Unterstellt man, daß die relativen Niederschlagsunterschiede schon während der moorbildenden Wärmeperioden (vgl. GAMS 1942) bestanden haben, so fällt es schwer, die herausragende Moordichte des Westallgäuer Mittelgebirges um Gunzesried, Balderschwang und Rohrmoos nicht damit in Zusammenhang zu bringen.

Regenbringende Nordwestwetterlagen werden durch die ostwestlichen Kettengebirge der oberbayerischen und die Tafelgebirge der Berchtesgadener Alpen besser abgeschirmt. Hier besteht ein unregelmäßig ausgeprägtes Niederschlagsgefälle von den äußeren Stauzonen (Flysch; »Schnürlregen«, also anhaltende Stauregen stabiler Vb-Wetterlagen z.B. am Salzburger Becken) zu den föhnreichen Ausläufern des inneralpinen Trockengebietes (z.B. Mittenwalder Talraum, Neidernachtal) mit ihren periodischen Luftfeuchtigkeitsdefiziten. Dem oberbayerischen Niederschlagsgefälle steht eine unübersehbare Nord-Süd-Abnahme der Moordichte gegenüber, deren geologisch-orographische Mitursachen natürlich nicht unterschlagen werden dürfen (Kap. 6). Moore der Talstufe erhalten am Nordrand der bayerischen Alpen bis zu 1600–1800 mm (z.B. Agathazeller Moore, Moore bei Grassau und Raiten u.a.), in den inneren Tälern aber z. T. nur 1200–1400 mm (z.B. Muldenmoore bei Klais).

Den Moorabtrag beeinflußt nicht nur die Regenmenge, sondern vor allem deren zeitliche Verteilung. Nach SCHWERTMANN u. Mitarb. sind ausschlaggebende Erosionsparameter mit den Sommerniederschlägen hoch korreliert. Auch diese erreichen im Westallgäu ihre höchsten Werte. Gleiches gilt für die Häufigkeit extremer Regenereignisse mit großer Planschwirkung. So treten Tagesregen über 50 mm im moorreichsten Allgäuer Bereich (Hörnergruppe; nach KARL, DANZ und MANGELSDORF, 1969) mindestens 4–5 mal im Jahr, im Ammergebirge dagegen nur 2mal auf.

Das Verhältnis der Moor- zur Niederschlagsverteilung läßt sich auf folgenden abschließenden Nenner bringen:

Just in den moorreichsten Lagen der Außenalpen wirken die abtragenden und ausspülenden Kräfte des Niederschlags und Oberflächenwassers am heftigsten. Hieraus erklärt sich der hohe Anteil an Erosionskomplexen in den Randalpen, vor allem in den Allgäuer Bergen (vgl. Abb. 5).

3.5.4 Temperaturverhältnisse, Kontinentalität

Von den oberbayerischen zu den Allgäuer Alpen, mehr noch zu den Berchtesgadener Alpen, rücken die Isothermen in die Höhe. So werden die Jahresmitteltemperaturen des Ammergebirges von den entsprechenden Höhenstufen des Allgäu um 0,1–0,6 °C, vom Berchtesgadener Land gar um 1,1–1,3 °C übertroffen. Dabei ist die relative Wärmebegünstigung der Allgäuer und Berchtesgadener Alpen in der subalpinen Stufe (1600–1900 m) am größten (vgl. die unterschiedlichen Moorphöhenbereiche).

Die südliche bayerische Staatsgrenze schneidet den äußeren Teil *alpenüberspannender Klimagradienten* (z.B. thermische und hygrische Kontinentalität, Wald- und Baumgrenze, Strahlungsgenuß) ab. Die

Veränderung dieser Gradienten läßt sich schon innerhalb des 5–40 km breiten bayerischen Alpenstreifens erkennen (vgl. z.B. MAYER 1974, GAMS 1931/32). Wer anläßlich einer transalpinen Exkursion von den rand- zu den inneralpinen Mooren vordringt, wird eine deutliche floristische und strukturelle Änderung feststellen: Z.B. Zunahme von *Sphagnum fuscum*, *Vaccinium microcarpum*, *Empetrum hermaphroditum*; vgl. KRISAI 1966 u. 1978; ein Höhersteigen wenig erodierter Moore bis auf über 2300 (2800) m¹⁾; frostwechselbedingte Eigenbewegungen des Moorkörpers werden alpeneinwärts immer weniger vom erosions-/niederschlagsbedingten Mikrorelief überlagert; Flark-, Strang-, Rimpi- und Kolkbildung wird einerseits durch verschärftes Frostwechselklima bei verringertem Schneeschutz erleichtert und andererseits durch gedämpften Niederschlagsangriff auch besser konserviert.

Anklänge dieses Kontinentalitätsgradienten deuten sich beim Vergleich der »normalen« oberbayerischen Hochlagen- und der Berchtesgadener Plateaumoores an. Die thermische Kontinentalität auf den ungeheuren Massenerhebungen könnte für inselartige Moorkommen von *Empetrum hermaphroditum* – wie auch für die Lärchen-Zirbenwald-Exklaven – (mit-)verantwortlich sein. Es fällt im übrigen auf, daß die außeralpinen Moorkommen der Krähenbeere in Bayern (ostbayer. Grenzgebirge, Rhön) sich mit Zonen höchster jährlicher Temperaturschwankung zur Deckung bringen lassen. In ebendenselben Mooren (Schwarzes Moor, Zwieselser-, Weitfäller Filz, Schluttergasse) kommt *Sphagnum fuscum* zu großer Entfaltung, hat *Vaccinium microcarpum* isolierte Vorposten²⁾ und sind Stränge, Flarke gut, oberflächliche Erosionserscheinungen aber nur schlecht entwickelt. Frappierend ist die Ähnlichkeit des nur 780 m hoch gelegenen Schwarzen Moors in der Rhön etwa mit den »Sieben Mösern« auf der Gerlosplatte (1700 m!).

Beide liegen in Zonen beträchtlicher thermischer Kontinentalität und relativ geringer Niederschlagssummen. Gleicht der höhere Strahlungsgenuß der Gerlosplatte den bedeutenden Höhenunterschied aus?

3.6 Zum individuellen Geländeklima der einzelnen Gebirgsmoores

Das tatsächliche Wuchsklima eines Gebirgsmoores kann durch die lokale topographische Beschaffenheit viel mehr bestimmt werden als durch die Höhenlage. In keiner anderen Moorregion Mitteleuropas sind Moore einer derartigen Vielfalt des Umgriffreliefs zugeordnet (Mulden, Kessel, Hochtäler, Kare, Hänge, Hangschultern, Kämme; Luv und Lee usw.). Jede Geländekonstellation bedingt andere Energie- und Stoff-Flüsse, die das Moor mitprägen (Kaltluftentstehung, -ansammlung, -strom; Verdunstung wird mehr durch lokale Windstärken als durch Isolation und Temperatur bestimmt; Abschmelzverzögerung und geringer Lichtgenuß in nordseitigen Karmoores unter hoch aufragenden Bergflanken; Schnee- und Gletschneeanhäufung im Lee usw.). So erfahren Moore in Ostlagen des Hochgebirges, also hinter den westseitigen Abregnungszonen der

1) Vgl. allerdings die »Gras-«, Rhododendron- und Juniperus-Bultmoore bzw. Erosionskomplexe in 4000–5000 m Höhe am Mt. Kenia, Ruwenzori, im Himalaya und in den Hochanden (u.a. HAFNER 1979, RITTER mdl., SCHÖBER mdl., ZECH mdl.).

2) Die *Oxycoccus*-Bestände des Schwarzen Moores (Rhön) scheinen dem Verf. »microcarpum-verdächtig«.

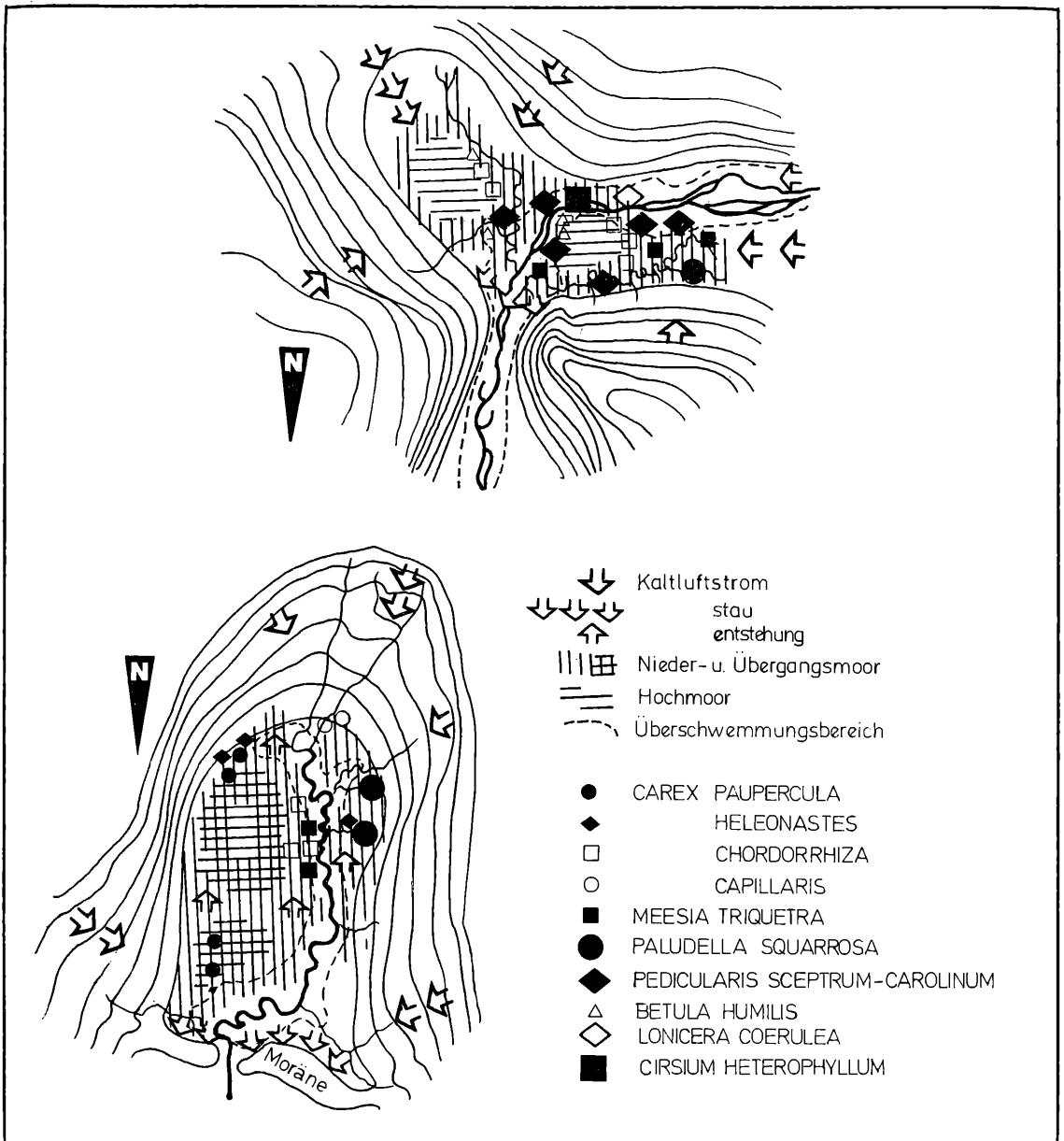


Abb. 4: Grundtypen von Kaltzeit-Reliktstandorten der bayerischen Alpen

Fiktive Darstellung in Anlehnung an zwei Karmoire der Außenkette und ein Talmoor, die aus Artenschutzgründen ungenannt bleiben. Bei einem der auffallend mächtigen Moore (bis 13 m) ist Alleröd-zeitliches Alter (Spätwürm) nachgewiesen.

Steigungsregen sowie in abgeschirmten windstillen Hitze- und Kältekesseln eine relativ kontinentalere Klimatönung als in windausgesetzten Kammlagen. Letztere zeigen dank geringerer Temperaturschwankungen (Kaltluftabfluß; Überhitzung wird durch Verdunstungskälte gemildert) und höherer Niederschläge einen ozeanisch-ausgeglicheneren Einschlag. Überdies wurden in solchen Lagen auffallende Peaks zivilisationsbedingter Immissionen (z.B. WANDTNER u. LÖTSCHERT 1979) sowie eine Anreicherung meeresbürtiger Nährelemente (vgl. GIES 1972) nachgewiesen. Künftigen Untersuchungen bleibt der Einfluß der warmen Hangzone auf Moore oberhalb der Inversionsgrenze vorbehalten.

Mit zwei Beispielen sei der Einblick in ein komplexes Beziehungsgeflecht abgerundet:

Es kommt wohl nicht von ungefähr, daß die an kaltzeitlichen Reliktpflanzen reichsten Moore der bayerischen Alpen in westabgeschirmten Kaltluftstau Becken (Kare, Hochtalendigungen, Karstmulden, durch Molassezüge abgeriegelte Stammbecken am Talausgang, Tal-/Aumore oberhalb kaltluftstauender Talverengungen) liegen (Abb. 4).

- Windausgesetzte Hochlagenmoore prägen mit ihrem oft ausgeprägten Kleinrelief die Schneeverteilung und das Ausaperungsmuster (vgl. auch FRIEDEL 1961). Der kleinflächige gegenseitige Ausschluß z.B. von Alpenrosen-, Rauschbeer- und Gamsheide auf Allgäuer Kamm- und Sattelmoores (z.B. Gottesacker, Ifersgundalpe) läßt sich aufgrund folgender Angaben (aus MAYER 1974) gut verstehen:

	mittl. Windgeschwindigkeit	mittl. Schneehöhe	mittl. Schneedeckendauer
Alpenrosen (Lee)	0,35 m/sec	80–200 cm	6,5–7,5 Monate
Rauschbeeren (Lee)	0,61 m/sec	30– 80 cm	4,5 Monate
Gamsheide	0,70 m/sec	10– 30 cm	3 Monate

Die meisten Alpenmoore sind also ihrem natürlichen Umfeld (surroundings im Sinne von VAN DER MAAREL 1980) in höchstem Maße zugeordnet und stofflich-energetisch »ausgeliefert«. Eine kaum zu überbietende Vielfalt verschiedenartiger Kleinklimazonen überstreicht sie, prägt Artenspektrum und Vegetationsstruktur (vgl. auch CARBIENER 1966), stempelt sie zu Ökosystemen *größerer* floristisch-standörtlicher *Individualität* als das Gros der Tieflagenmoore (vgl. Abb. 4).

Das syntaxonomische System der Alpenmoore (erste Annäherungen z.B. bei KAULE 1973 und KRISAI 1973) muß dem Tieflagen- und Mittelgebirgssystem mindestens ebenso viel an Differenziertheit voraus haben wie die alpine (ELLENBERG & KLÖTZLI 1972, MAYER 1974, PFADENHAUER 1969) der flachländischen Waldtypengliederung (HARTMANN & JAHN 1967, SEIBERT 1968). Diese Variabilität bündelt sich zudem auf viel kleineren Flächen!

4. Die Oberflächengestalt der Alpenmoore als Voraussetzung und Ergebnis von Wachstum, Abtrag, Massenselbstbewegung und -zufuhr

Gegenstand der folgenden gerafften Übersicht sind *Moorelemente* und *-strukturen*.¹⁾ d.h. der kennzeichnende Reichtum des Klein(st)reliefs (vgl. hierzu auch die fennoskandisch-nordrussische Moorregion). Abb. 5 erschließt zusätzlich eine Reihe von Bezügen zwischen Höhe(nklima), Moornachstum und (Fein-)Modellierung. Viele der betrachteten Erscheinungen sind Ausdruck von Moorbewegungen. Einige theoretische Voraussetzungen hierzu erscheinen hilfreich.

4.1 Alpenmoore als Bewegungskörper

Das Gewicht eines Bodenausschnitts wirkt senkrecht zum Hang als Normalkraft N und hangparallel als Schubkraft = Hangabtrieb T . Übersteigt T den Zug- und Scherwiderstand des Bodens, so wandert dieser hangabwärts (LAATSCH 1977). Entsprechend $T = G \sin \alpha$ (α = Hangneigungswinkel) nimmt die Bewegungsneigung eines hängigen Bodens oder Moores mit dem Gefälle und Gesamtgewicht zu. Je höher ein Torfkörper sich über den Hanguntergrund emporwölbt, desto gewaltiger wird sein Hangabtrieb. Mehrere Meter mächtig und wassergesättigt (spez. Gew. $0,9\text{--}1\text{ kg/dm}^3$), erreicht ein Hangmoor den kritischen Hangabtrieb von 30° -steilen Gebirgsböden schon bei viel geringerem Gefälle. Hinzu kommt, daß der Verformungs-, Zug- und Scherwiderstand der Torfe dauernd sehr gering ist (wassergesättigte Wachstumskomplexe) bzw. daß dieser Zustand durch thixotropes Verhalten der Humuskolloide bei Wasserzutritt erreicht wird (vgl. GÖTTLICH 1965). Kriechbewegungen auslösende Plastizität herrscht in den tonreichen Hangböden meist nur kurzzeitig, in den Hangmooren üblicherweise dauernd.

In einem bis zu 30° steilen und $1,20\text{ m}$ mächtigen »Steilhangmoor« (Abb. 20) sind alle im basalen Schutt wurzelnden Fichten- und Zwergstrauchstämmchen *innerhalb* der Bulttorfe tief-sichelförmig hangabwärts gedrückt. In diesem Fall ist allerdings

nur schwer zu ermitteln, welche Bewegungsbeiträge die Selbstbewegung der wassergesättigten Torfe im Vergleich zum Kriechschneedruck ausübt. Doch treten mit Querrissen (Rißflanken) verbundene Torfbewegungen in den Kendlmühlfilzen schon bei einem Untergrundgefälle von $< 1^\circ$ bei Torfmächtigkeiten von $4\text{--}6\text{ m}$ auf (Ringler 1977) und zwar am Knick zwischen einem durch Torfabbau ausgelösten sekundären Gehänge und der Hochmoorhochfläche.

Für Hochlagenmoore der Alpen sind Gefällswechsel des Untergrundes geradezu charakteristisch. Damit ändert sich nach $T = G \sin \alpha$ natürlich auch die Massenbewegungstendenz. Es werden sich zwischen dem abdriftenden und dem stabileren Torfpaket isohypsengleiche Spalten (Rißschlenken, Flarke, Kolktreppen usw.) ausbilden. Frostmechanische Bewegungen werden die morphogenetischen Prozesse von Gebirgsmooroberflächen unterstützen und beschleunigen.

Deutlicher als an Gefällsunterschieden innerhalb eines Hanges müßte sich die Mobilität plastischer Torfmassen auf Wasserscheiden (Gefällsumkehr) erweisen. Tatsächlich befinden sich am First mächtiger Sattelmoore schwingrasenartige, oft kaum begehbbare Wasser- oder Torfschlammkissen, die sich als Schwäche- oder Rißzonen an der *Bewegungsscheide* deuten lassen (z.B. Sybellenmoos am Grünten, Engenkopf). Auch die Kolkreihen entlang der Längsachse hochaufgewölbter Karmore (*Achsenkolke*) fügen sich in dieses Bild (z.B. Sudelfeld b. Bayrischzell).

»Wurzelechte« alpine Hochmoore sind bodenmechanisch homogener als mehrhorizontige Mineralböden. Wie Naß-/Firnneemassen und tonigmergelige Erdströme sind sie durch anhaltend hohe Wassergehalte ($80\text{--}100\%$), fortgeschrittenen Quellungszustand der Humuskolloide und fehlendes Skelett (innere Reibung!) für Bewegungen so prädisponiert, daß geringe zusätzliche Einwirkungen (Niederschläge, Schneeschmelze, Auftauen, Entwaldung) ausreichen, um die kritische innere Kohäsion (vgl. Fließgrenze der Tonminerale) zu unterschreiten (vgl. z.B. BUNZA 1978 b für den Ruones-Erdstrom in den Dolomiten). Dann treten auch in Hangmooren translationsartige, mit Schollen- und Stauchfaltenbildung verbundene (z.B. am 13.9.1960 bei Schönberg/Ammergau; VIDAL 1966) oder rotations-muschelartige (Ausbruchnischen im Priesbergmoos?) Anbruchereignisse ein. Der natürlichen Lage und außerordentlich hohen Plastizität entsprechend treten solche *Moobrüche* bei viel geringeren Neigungswinkeln ein als die entsprechenden Erscheinungen der mineralischen Substrate (vgl. u.a. LAATSCH & GROTTENTHALER 1973, SCHAUER 1975 a, BUNZA & KARL 1975). Natürlich können Mooraufgaben mit ihrem Untergrund, dessen Zugspalten und präformierte Bruchflächen sie vernässen, *gemeinsame Bewegungsseinheiten* bilden (z.B. Terrassentreppen in vielen weidestörten Allgäuer Hochlagenmooren, Staffelfürche und -abstürzen am unteren Rand des Moores Lettenflecke im Halblechgebiet).

Nur in größeren, nutzungsbeeinträchtigenden Ausnahmefällen wurden derartige Ereignisse bei uns beachtet (z.B. Schönberg). In der Regel werden sie an kaum begangenen Stellen (z.B. am Abbruch von Riedelmooren zu tiefen Bachgräben) oder in früheren Zeiten eingetreten und bis zur Unkenntlichkeit vernarbt sein. Trotzdem wird der nördliche Alpenrand aufgrund seiner sehr hohen und ungleichmäßig verteilten Niederschläge und der relativ

1) »myrstrukturen« sensu SJÖRS (1948) bzw. »Kleinformteile« der finnischen Moorkunde sind z.B. Bulte, Schlenken, Stränge, Flarke, Kolke. »myrelementen« sind die nächsthöhere Formeinheit, z.B. Moorhochfläche, Randgehänge, Lagg. Moorelemente bilden zusammen einen »Moorkomplex« (CAJANDER 1913) und mehrere Moorkomplexe ein Moorsystem (vgl. 6.6.1).

großen Mooruntergrundneigung zu den Moorregionen Europas zählen, die wie Irland/Schottland (PEARSALL 1950) und die norwegische Küste für Moorbrüche disponiert sind.

Die angedeuteten bruch-, schollen-, falten-, ja Überschiebungstektonischen Bewegungen sind jedoch weniger bezeichnend als das gleichförmig-kohärente Bewegungsverhalten des ganzen wassergesättigten Moorkörpers. Angesichts eines flach auslaufenden oberen und steil abbrechenden unteren Endes, höhenliniengleicher Spaltensysteme bzw. Bruchzonen an Versteilungen, ja sogar basaler Wasserströme, Ausspülungskavernen und Ausflußöffnungen an der Stirnfront drängt sich ein Vergleich mit Gletschern auf.

Ein prinzipieller Unterschied liegt jedoch nicht nur in der Materialbeschaffenheit und Größe, sondern im Defizit der Stoffbilanz. Ein Gletscher gleicht bei stationärem Klima seine Zehrverluste (vor allem am unteren Ende) durch entsprechenden Nachschub

aus einem großen Nährgebiet aus. Der Erdstrom von Corvara verliert zwar ständig Material an den Ruonesbach, der ihn an seinem Zungenende unterschneidet, wird aber durch rhythmische Anbrüche an den Bergflanken des Entstehungsgebietes immer wieder nachbelieft. Hochlagenhochmoore werden dagegen bei den gegenwärtigen Klima- (und Nutzungs-) Verhältnissen ihren Massenerhaltungsbedarf nicht mehr durch Torfwachstum decken können, wenn sie durch langsames Fließen, Abtrag und Ausspülung an der talseitigen Front Torfin Vorfluter oder Dolinen verlieren.

Wie kann man sich die Stoffbilanz eines Hochlagenhochmoores in seiner Wachstumsperiode vorstellen? Der Massenüberschuß rief einen durch das Untergrundgefälle gesteigerten Hangabtrieb hervor. Der resultierende Kriechdruck nahm im Profil von unten nach oben zu, d.h. die Mooroberfläche drückte proportional zum Untergrundgefälle stärker hangabwärts als die tieferen Moorschichten. Wurde der

Abb. 5: Oberflächengestaltung von 109 ausgewerteten Allgäuer Gebirgsmooren, bezogen auf die Höhenstufen 700–800 m, 800–900 m usw. (in Anlehnung an Ringler 1978)

Diese Auswahl ist in den untersten Höhenstufen nicht repräsentativ für die bayerischen Alpen, weil die Allgäuer Talmoore schlecht erhalten sind.

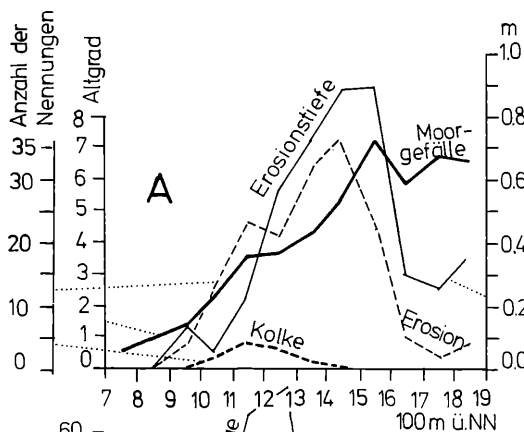


Diagramm A

fette Linie: maximales, in den Höhenstufen gemessenes Moor-gefälle einer Strecke von mindestens 50 m (beachte vergleichend KLÖTZLI 1978)

fein strichliert: Anzahl aller Moore mit Erosionserscheinungen in den Höhenstufen (Rüllen, moordurchschneidende Rinnen, breite Torfauhöhlungen, pals-förmige Torfresthügel, terrassenartiger Torfversatz, Mikroerosion)

feine Linie: Mittelwert der größten Torfeintiefung aller erodierten Moore einer Höhenstufe (mittlere maximale Erosionstiefe)

fett strichliert: Anzahl der Moore mit echten Hochmoorkolken (tiefer als 1 m).

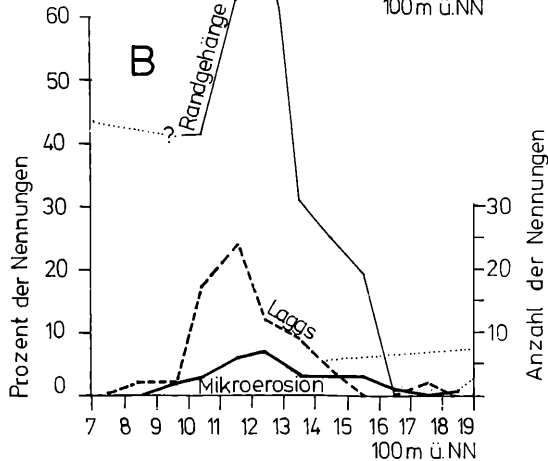


Diagramm B

dünne Linie: Moore mit (zumindest talseitigem) Randgehänge in % aller Moore der Höhenstufe

strichliert: Anzahl der Moore mit Lagg (Randtrauf) in den Höhenstufen

fette Linie: Anzahl der Moore mit Mikroerosionserscheinungen in den Höhenstufen

(Mikroerosion: *Trichophorum caespitosum*-Rasen mit einem fein verästelten Maschenwerk kleinster Rinnen und ungeschützter Torfe).

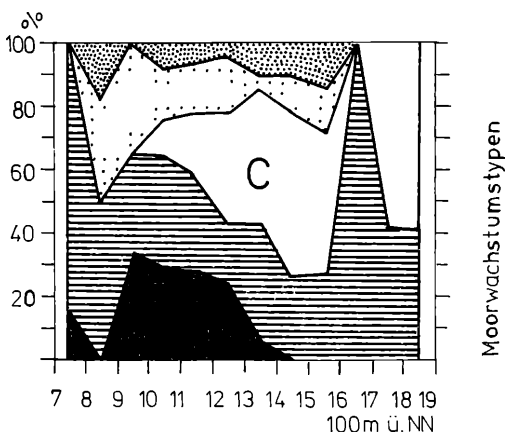


Diagramm C:

Verteilung der Moorwachstumstypen auf die Höhenstufen, ausgedrückt in % aller Nennungen einer Höhenstufe

schwarz: Hochmoorwachstumskomplexe

schraffiert: Stillstandskomplexe

weiß: Erosionskomplexe

locker punktiert: Verhochmoorungsstadien

dicht punktiert: Quellmoore

Die Abweichung der Höhenstufe 1600–1700 m beruht auf einer zu geringen und nicht repräsentativen Zahl ausgewerteter Moore. Es wird deutlich, daß wüchsige Hochmoorkörper auf die untere montane Stufe beschränkt sind und Erosionskomplexe ihren Schwerpunkt in der hochmontanen und subalpinen Stufe finden. Die Neuansiedlung von Hochmoortorfmoosen (»Verhochmoorungsstadien«) hört oberhalb 1500 m endgültig auf.

Abscherwiderstand an der Moorbasis oder im Profil durch die Schubkraft überwunden, so konnte der gesamte Torfkörper oder eine Schicht davon in langsam gleitende Bewegung übergehen. In jedem Fall werden sich die Moorränder im zusammenhaltenden »Corselet« der Vegetations- und Wurzelschicht (vielleicht wulstartig) zu Tale vorgeschoben haben. Der Torfkörper (und damit die Moorvegetation) müßte sich soweit ausgedehnt haben, bis ihm die unterspülende oder abfluß- und abtragsbeschleunigende Wirkung eines Bachgrabens, eines Dolinensystems oder einer Versteilung ein Ende setzte. Dabei wäre es vorstellbar, daß sich der nachwachsende und nachschiebende Moorkörper wächtenartig über Hangkanten hinauswölbt und dann wie ein kalbender Kleingletscher immer wieder abbricht oder in Staffelfröhen absinkt. Anzeichen hierfür gibt es im Spirkenfilz bei der Haslachalpe am Grönten und im Riedelmoor bei der Steinbachalpe/Lkr. Bad Tölz-Wolfratshausen (RITTER mdl.)¹⁾

Alpenmoore werden also durch folgende Kräftefelder gestaltet, denen die folgenden Abschnitte gelten:

4.2 Das autonome Moorwachstum erzeugt potentielle Energie, eine Emporwölbung, ein Randgehänge, Bulte und Schlenken usw. (Wachstumselemente)

4.3 Mooreigene (u.U. frost- und schneedruckunterstützte) Bewegungen erzeugen vorwiegend höhenliniengleiche Querstrukturen (Bewegungsstrukturen)

4.4 Exogene Erosionskräfte erzeugen vorwiegend lineare Längsstrukturen in der Fallinie (Erosionsstrukturen)

Mooreigene Querstrukturen und »fremdbestimmte« Längsstrukturen überkreuzen und stören sich gegenseitig.

4.2 Wachstumselemente der Alpenhochmoore

4.2.1 Randgehänge

Wenn vorhanden, sind Randgehänge in den Alpen meist imposanter, steiler und vielfältiger gestaltet als im außeralpinen Raum. Im Vorland bleiben sie nur ausnahmsweise von Abstich und Kultivierung verschont, in Norddeutschland nirgendwo. Deshalb gewährt heute nur mehr der (Mittel-)Gebirgsbereich Einblick in die wechselvolle Randgestalt mitteleuropäischer Hochmoore. Wie in allen anderen unserer Meso-Ökosysteme ist der Randbereich auch hier die Zone mit der höchsten Struktur-, Arten- und Informationsdiversität (vgl. KAULE & PFADENHAUER 1973).

Allerdings ist dieses »Lehrbuchmerkmal« von Hochmooren in den beengten Hochlagen meist nur abschnittsweise ausgebildet: In soliombrogenen Hangmooren nur talseitig, in Sattelmoores nur an den beiden talseitigen Enden usw. Vielfach ist es undeutlich, fehlt ganz oder wurde in jahrhundertelanger (Tritt-)Erosion zerstört (Abb. 3 c). In stark zerschnittenen Erosionskomplexen mit vielen Einzelrücken von einem Randgehänge zu sprechen, wäre absurd. In manchen Kamm- oder Karmoores beweisen wenige Einschlüsse, daß Felsaufwölbungen ein Randgehänge vortäuschen (z.B. am Schlappoltsee bei Oberstdorf, Seealpe/Gottesacker). Bei Außerschwende/Kleinwalsertal ragen sogar Sandsteinzinken im Hochmoor auf.

Uhrglasförmige allseitige Aufwölbungen können sich fast nur in geräumigen Haupttälern meist auf Seesedimenten entfalten (z.B. Mettenhamer Filz, Pfrühlmoos, Strub bei Berchtesgaden). Für viele Hoch- und Mittellagenhochmoore bis höchstens 1600 m ist ein böschungsartig abruptes, bis über 5 m hohes und 20° steiles Randgehänge typisch (z.B. Krottenthaler Alm bei Geitau, Moore im Valepptal, Kronberger Alm am Wendelstein, Hädrichmoore, Lexenalm bei Benediktbeuern). Solche fast stufenartigen Filzränder beruhen sicherlich nicht nur auf aktivem Moorwachstum, sondern dürften durch Moorbewegungen (»Stirnwalst des Moorgletschers«) und exogene Erosionskräfte (vgl. 4.4) wesentlich mitgeformt werden. Gerade die eindrucksvollsten Gehänge begleiten moordurchschneidende oder -tangierende Bachauen, Hochflut- und Geschieberinnen, die dem Hochmoorwachstum das immanente Breitenwachstum verwehren und nur das Höhenwachstum belassen, aber auch durch Ausspülung den Torfnachschub abschöpfen. Welch beachtliche Lageenergie an steilen Randgehängen durch den Bergkiefern- und Fichtenrandwald zurückgehalten wird, erweist die Zerschneidung, rasche Auswaschung und Einebnung entwaldeter und beweideter Karbodenhochmoore (z.B. südlich des Spitzingsees, Buralpe und Seifenmoos bei Immenstadt, Teile des Röthelmooskomplexes bei Ruhpolding). Intakte Randbestockungen sind in den Alpen wahre »Stützcorselets« für eine plastische Torfmasse, die andernfalls zu zerfließen droht.

4.2.2 Randlagg

Kein anderes Hochmoorelement wird von der standörtlichen Kammerung der Voralpen mehr beschnitten als der Randtrauf, der normalerweise als funktionelle Ergänzung dem Randgehänge zugeordnet ist (vgl. z.B. Schwarzes Moor in der Rhön, Salemer Moor/Holstein, Seilachmoos/Sulzschneider Forst). Wohlausgebildete Laggs sind meist nur abschnittsweise auf wenige Moore beschränkt (vgl. Abb. 5 B). Für die Alpenmoorregion ist kennzeichnend, daß die Lagg-(artigen)-Bereiche im allgemeinen

- nicht das Hochmoor umschließen, sondern als *tangentiale* Hangwasserkorridore daran entlang- und wieder wegführen (vgl. Abb. 26)

- trotz Hochmoor-Randlage weiteren landschafts-ökologischen Funktionen unterworfen sind (z.B. Kalkquellmoor, Ableitung des Oberflächenabflusses vom Gegenhang des Hochmoores, Tiefenerosionsrinne, Schlucht).

Anstelle von Nieder- und Übergangsmoortorfen finden sich in den Hochmoor-Vortiefen häufig Auensedimente oder organisch mineralische Wechsellagerungen.

Wo Rinnen den Hochmoorkörper am stärksten »unterschneiden«, stößt man nicht allzu selten auf »Hochmoorquell(nisch)en«, also Aussickerungen dystrophen Hochmoorwassers in Form kleiner Schwingrasendellen und metertiefer Wasserlöcher, die mit Untermoorkanälen kommunizieren (z.B. Hädrichmoore, Rote Valeppalm, Kühberg/Gottesacker).

Manchmal besteht ein hochmoorumschließender Laggbereich ringsum (z.B. Schwemm bei Walchsee) oder abschnittsweise (z.B. Pfrühlmoos) aus einer Kette von Quellseen/-trichtern. Reizvolle braunwassergefüllte Strudelkolke und Moosgirlanden bilden sich, wo Rillenwasserfälle periodisch über steile Randhängestufen in den Lagg herabstürzen. Dabei werden bis zu 2 m hohe Torfwände freigelegt

1) Derartige Erscheinungen wurden auch in der Schweiz beobachtet (GRÜNIG mdl.).

(Piesenkopf, Hädrich). Eine entfernte Parallele zum sturmflutunterspülten Sehestedter Außendeichsmoor am Jadebusen (vgl. OVERBECK 1975) sind Torfanbrüche, die der Bolgenach-Prallhang in ein Hangmoor bei der Scheuenalpe vortreibt.

Lags oder deren Ersatzelemente sind in den bayesischen Alpen von außerordentlichem floristisch-vegetationskundlichen Interesse. Sie sind als unverbrüchliches Herzstück in die Erhaltungskernzonen (vgl. Abb. 10) einzubeziehen. Mit ihren trophisch und mechanisch hochempfindlichen Reliktarten (vgl. 7.3.3.1) können sie keineswegs als Pufferzonen für die Hochmoore betrachtet werden. Vielmehr benötigen sie *ihrerseits* Pufferzonen gegen den land-, alm- und forstwirtschaftlichen Nutzungsbereich.

Als Beispiele seien herausgegriffen: Das bedrohte Reliktmoos *Mesia triquetra* hat seine wenigen Refugien praktisch ausschließlich in quelligen Laggzonen. Die derzeit bedrohtesten Moorpflanzen (*Carex heleonastes*, *C. paupercula*, *Juncus stygius* und *Saxifraga hirculus*) sind auf beidseitig abgepufferte Hoch- und Übergangsmoor-Laggbereiche angewiesen. Übergangsmoorwälder und Brüche von ganz eigenartigem Charakter (Fichte, Grauerle, Birke, Spirke) bestocken die lagganalogen Bacheinhangs unterhalb von Riedelmooren (z.B. Aibelealpe bei Hirschgund, Bacheletobel N Riezlern, Lobental/Ammergebirge).

Definiert man den Lagg nicht moormorphologisch, sondern nur trophisch-vegetationskundlich, so wäre jeder Großseggen- oder Bruchwaldring um einen unreifen, nicht aufgewölbten Hochmoorkomplex, aber auch um Übergangsmoorschwingrasen als solcher zu bezeichnen. Lags dieser Art finden sich in den Voralpen und am Alpenrand in Zonationen der Toteiskessel (z.B. Ammergebirgsvorland, Frilenseegebiet), aber auch in Verlandungsmooren oder karstwassergespeisten Quellkesseln (z.B. Egelsee bei Oberwössen, Hinterau alpe bei Gunzesried, Falkensee bei Inzell, Schwarzer See bei Grainbach). Die Situation des Randlags im Untersuchungsgebiet wäre abschließend wohl so am besten auszudrücken: Hätte ein Moormorphologe das Phänomen Hochmoor *nur* aus der Sicht der Voralpen ohne Kenntnis der norddeutschen und skandinavischen Hochmoore beschrieben, er hätte den Trauf als integrierenden Wesenszug des Ökosystems Hochmoor wohl unbeachtet gelassen oder mit einer Vielzahl andersartiger Landschaftselemente identifiziert.

4.3 Bewegungselemente der Alpenmoore (Querstrukturen)

Hochmooreigene (z.T. überwachsene) Stillgewässer, also Kolke, Blänken, Mooraugen, Flarke sind nach ihrer weitgehenden Zerstörung im Tief- und Vorland¹⁾ heute in Mitteleuropa nahezu allein den (Mittel-)Gebirgsmooren vorbehalten. Waren Hochmoorseen der großen Stammbecken ohne erkennbares Ordnungsprinzip über die endlose Moorweite

verstreut (z.B. Hochrunst- und Kollerfilzen), so sind Hochmoorgewässer der Hochlagen in der Regel

- a) einander zugeordnet,
- b) in einer bestimmten, abstrahierbaren Position auf dem Moor gelegen;
- c) in Zahl und Anordnung an die orografischen Moortypen (Abb. 1) und die Moorausdehnung geknüpft,
- d) quer zum Hauptgefälle gestreckt, seltener axial im Moorzenit aufgereiht.

Begrenzt man die betrachteten Strukturen nicht auf offene Wasserflächen und auf ombrotrophe Moore, so reicht das Spektrum bis hin zu kermi-artigen, leicht treppigen Schlenkenbündeln (z.B. S-Teil des Kläperfilzes) und den km-langen halbkonzentrischen »Flark-Initialen« des Hohenboigenmooses bei Murnau, die zumindest in ihrem Remissionsmuster (Scanner-, IR-, Schwarzweiß-Luftbilder) an das Ryggmoos bei Uppsala erinnern (vgl. MALMER 1975). Bisweilen entdeckt man vom Flugzeug aus faszinierende gebündelte Bogenstrukturen, die man am Boden völlig übersehen hätte (z.B. Hühnermoos bei Wertach).

Manchen Kenner der Alpenmoore werden die Querstrukturen schon an Gletscherspalten und -brüche erinnert haben. Dem Verfasser drängten sich auch Parallelen zu den »Nackenseen«, die sich in stufenartigen Absitzungen innerhalb langsam fließender alpiner Erdströme gebildet haben, auf (vgl. BUNZA 1978 b). Daß Kolktreppen (Stufenkolke), Querschlenken, Flarke und Stränge etwas mit Spannungs- und Bewegungszuständen zu tun haben, ergibt sich nicht nur aus der nordischen Moolliteratur (z.B. EUROLA 1975), sondern aus zwei einzigartigen »Freilandexperiment am bayerischen Alpenrand:

1) Rißflanken, die erst nach der PAULschen Begehung (PAUL & RUOFF 1927) in den Kendlmühlfilzen am oberen Ende eines durch Torfabbau entstandenen sekundären Randgehanges entstanden sind. Ähnliche Bildungen sind auch im Zuge der Loisach-Kochelseemoor-Eingriffe aufgetreten (vgl. LUTZ 1938 u. 1950).

2) Stufigen Flarksystemen von Übergangsmoorcharakter, die sich im Moorbruchgelände bei Schönb erg/Ammer seit dem 13./14. Juni 1960 entwickelt haben und die manchen Kolktreppen der Allgäuer Alpen verblüffend ähnlich sind (vgl. z.B. das Latschenfilz bei der Weißensteinalpe im Gutswieser Tal).

Unsere schönsten Gebirgskolke liegen in größeren Sattelmoo ren unterhalb der schwingrasenartigen Stauzone (Sattelachse), oft 3–5-fach übereinander. Kleinere Riedelmoore entwickeln im allgemeinen nur 1 Kolk (z.B. E Gabriellalm). Besonders attraktive zentrale Kolke krönen sehr stark aufgewölbte Hochmoorkörper mit entsprechendem lateralen Kriechdruck (z.B. Kronberger Alm/Sudelfeld, Anthauptenalm, Krottensteinmoos/Ammergebirge). Zonen langgezogener, 1–4 m breiter, durch schmale Bultstränge getrennter Flarke sind im hintersten Strausbergmoos bei Hindelang ausgebildet, erreichen aber nicht das einzige bundesdeutsche Kermihochmoor in der Rhön. Die vielleicht großartigste Flarkzone der Bundesrepublik befindet sich nahe dem Schmatzer Köchel im Murnauer Moos. Strangartige Wasser rinnen oder Schlenkenstrukturen finden sich insbesondere im Oberallgäu an vielen Stellen. Jedoch fehlen typische *Aapamoore* wie etwa bei St. Moritz oder in Südlapland mit ihrer Streifenstruktur aus hochragenden Hochmoorbrücken zwischen Niedermoorschlenkenzügen.

1) Von den 15 Hochmoorseen des Rosenheimer Beckens ist nur mehr einer als kläglich Rest erhalten. Der letzte Kolk der südlichen Chiemseemoore (Egelsee) wurde zwischen 1930 und 1950, der Moorsee in den Thanner Filzen N Bad Aibling schon um 1860 (ZAHLEHEIMER mdl.) trockengelegt. Andere Hochmoorseen des Alpenvorlandes sind aufgrund ihrer Lage im Lagg bzw. ihrer Trophie wohl kaum als hochmooreigen anzusprechen (z.B. Schwarze Lache/Bernrieder Filz, Schwarzsee/Murnauer Moos, Bodenloser See im Lienzinger Filz, Wölkhamer See im Halfinger Freimoos, Monatshäuser Filz S Starnberg, Mörlbacher Moor. Die letzten »Meere« der friesischen Hochmoore sind mit unseren Kolken nicht vergleichbar. Ein heute »typischer« Hochmoorsee, der Fichtsee, wird sogar als Loisachaltwasser gedeutet.

Sehr merkwürdig und charakteristisch sind die trittfesten Kolkuferwülste (vgl. DIERSSEN, J. TÜXEN 1975) und deren oft 1 m hohe Abstürze, die terrassenartig gestaffelte Kolk(schwingrasen)terrassen miteinander verbinden (Hädrich). Zum Vorgang der Frostpressungen und -hebungen kann hier mangels eigener Untersuchungen nichts beigetragen werden (vgl. EUROLA 1975, DIERSSEN 1975).

Die Ansicht, daß die meisten Alpenkolke auf schwerkraft- oder frostabhängige Massenbewegungen zurückgehen, wird durch besonders steile Moorrandbereiche gestützt, in denen wassergefüllte, 2–4 m tiefe Kolke, schlammgefüllte Kolke und tiefe, wasserlose Moorspalten hangabwärts aufeinander folgen (z.B. Engenkopf). Die Zerreißung der Hochmoorkörpers beginnt offenbar in der Kolkzone und wird zum entwässernden Rand hin immer stärker. Ein meterhoher Randabsturz, ein randwärts immer deutlicheres Netz von Torfröhren und -kavernen und die Auffindung von Menyanthes-Samen (Schlenken- und Schwingrasenpflanze! Sondierung im August 1979 durch GROSSE-BRAUCKMANN) im heute fichtenbeschatteten Randspaltengebiet unter Zwergstrauchvegetation, belegen, daß der Torfkörper offenbar schollenförmig zur Vortiefe hin absitzt, durch ein System rückschreitender »Sauger« ausgezehrt wird und bereits einen erheblichen Teil an die Felsdolin im Vorfeld verloren haben muß. Fehlt (noch) ein Untermoorentwässerungssystem, so können die Bruch- und Absitzspalten des Randgehanges noch wassergefüllt sein. So wird einsichtig, warum sich auffallend schmale und langgestreckte Kolke oder Schlammrinnen bevorzugt im Randgehänge unterhalb der Moorhochfläche finden (z.B. Rackersee im Jenbachtal ob Feilnbach, Latschenfilz oberhalb der Mitteralm am Wendelstein, Röthelmoos, Hörmoos).

Den Randab- oder -ausbrüchen gegenläufig ist die Mooraufstauchung durch niedergehende Erdströme und Bergstürze, so geschehen 1960 durch einen aus Cenomannagelfluhen über Partnachschichten niedergebrochenen Bergsturz auf der Klebalpe (Nordseite des Ammergebirgshauptkammes). Der etwa 2 m aufgetürmte Stauchwall aus Übergangsmoor-torfen ist offenbar in rasche Mineralisierung übergegangen und mittlerweile mit Alpenkreuzkrautfluren (einer Lägergesellschaft!) bewachsen.

Eine weitere Eigenart von Alpenhochmooren sind kraterartig geformte Moorkörper (»Kratermoore« sensu KAULE 1974). Nach Erklimmen des Randgehanges steht man bisweilen überrascht vor einem inneren konzentrischen Gehänge zur Moormitte hin. Alle gut ausgebildeten Hochmoorkrater sind Erosionskomplexe, deren Randgehänge zunehmend von Rüllen durchsägt werden. Krater sind den Zentralkolken homolog und liegen in Mooren ganz ähnlicher Dimension. Da sich alle Übergänge zwischen wasserlosen Kratern (z.B. Röthelmoos), Kratern mit zentralen Schwingrasen (z.B. Scheidthalalpe), in die Moormitte *ingesenkten* Zentralkolken (z.B. Ant-hauptenalm) und Kolken am Kulminationspunkt finden lassen, liegt ein genetischer Zusammenhang nahe (Abb. 9 Block 6/7).

Abschließend ein Hinweis auf die Funktion von Kolken: Nach GIES (1972) und MÜLLER (1973) bilden sich infolge erhöhter Verdunstung und Ausfrieren von Kationen im Kolkbereich Wasser- und Stoffdefizite im Kolkrandbereich, die insbesondere in niederschlagsreichen Mooren durch Zuströme aus dem Umfeld ausgeglichen werden. Nach dem Abtauen der im Kolkeis gespeicherten Nährstoffe

müßte sich danach ein Überschuß ergeben. Tatsächlich sind die meisten alpinen Kolkufer durch Mineralbodenwasserzeiger wie *Molinia*, *Potentilla erecta*, *Carex nigra* und *C. limosa* vom Umfeld abgehoben. Stillgewässer auf der Hochmoorbreite können also (Mit-)Verursacher und »Schaltstellen« eines Systems lateraler Stoffströme sein, das zur ökochemischen und Vegetationsdiversität des Hochmoores beiträgt. Es ist klar, daß Hochmoorhochflächen mit Kolken zusätzliche Vegetationseinheiten aufweisen werden (z.B. konzentrieren sich die *Sphagnum fuscum*-*Vaccinium microcarpum*-Gesellschaft und bestimmte Kleinlebermoos-Bultfußgesellschaften auf die Kolkufer). In quellwassergespeisten Flarken des Murnauer Moooses befindet sich eines der letzten Refugien von *Castalia candida*.

4.4 Lineare Erosionsstrukturen (Rüllen)

Nach der Isoerodenkarte von Bayern nach RÖGLER & SCHWERTMANN (1981) befinden sich die Alpenmoore in der Zone höchster Erosivität ($R = 111 \text{ kJ}^{-2} \text{ mm h}^{-1}$; der Erosivitätsfaktor R steht in linearer Beziehung u.a. zu den mittl. Sommerniederschlägen). Erosionsempfindliche Torflager können unter diesen durch häufige Stark- und Gewitterregen noch verschlechterten Bedingungen nur bestehen, solange eine leistungsfähige Torfmoos-, Zwergstrauch- und Gehölzschicht – einen Teil des – einen Teil des Niederschlags interzipiert und transpiriert

- den Torf vor Planschwirkungen bewahrt und festhält

- durch Retentionsmechanismen dem oberflächlichen und -nahen Moorabfluß jede Schleppkraft nimmt.

Die für Wachstumskomplexe typische Dämpfung der Abflußspitzen (SCHMEIDL, SCHUCH & WANKE 1970), d.h. die Speicher- und Bremswirkung der muldig-bultigen Torfmoos-schicht, kann durch klimatische Abkühlung (Verdunstung sinkt zugunsten des Abflusses; verkürzte Vegetationsperiode schwächt Sphagnen; Frostdynamik erzeugt Gefügeverdichtung), anderweitig veränderte Wasserbilanz (z.B. Niederschlagszunahme) und Nutzung (Trittverdichtung, Erosionsansatzpunkte) eingeschränkt werden. Dann sind für den Regen- und Schmelzwasserabfluß Voraussetzungen geschaffen, in vorgezeichneten Mulden- und Rinnenzügen (z.B. Zugrissen gespannter Moorkörper), bevorzugt natürlich in hängigen Gebirgsmooren, allmählich ein Netz- oder Streifenmuster von Abflußrinnen einzuschneiden (*Rüllen*). Schon die ersten Rüllenansätze werden die Belüftung, Zersetzung und Torfverdichtung begünstigen, erzeugen also weitere Abflußzuwächse, die wiederum die Eintiefung verstärken usw. Dieser Aufschaukelungsprozeß schreitet fort, bis mehr erodierte Hohlräume als Torfbänke vorhanden sind (»Hochmoorruine«; Abb. 3) und endet beim Totalabtrag. Der Zyklus eines alpinen Hochlagenmoores ist damit geschlossen.

Rüllen sind in allen Teilen der bayerischen Alpen zu beobachten, gelegentlich sogar in Talmooren (z.B. Auracher Filz im Leitzachtal). Den vielfältigsten Formenschatz birgt jedoch auch hier das Westallgäu. Dort sind alle Übergänge zwischen cm-breiten Rillen und Riesenrüllen von wahrhaft skandinavischen Ausmaßen (bis zu 4 m tief und 35 m breit; Abb. 6) anzutreffen. Neben randgehängeartig bewaldeten, gibt es bis 1,50 m tiefe, mit Rasensimse ausgekleidete (z.B. Untere Wilhelminen-alpe) und

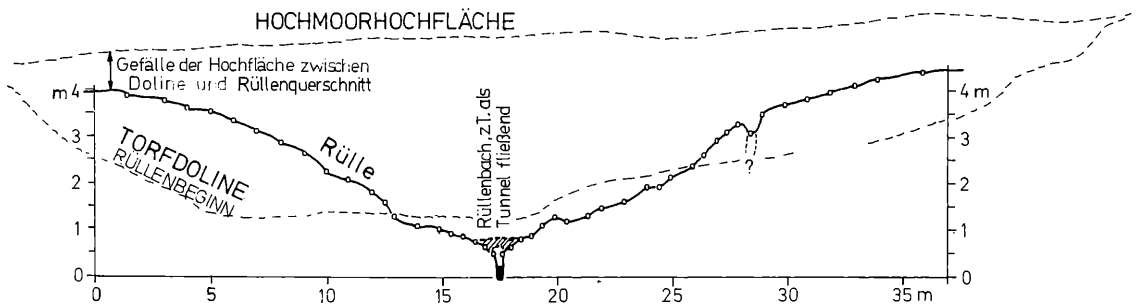


Abb. 6: Riesenrülle im Latschenfilz bei der Hörmoosalpe/Westallgäuer Alpen (1270 m ü. NN). Die Nivellementpunkte sind mit kleinen Ringen markiert.

auch ganz nackte Torfrüllen (vgl. RUDOLPH, FIRBAS & SIEGMOND 1928 für das Koppenplanmoor im Riesengebirge), die bei Starkregen fast sturzbachartig durchspült werden (z.B. Hädrichgebiet).

Den linien- oder grabenhaften stehen *flächige* Abtragsformen gegenüber: moordurchschneidende Gassen der Hangwasserzüge oder Gleitschnee-/Grundlawinenbahnen; bis auf isolierte Torfkegel und -tafeln abgebaute Moore). In *erhabener* Lage (z.B. Kämme, Plateaus, flache Sättel) sind Moore den exogenen Spülkräften (vgl. Abb. 3) viel weniger ausgesetzt und deshalb weniger »ausgehöhlt« als die meisten höhergelegenen Karboden- oder Hangfuß-Moore.

Die Erosionstiefe nimmt von etwa 1000 auf 1600 m etwa gleichläufig mit der maximalen Mooreigung zu, um höherwärts rapide abzusinken. Zwischen 1400 und 1600 m sind Rüllen am häufigsten (Abb. 5 a).

Einer eingehenderen Darstellung bedürften die *unterirdischen* Erosionsformen der Alpenmoore. Zwischen 1100–1300 m, gelegentlich noch höher, gibt es im Allgäu Torftrichter von mehreren Metern Tiefe mit einer punktuellen Frostlochflora (z.B. *Rhythidiadelphus loreus*, *Listera cordata*), »Rohrleitungen« mit Aus- und Einströmöffnungen im Randgehänge, senkrechte »rüllenverschluckende« Röhren, die bei Niederschlägen akustisch unterirdisch weiterverfolgt werden können (vgl. JENSEN 1961, PRIEHÄUSSER 1953), ja sogar unterirdisch verbundene Dolinenreihen wie z.B. im Sonnenberger Moor/Harz. Am erstaunlichsten muten aber jene geräumigen Torfgrotten an, die im Bereich vom Moorbruchzonen sich am Boden eines Trichters öffnen, geheimnisvoll verschlossen durch einen frei herabhängenden Moosvorhang (z.B. Wilhelminenalpe, Engenkopf).

Die Röhren- und Trichtersysteme der Kalkalpen entwässern inner- oder außerhalb des Moores häufig in Karstkluft und Felddolinen. So z.B. durchstoßen riesige Felddolinen im Kühberg- und Kematsrieder Moor die Torfaufage.

4.5 Moorbewegung und -erosion als Gegenspieler

Es fällt auf, daß

- höhenliniengleiche Stränge und Kolke nur in Mooren vorkommen, deren Oberflächenabfluß durch Distanz oder periphere Gerinne vom Bergangwasser abgekoppelt ist,
- in den kontinentaleren und viel niederschlagsärmeren Innenalpen subarktische Querstrukturen viel prägender sind als linienhafte Abtragsformen (Aapa- und Kermi-Moore),
- typische Kolke und Flarke in den niederschlagsreichsten Hochlagen der bayerischen Alpen (oberhalb 1400 m) und in reinen Erosionskomplexen fehlen,

- die Höhenbereiche von Kolken, guter Lagg- und Randgehängeausbildung übereinstimmen und unterhalb des Bereichs der Erosionskomplexe und größten Erosionstiefen liegen (Abb. 5),

- sich strangartige/kolkreiche und rüllenreiche Bereiche im gleichen Moor ausschließen (abgesehen von untergeordneten Kleinrüllen, die stärker abgesenkte Kolke autonom entwickeln wie z.B. im Schwarzen Moor/Rhön).

Querstrukturen sind äußerer Ausdruck des durch Untergrundunebenheiten, Frostwechsel und Wasserandrang rhythmisierten Kriechverhaltens einer hängigen viskosen Masse. Dieser (potentielle) Formenschatz wird jedoch unter extremen randalpinen Bedingungen überkreuzt, gestört und an der Ausbildung gehindert, wenn die mooreigene Wasserbilanz nicht mehr durch spezifische Vegetationsleistungen (s. 8.1.2) ausreichend abgedämpft werden kann. Mit steigender Meereshöhe nimmt die Retentionsfähigkeit der Hochmoorvegetation ab (Zwergsträucher, Cyperaceen und zersetzte Torfe gewinnen die Oberhand, die Rolle der Torfmoose wird bescheidener) und nehmen die Niederschlagskräfte zu. Oberhalb einer Kreuzungsstelle dieser beiden Gradienten spielt die Erosion eine moorbeherrschende Rolle.

Aus diesen Überlegungen heraus leitet sich ein gewisser *Antagonismus zwischen Kolken und Rüllen*, zwischen Bewegungs- und Abtragsstrukturen, zwischen Quer- und Längselementen ab.

Im Regelfall fungieren Kolke nur als Kolke (s.o.) und Rüllen nur als Abflußkanäle, d.h. die beiden Strukturen sind klar voneinander getrennt. Allenfalls münden »kolkeigene« Rüllen in den Kolk ein (Schwarzes Moor; s.o.).

Jedoch gibt es auch Funktionswechsel Kolk/Schlenke/Rülle: isohypsenparallele Flarke, längliche Kolke oder Schlenkenrinnen, also gefällsquere Bewegungsstrukturen gehen an einem ihrer Enden direkt in gefällsfolgende Erosionsstrukturen über. Im Luftbild gibt sich die Verbindungsstelle meist durch einen Richtungsknick zu erkennen, der eine eher geschlängelte Rinne wechselnder Breite von einem \pm gleich breiten, oft geradlinigen Gerinne trennt (z.B. der grenzüberschreitenden Moorkomplex am Hädrich, Reißflarkzone der Kendlmühlfilze, Röthelmoos).

Ist der Moorwanderer von derart »gutem« Wetter »begünstigt« wie der Verfasser im August 1977, so kann er beobachten, wie vorher ruhig daliegende Kolke ihren Wasserspiegel anheben und in die angeschlossenen Rüllen zu fließen beginnen. Im Flark entsteht eine langsame Strömung¹⁾ Das bedeutet, daß die Funktionstrennung Kolk/Rülle zeitweise

1) Für die Mitteilung ganz ähnlicher Beobachtungen aus dem Reißflarkgebiet der Kendlmühlfilzen danke ich Herrn Studiendirektor Fr. DÜRR, Prien.

und in bestimmten Moorzonen aufgehoben werden kann. Allen bisherigen Erfahrungen nach unterscheiden sich Kolke und Flarke mit Rüllenanschluß, also periodischer Gerinnfunktion, durch *geringe Tiefe* (meist < 1 m) und durch eine *feste, betretbare Sohle* von den 2–4 m tiefen, tiefreichend schlammigen »Dauerkolken«.

Das schönste Beispiel für den Umschlag der hydrographischen Systeme auf demselben Moor ist das Sattelmoor östlich der Unteren Wilhelminenale im Westallgäuer Flysch-Mittelgebirge (FN, 1320–1350 m). Die sattelnahe flachere Zone wird von vielen, in trockeneren Zeiten mit einzelnen Ruhewasserkolken gefüllten Flarken gequert. Wo das Moor unterhalb davon steiler wird, gehen sie unvermittelt in steilwandige, fast linealische Rüllen bis über 1 m Tiefe über. Alle Flarkrinnen stehen untereinander in Verbindung. So läßt sich der Weg eines Regentropfens durch die Flarkzone mit einem ängstlichen Skifahrer vergleichen, der einen Hang nur in vielen Querfahrten und entsprechend langsam überwindet. Hat der Wassertropfen den Ausfluß des untersten Flarks erreicht, »benimmt er sich plötzlich als Schußfahrer«, der in großer Eile dem unteren Moorrand und der angrenzenden Bachschlucht zustrebt.

Dieses Gleichnis macht deutlich, daß den Querstrukturen dank ihrer Überlaufschwelen und ihres minimalen Fließgefälles eine Abflußverlangsamung (Retardation, Bremsung) zukommt, die zusammen mit der Speicher- und Muldenrückhaltefunktion der Torfmoosdecken zur Retentionsstrategie des Alpenmoores beiträgt. Durchflossene Flark- und Kolkssysteme leiten das Oberflächenwasser so »behutsam« über das Moor, daß ihm keine nennenswerte Erosions- und Schleppkraft zuwächst. Sie tragen zur Moorstabilisierung bei, indem sie Rüllenfunktionen in moorschonender Weise übernehmen und damit die eigentlichen Rüllen »verhindern«. Eine andere Frage ist allerdings die Rückerosion der Rüllen in die Flarke hinein.

5. Alpenmoore im Haushalt der Naturlandschaft

Eine Skizze des Werdens der Alpenmoore verhilft zum besseren Verständnis ihrer Stellung und Funktionen im *natürlichen* Wasser- und Stoffhaushalt der Gebirgslandschaft. Kap. 6 stellt die Position der Moore im *Nutzungssystem* der bayerischen Alpen gegenüber.

5.1 Der Entwicklungszyklus der Hochlagenmoore

Oberhalb der Täler und Beckenlagen sind meist staunasse felsige oder felsnahe Unterlagen Ausgangspunkt der Hoch- und Übergangsmoorbildung. Was heißt *Staunässe*?

In der Wasserbilanz dominiert das Glied Oberflächenabfluß. Der Abfluß erfolgt aber nicht in Gerinnen, die den Untergrund zertalen und dränieren, sondern quasi als flächiger *Wasserfilm* mit starker Verzögerung. Anders ausgedrückt:

Stauvernässung ist Abflußverlangsamung durch flächenhafte Ausbreitung und Ausdünnung des Abflußquerschnitts.

Bei der Moorbildung (vor allem bei Hoch- und Übergangsmooren)

- entwickelt sich allmählich ein »Wasserfilm« (Stauvernässung) zum Wasserkörper (wassergesättigte Torfauflage),
- wandelt sich ein einfaches Abflußsystem (Stauvernässung) zum fein differenzierten Rückhalte-system mit vielfältigen Brems- und Speichereffekten

(eingesenkte Schlenken, Kolke und Flarke, Rhythmik von Verdunstung und Wiederauffüllung in der obersten hydrologisch aktiven Schicht, Überlauf-treppen in Strangmooren, Aufblähung von Wasserkissen durch Hangwasserzufluß usw.),

– differenzieren und strukturieren sich die Aufenthaltsorte des Wassers (Stehendes Schlenken- und Kolkwasser, Kapillarwasser im Torf- und Torfmooskörper, Gravitationswasser, wassergefüllte Hyalinzellen der Torfmoose, Wasserkörper im Torf oder unter Schwingrasen, wassergefüllte Torfdolinen und -kanalsysteme usw.),

– geht die Betonung in der Wasserbilanz vom Oberflächenabfluß auf die Glieder Bodenwasservorratsänderung und Verdunstung über.

Dabei steigt der Differenzierungsgrad der Wasserhaushaltsstruktur, verglichen etwa mit einer verdichteten Alpweide als Initialstandort der Moorentwicklung. Bei fehlender Rückhaltekapazität des geologischen Substrats (Standortkomplexe¹⁾ 1–3, 5, 8, 12–14, 17–19) schafft die Natur bei geeigneter Geländeform *biogene* Rückhaltekapazität (Moorentwicklung als Kompensation im Gebietswasserhaushalt).

Der geschilderte hydrologische Entwicklungsstand ist in Hochmoor-*Wachstumskomplexen* erreicht. Spätestens seit der spätmittelalterlichen Klimaver-schlechterung (»Kleine Eiszeit«, Fernau-Vorstoß) sind jedoch die Wachstumskomplexe oberhalb 12–1300 m ü. NN in *Stillstands- oder Erosionskomplexe* umgewandelt.

Entstockung und Beweidung beschleunigten diesen Vorgang. Die Pufferung des Moorkörpers gegen den Angriff der atmosphärischen Kräfte wurde dadurch gedrosselt; das System wurde wasserdurchlässiger. Erosionsmuster zerrfurchten zunehmend die Mooroberfläche; z. T. entwickelten sich unterirdische Entwässerungssysteme im und an der Basis des Moores. Da die Abbaurate nicht mehr durch ebenbürtigen Torfzuwachs ausgeglichen wird, zerfällt und schrumpft der Moorkörper mehr und mehr. Ein Wiederbeginn der Hochmoorentwicklung nach dem Totalabtrag wäre nur unter Nutzungsberuhigung, Klimaerwärmung und Veränderung der klimatischen Wasserbilanz denkbar. Allerdings ist eine derartige Aufeinanderfolge geschlossener Moorzuklen bisher nicht nachgewiesen. Sie würde sich grundlegend von der rhythmischen Folge aus Wachstums- und Stillstandsphasen der Tieflagenhochmoore (vgl. z.B. CASPARIE 1969) unterscheiden, die im natürlichen Ablauf das Moor nie ganz zerstört.

Da die Alpenmoore aufgrund lokalklimatischer, höhenklimatischer und nutzungsgeschichtlicher Unterschiede verschieden weit in ihrem Entwicklungszyklus fortgeschritten sind, herrscht eine verwirrende Vielfalt hydrologischer Zustände.

Für die Wachstumsphase der Hochmoorentwicklung wurden in den letzten Jahren Simulationsmodelle konzipiert. Den ausführlichsten Ansatz hierzu lieferte das englische IPB-Projekt Moorhouse für ein atlantisches Deckenmoor (CLYMO 1978, JONES & GORE 1978 u.a.). WILDI (1978) simulierte die Entwicklung soliombrögener Alpenrand-Hangmoore am Beispiel des Bibertales, Kanton Zug und Schwyz. Da viele der bayerischen Alpenmoore mit diesen Verhältnissen übereinstimmen, sei davon in geraffter Form berichtet. Das Wildi-Modell versucht, die Spanne zwischen einem angenommenen Ausgangszustand (etwa am Ende der Eiszeit)

1) Vgl. Kap. 6.4.

und dem heute eingestellten Gleichgewichtszustand (= Kontrolle des »gerechneten« Moores) zu beschreiben. Es erlaubt exemplarische Einblicke in das Gefüge der Mooreinflußfaktoren und bildet einen ersten Schritt, Funktion und Reaktion von Mooren hinsichtlich natürlicher und künstlicher Veränderungen vorherzusagen (vgl. WILDI 1977, S. 8/9). Unter anderen werden folgende konstanten und variablen Größen eingespeist:

Konstanten: Wasserleitfähigkeit bzw. Durchflußrate des Torfes, Wasserkapazität des Torfes, Jahresniederschlag, Evaporation, Torfabbaurrate, Zuwachsrates der Hoch- und Niedermoorvegetation, maximale Biomasse unter Optimumbedingungen (carrying capacity), Absterberate Vegetation, Kationenkonzentrationen im Regen/Vegetation, Torf, Mineralbodenwasser, Verhältnis Flach-/Tiefwurzler.

Zeitabhängige Variable: Wassermenge, Torfmächtigkeit, Biomasse, wassergelöste und torfgebundene Nährstoffe. Für diese 5 Parameter werden Anfangswerte am Sukzessionsbeginn festgesetzt.

Zur Berücksichtigung der räumlichen Variation der Variablen, insbesondere des Hangwasserstromes und Moordurchflusses, wird das Hangmoor als Kette verknüpfter Submodelle aufgefaßt und gerechnet. Jedes Submodell, d.h. jeder Moorausschnitt in bestimmter Hanglage, bezieht input vom nächsthöheren und liefert input an das nächsttiefere (vgl. auch 6.6.1).

5 Differentialgleichungen beschreiben die Variablen als Zeitfunktion, d.h. als Funktion des Variablenzustandes zu Beginn der Moorbildung ($t = 0$).

Das Gleichungssystem lautet in allgemeiner Form:

$$X_{i,j,t} / t = f'(X_{i,j,t=0}, c_n, a_{k,j})$$

$X_{i,j,t}$ Variable zum Zeitpunkt t der Moorentwicklung im Submodell j

$X_{i,j,t=0}$ Variable zu Beginn der Moorentwicklung
im Submodell j

c_n Konstante Einflußgröße (s.o.)

$a_{k,j}$ Hilfsfunktionen zur Ermittlung der Variablen und Konstanten im Submodell j.

Abb. 7 b zeigt Modellresultate für ein sesselförmig profiliertes Hangmoor mit konvexem Ober-, konkavem Mittel- und konvexem Unterteil. Es wird sichtbar, daß Hangverflachungen die Torf- und Wasserakkumulation, Nährstoffverarmung und Regenwassermoorbildung begünstigen können (vgl. auch SCHLICHTING 1975).

5.2 Die Entwicklung der Talmoore

Hier verläuft die Genese aus Seeverlandung oder Versumpfung der Talalluvionen über Niedermoorstadien bis zum Übergangs- und Hochmoor (nicht wurzelechte Hochmoore). Dabei wölbt sich ein hochmooreigener Wasserkörper über den vorhandenen Grundwasserkörper der Talalluvionen¹⁾ und Niedermoor torfe. Die Oberfläche des Hochmoor-Wasserkörpers ist konvex, die Sohle des unterlagernden Grundwassers aber im Talquerschnitt konkav. Stillstands- und Erosionskomplexe der Talhochmoore sind fast ausschließlich nutzungsbedingt (Torfstich, Vorentwässerung, Miespickeln). Untermoor-Erosion (Torfkanäle und -trichter fehlt schon deshalb, weil keine undurchlässige Sohle das Moorsickerwasser sammelt und ableitet. Im Gegensatz zu den wurzelechten Hochlagenmooren auf tonigem Untergrund ist ein gewisser Wasseraustausch zum Liegenden möglich²⁾

Die Talmooorentwicklung verläuft also meist irreversibel in Richtung steigender Regenwasserabhängigkeit ohne zyklischen Schluß: Ein ombrotrophes (regenwassergespeistes) System transgrediert über ein minerotrophes (grundwassergespeistes).

In der zyklischen Entwicklung der Hochlagenmoore wird dagegen der »Gipfel« totaler Regenwasserabhängigkeit (Hochmooraufwölbung) nicht nur erreicht, sondern überschritten. Bei seiner »Vergreisung« (Abtrag) nehmen die »jugendlichen« Züge des Moores wieder zu. Es wird pflanzenökologisch wieder zum Niedermoor.

Zwar kann auch bei Talmooren das Hochmoormilieu abgelöst werden, dort aber nicht durch einen kontinuierlichen Prozeß, sondern durch jähe Überflutungs- oder Grundwasserereignisse. Dabei kann die Hochmoorentwicklung in relativ kleinen Zeiträumen wiedereinschalten und es entsteht ein rhythmisch gegliedertes Profil (Kasten 16 in Abb 9).

Die beiden geschilderten Entwicklungsreihen sind nur Prototypen in einer großen Vielfalt möglicher Wege.

Abb. 7 a erweckte vielleicht den Anschein, als verlief im Gebirge die Hochmoorentwicklung so ungestört vom Umfeld wie z.B. im nordwestdeutschen Tiefland. Im folgenden wird daher versucht, Alpenmoore als Produkte ihrer Einzugsgebiete und in ihren stofflich-hydrologischen Umfeldverknüpfungen zu charakterisieren.

- 1) Seetone sind allerdings fast grundwasserfrei.
- 2) Im oberen Grundwasserstockwerk des Loissachtales treten im Pfrühlmoosbereich O₂-arme Braunwasserlinsen auf (LOHR 1967)

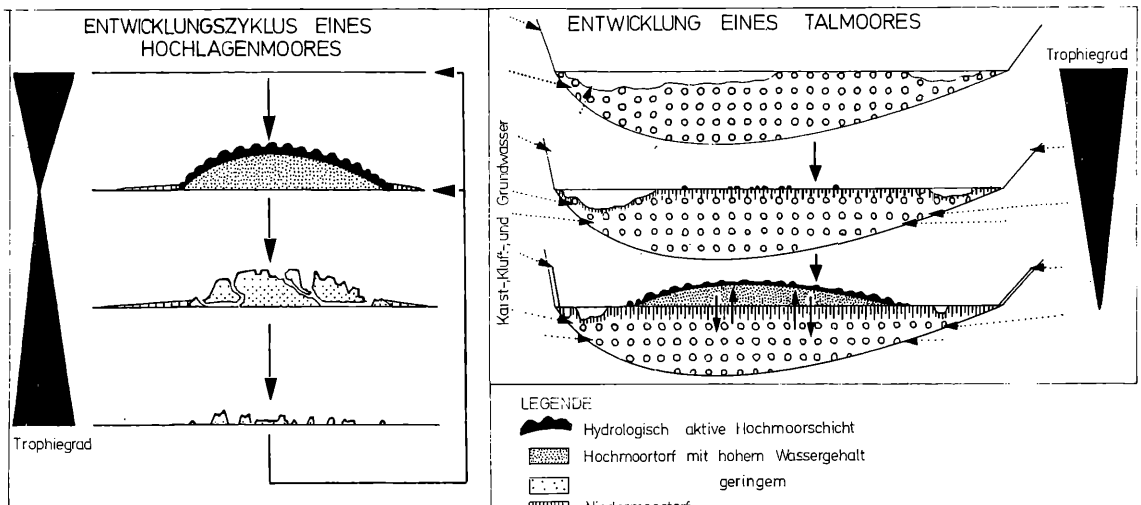


Abb. 7 a: Hydrologische Genese eines Hochlagen- und eines Talmoores (schematische Modellvorstellung)

Die Elemente des Modells in Relation zu Zeit und Raum

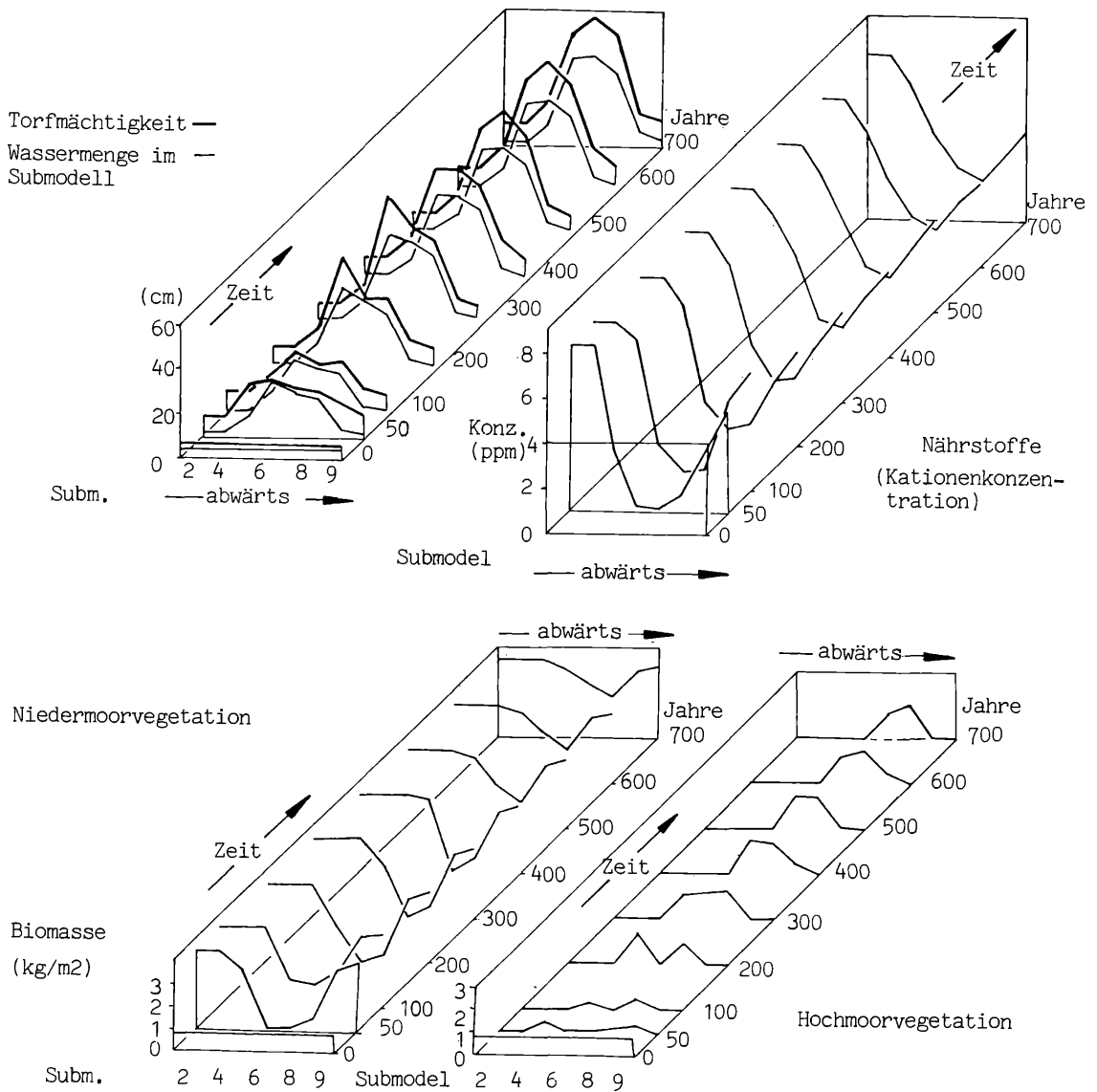


Abb. 7 b: Moorsimulation auf sesselförmig profiliertem Hang unter Bedingungen des Schweizer Alpenrandes (1800 mm Jahresniederschlag); aus WILDI (1978).

5.3 Moorbildung und -einzugsgebiet (Abb. 8)

Solange es die totale Regenwasserabhängigkeit nicht erreicht hat, ist ein Alpenmoor von seinem Einzugsgebiet abhängig.

Die moorbeeinflussenden Eigenschaften alpiner Einzugs- bzw. Niederschlagsgebiete (F_N) ändern sich mit wachsender Quellentfernung und relativer Höhe. Geologisch bedingte Wasserhaushaltsunterschiede seien hier ausgeklammert (vgl. WROBEL 1971).

Talaufwärts nimmt die F_N -Größe ab und damit die Sensibilität für lokale Niederschlags- und Abschmelzereignisse zu. Ein nur wenige km² großes Regengebiet kann zwar nicht im größeren Flußsystem, aber in dessen obersten Verzweigungen Hochwasserwellen hervorrufen. Dies bedeutet im Grundsatz, daß bach- oder auennahe Hochlagenmoore (z.B. auf Karböden) einer relativ unberechenbaren, unregelmäßig kurzperiodischen Abflußcharakteristik ausgesetzt sind, zumal dort auch die Gesamtniederschläge höher und die Starkregen häufiger sind. Überdies nimmt aufwärts der Quellläufe der F_N -Anteil retentionsfähiger Wälder rasch ab. Viele Hochlagenmoore haben deshalb nicht nur mit

Durchflüssen dauerhafter Gerinne, sondern auch mit breitflächigen oberflächlichen Zuflüssen von den Einhängen zu rechnen. Die Folge ist, daß die »Revierabgrenzung« zwischen Talsystem-Hochlagenmooren und Auflandungsgebieten sehr unscharf (vgl. Hochtal am Diedamskopf, Gurgler Rotmoos mit seinen Bachanrissen, Plan du Nivolet) und dauerhaft hochmoorfähige Standorte stark zurückgedrängt sind. Es dominieren Auenniedermoores mit feinem Schichtwechsel.

In den unteren Talbereichen dagegen wird nicht nur das Abflußregime regelmäßiger und langperiodischer, seitliche Oberflächenzuflüsse werden auch durch Talhangbestockung meist wirksam abgeschirmt. Das Verhältnis zwischen Talmoor und -aue unterliegt einem klaren »Organisationsplan«.¹⁾ Wegen der großen (potentiellen) Überflutungsräume herrschen Nieder- und Auenmoore zwar vor, die (eingeleiteten) Hochmoorbildungen dürfen aber auf eine längere ungestörte Wachstumsphase »hof-

1) Beispiele dafür sind: Mettenhamer Filz/Tiroler Ache, Altenauer Moor/Ammer, Inzeller Moore/Rote Traun, Oberauer Moos/Loisach

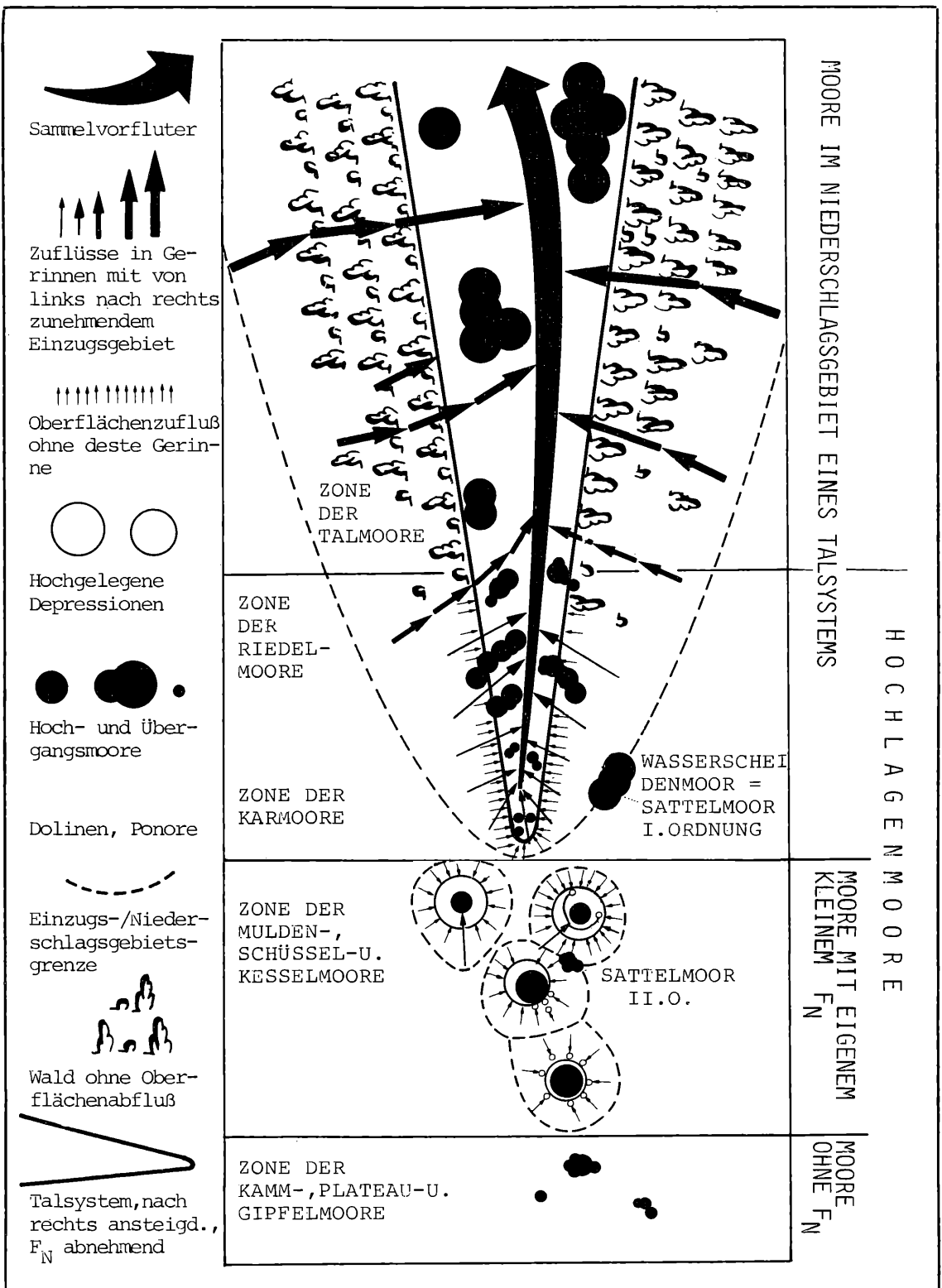
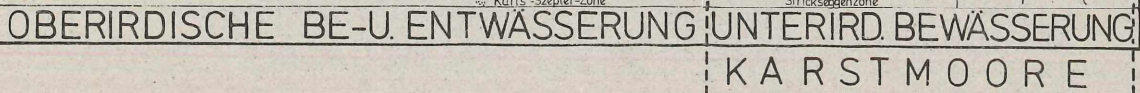


Abb. 8: Schema der Einzugsgebietsabhängigkeit bayerischer Alpenmoore

fen«. Wird das Abflußregime durch ein vorgeschaltetes natürliches Ausgleichsbecken zusätzlich gedämpft (z.B. Kochelsee), so können Hochmoore bedeutend näher an den Alpenfluß herantreten (z.B. Loisach-Kochelseemoore; vgl. LUTZ 1950). Eine dritte Kategorie steht höhenmäßig zwischen den Haupttal- und Hochtal-/Karmoores, »zieht sich aber in ganz anderer Weise aus der Klemme«: Die Riedelmoore sitzen überflutungssicher auf den Rücken zwischen spitzwinklig aufeinander zulaufenden Bachtälern, und zwar in den bayerischen Alpen fast immer oberseits der Eintiefungsstrecken zwischen den Hoch- und Hängetälern der Lokalgletscher und den tief ausgeschürften Haupttälern

oder Stammbecken, häufig auf balkonartig unterpöhlten glazialen Talverfüllungen (z.B. Lainengebiet oberhalb des Kochelsee-Stammbeckens, Talstufe zwischen Kleinwalser- und Illerhaupttal, Lobentalgebiet im Ammergebirge). Solche Moore haben ihre gebietshydrologische Abhängigkeit auf ein eigenes, nur bandförmiges »Mini-Einzugsgebiet« innerhalb des Talsystems reduziert. Der Zustrom beschränkt sich auf kontrolliert einsickerndes Hangwasser von einer einzigen Seite. Außergewöhnlich hohe Hochmooranteile sind hier also mit Nährstoffgradienten in einer bestimmten Richtung (soliombrogener Gradient) verknüpft (vgl. Block 13 in Abb. 9).



27

Die bisher unter 5.2 besprochenen rechnen wir zur Moorgruppe in Talsystemen. Dieser Kategorie steht eine kleinere Zahl von Hochlagenmooren mit eigenen kleinen Einzugsgebieten gegenüber (Karstschüsseln, Kessel, Mulden), welche die Hochmoorstandorte durch häufigen Hangwasserzufluß auf zentrale Inseln oder kleine Bodenwellen begrenzen. Werden solche Depressionen durch Schlucklöcher (Ponore, Karstschächte, Dolinen) vom Einhangswasser abgeschirmt, so vermitteln sie zur dritten Hauptgruppe der einzugsgebietsfreien Moore. Diese sitzen auf Kämmen, Graten, Plateaus und Gipfeln, vor jeglicher Fließwasserzufuhr völlig sicher. Niedermoor spielen hier gegenüber hochmoorartigen Gesellschaften eine nur bescheidene Rolle.



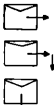
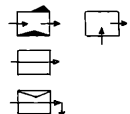
5.4 Typen hydrologischer und trophischer Systeme bayerischer Alpenmoore

Die Vielfalt der hydrologischen und trophischen Systeme (= Vielfalt der mooreigenen und moorbürtigen Wasser- und Stoff-Transportwege) und ihre auffallende Kopplung an die hydrologisch-stofflichen Bedingungen des Moor-Umfeldes hebt die

Schwarze Dreiecke am Boden des Vierecks verweisen auf vorwiegend mineralische Sedimentaufhöhung bzw. Auffüllung eines Wasserkörpers vom Grund her (Mudden). Niederschlagsimporte werden nicht symbolisiert.

Gewissermaßen ein zweites Kürzelsystem findet sich auf Abb. 10. Die Kästen 1–16 der Abb. 9 sind dort durch die Merkmale »Konstanz der Standortbedingungen« (dünne Linie) und räumliche pH-, Nährstoff- bzw. Elektrolytverteilung (fette Linie) ergänzt. Die beiden Linien beschreiben jeweils die in Abb. 9 gezeichneten Moorschnitte. Die Nicht-Mooranteile der Geländeprofile von Abb. 9 sind dabei weggelassen.

Abb. 10 beruht z.T. auf pH-Profilen über ausgewählte Alpenmoore hinweg; vgl. Ringler 1981 a), zum übrigen Teil auf Analogieschlüssen aus Vegetationsbeobachtungen und auf hydrologischen Beobachtungen des gleichen Moores auf mehrmaligen Begehungen. Ebenso wie Abb. 9 sind die Kurven ohne maßstäbliche und quantitative Beziehung zueinander. Sie haben zwar nur den Charakter von plausiblen Denkmodellen, erleichtern aber die Darbietung komplexer Zusammenhänge. Die folgenden

Speichersystem 	Moor ohne nennenswerten oberirdischen oder unterirdischen Zu- und Abfluß; Import aus Niederschlägen (Wasser, Elektrolyte, Pollenniederschlag, Immissionen, Flugstaub usw.) wird bis zur Verdunstung festgehalten bzw. im Moor-Ökosystem umgesetzt und festgelegt (ökologische Senke »Endstation« im Stoffhaushalt); trotz kleiner Importraten entsteht ein »Importüberschuß«, der die Energie-, Stoff- und Wasserdepots (wassergesättigte Torfe) ständig anwachsen läßt (positive Energie- und Stoffbilanz, <i>autochthones</i> Wachstum der organischen Stoff- und Wasservorräte; vgl. KUNTZE 1973).
Zufluß-(Speicher-)System 	Neben den niederschlagsbürtigen erhält das Moor auch Wasser- und Stoffimporte aus der mineralischen Umgebung. Da ein (erkennbarer) Vorfluteranschluß fehlt, sammeln sich die Zuflüsse im Moorbereich an. Es entsteht ein überwiegend <i>allochthones</i> Wachstum (Sedimentation und Sedentation). <i>Autochthones</i> biogenes Hochmoorwachstum spielt, wenn überhaupt, nur eine untergeordnete Rolle. Im Unterschied zu Speichersystemen erstreckt sich die Wachstumstendenz auf vorwiegend mineralische oder mineralisch-organische Ablagerungen (Fest- und Schwebstoffe, Mudden, Gytja, Seekreide, Dy). Im Gegensatz zum konvexen <i>Hochwachsen</i> der Speichersysteme erfolgt eine <i>Auffüllung</i> konkaver Hohlformen.
Abfluß-System 	Die Durchlässigkeit des Moorkörpers für Wasser- und Stoffströme bzw. die Abflußneigung der Mooroberfläche sind durch Rüllenbildung, Zerrfurchung bzw. Verdichtung erhöht. Außer den Niederschlägen erfolgt aber kein (deutlich erkennbarer) Zufluß. Der Abfluß erfolgt entweder unterirdisch über Dolinen und Ponore oder über das oberirdische Gewässernetz (Pfeil nach rechts bzw. nach unten). Da der Mineralisierung, Ab- und Ausschwemmung von organogener Substanz kein entsprechender Importausgleich gegenübersteht, entsteht ein Defizit in der Stoffbilanz des Moores. Die <i>Abbautendenz</i> wird durch abwärts gerichtete weiße Dreiecke ausgedrückt.
Zufluß-Abfluß-System 	Der Stoff- und Wasserabfuhr steht eine Zufuhr aus der Umgebung (Pfeil nach rechts ins Rechteck hinein) oder aus dem Mooruntergrund (z.B. Karstwasseraufstöße; Pfeil nach oben) gegenüber. Die Stoff- und Wasservorratsbilanz ist ausgeglichen, verzeichnet Gewinne (organogenes Wachstum) oder ist defizitär (Abbautendenz). Im letzteren Fall werden Wasser- und Stoffströme rasch durchgesetzt (<i>Durchsatzsystem</i>). Daß der moorbürtige Abfluß gelegentlich außerhalb des Moores versickert, wird durch einen abknickenden Rechtspfeil ausgedrückt.

Alpenmoore von den Vor- und Tieflandsmooren ab. Die Standortkomplexe und geologischen Zonen (Kap. 6) sind moorrelevant nicht nur im Hinblick auf Moordichte und Moorgroße, sondern auch im Hinblick auf Moorwasser- und -stoffhaushalt, vertikale und horizontale Moorgliederung, Schärfe der Moorabgrenzung, Nährstoff- und floristische Gradienten. Aus der enormen hydrologisch-trophischen Vielfalt seien die 16 Grundtypen der Abb. 9 und 10 ausgewählt. Ein Anspruch auf Vollständigkeit wird dabei nicht erhoben.

Zur Kennzeichnung der Wasser- und Stoffhaushaltstypen wird ein *Kürzelsystem* eingesetzt: Rechtecke versinnbildlichen den organogenen Moorkörper, schwarze, aufwärts weisende Dreiecke den Stoff- und Wasservorratzugewinn (Wachstumstendenz, positive Energie- und Stoffbilanz), weiße, abwärts zeigende Dreiecke den Massenverlust (negative Bilanz), Pfeile die Stoff- und Wasserströme.

Erläuterungen nehmen z.T. auf oben Gesagtes Bezug und illustrieren die örtliche Ausprägung allgemeiner Zusammenhänge

Zufluß-(Speicher-)Systeme (Block 1–3)

Wasser- und Stoffzufuhren sammeln sich mangels wirksamer Entwässerung in Mulden an.

Block 1 Pendelnde Wasserstände und Überschlifikationen herrschen auf dem niedermoorartigen Muldenboden, dessen Pflanzengesellschaften sich mithin auf limes convergens-Bedingungen (vgl. VAN LEEUWEN 1966) eingestellt haben. Dies bedeutet: Auslese von Arten enger Feuchte- und Nährstoffamplituden, einfache, oft fleckenweise Vegetationsstruktur.

Im Fall Mooserboden und Schlipfgrubalm sind kleine zentrale Hochmooraufwölbungen inmitten des oszillierenden Karbodenmilieus ausgespart (relativ stabile Inseln: Abfall in der »Konstanzkurve«

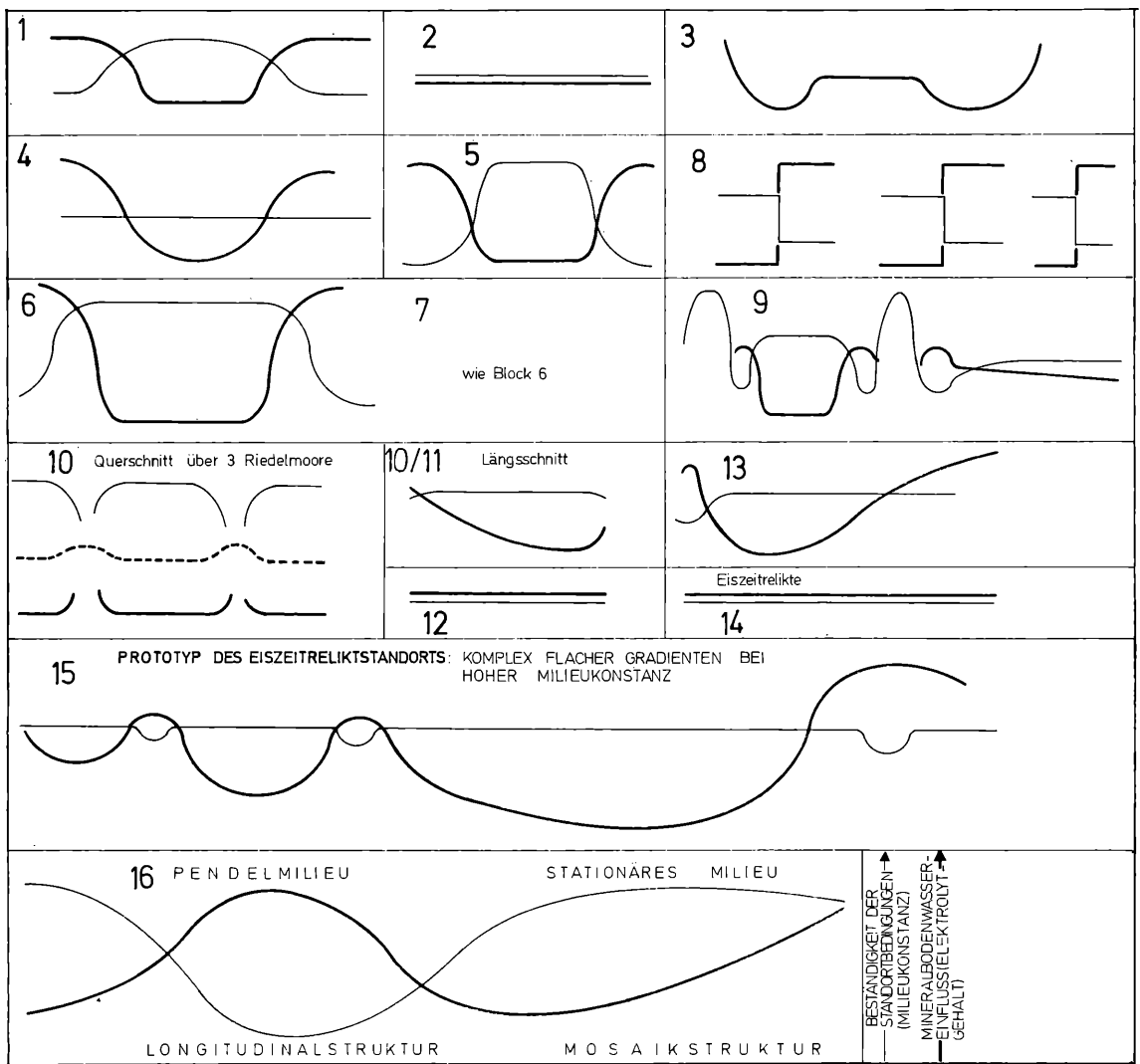


Abb. 10: Räumliche Verteilung von Nährstoffen und Milieubeständigkeit in den Typen 1-15 (Abb. 9.)

Fette Kurve: Intensität des Mineralbodenwassereinflusses (Elektrolytgehalt)

Dünne Kurve: Grad der Milieubeständigkeit (je höher, desto geringer sind die Schwankungen des Wasser- und Nährstoff-Faktors)

der Abb. 10. Wie in vielen anderen Alpenmooren decken sich die Peaks der Nährstoff-/pH-Kurven mit den »Tälern« der Konstanzkurven. Eutrophe, gut mineralstoffversorgte Moorteile sind (mit Ausnahme gleichmäßig sickender Hangwasserzüge in Block 10-13) durch instabile Pendelmilieus gekennzeichnet. Sieht man von der unregelmäßigeren Überflutungsrhythmik ab, so besteht eine Parallele zum Wattenmeer, dem importreichsten und produktivsten Ökosystem der gemäßigten Breiten (vgl. HEYDEMANN 1980). Sowohl hier wie dort herrschen sehr *steile* Nährstoff- und floristische Gradienten (zwischen Spülsaum und Weißdünen bzw. zwischen überschlicktem Niedermoor und ombrotropher Hochmoorinsel), die man als abrupte Vegetationsgrenzen empfindet. In beiden Grenzbeispielen ändert sich auch die Konstanz des abiotischen Milieus schlagartig.

Block 2 Stoffzufuhren sedimentieren sich hier am Grund der ständig wassergefüllten Mulde. Die wechselnden Wasserstände werden von der Schwingrasenvegetation mitvollzogen. Die Wachsbbedingungen der Moorvegetation sind deshalb stabiler als das abiotische Milieu der übrigen Kompartimente des Moorsystems.

Im Vergleich zu Block 1 spielen trophisch-floristische Gradienten keine aspektbildende Rolle. Die relative Beständigkeit der oberflächlichen Wachsbbedingungen erlaubt eine kleinteilige Vegetationsdifferenzierung (vgl. Relationstheorie; HABER 1978).

Block 3 Abflußloser Kessel im Karstgebiet, aber ohne (nachgewiesenen) Anschluß an das Karstwassersystem (Standortkomplex 11: Plattenkalk); Oberflächenwasserandrang nur mäßig, da Dolinen der Hochfläche die Niederschläge verschlucken; geringe Zufuhr kalkreicher Wässer, relativ hoher Anteil elektrolytarmer Regenwassers (Zisternen-effekt), gute Untergrundabdichtung (Moränenverkleidung, Verwitterungslehme und Schlammstoffe) und relativ geringes Pendeln des Kesselwasserstandes schaffen sogar die für Hochmoorentwicklung erforderlichen stabilen Bedingungen.

Im Gegensatz zu Block 1 liegen die Hochmoorkörper randlich, der minerotrophe Teil aber zentral. Dieser Sonderfall ist nur im Karstgebiet möglich, wo die vorwiegend senkrechte Wasserbewegung einen Stoffabtrag in die Mulden verhindert. In 1 sind gerade die Randbereiche von der Zufuhr betroffen! Der Vergleich 1/3 lehrt, daß der horizontale Mooraufbau sich als Weiser für die Wasser- und Stoffdynamik von geologischen Zonen oder kleineren alpinen Flußgebieten eignen kann.

Abfluß-Systeme (Block 4-9)

Aufgrund erhabener Kamm- oder Gipfellaage (4), Distanz von den Berghängen (6, 7) Bachabschirmung (5-7) oder vorgeschalteter, hangwasserabfangender Dolinenketten (8, 9) werden die Moore kaum vom stoffreichen Hang- und Grundwasser erreicht. Die Wasser- und Stoffbewegungen haben

ihren Ursprung im Moor selbst, sind zum Moorrand gerichtet und werden durch Moorerosion bzw. -verdichtung gefördert oder ausgelöst. Regenwasserspeisung (Ombrotrophie) ist in den Abflusssystemen vorherrschend und einfach zu begründen. In den bayerischen Alpen gibt es Abflusssysteme mit oberirdischen (Block 7) und unterirdischen Vorflutern (Block 8–9).

Block 4 Die lagebedingte Hangwasserabschirmung ist auf Kämmen und Gipfeln am eindeutigsten. Grundwasserkontakt fehlt vollkommen (kluftarme Sandsteine, Tonschiefer und Mergel der Standortkomplexe 1, 2, 7).

Im Querschnitt einer vermoorten Kammlage erscheint das abiotische Milieu nur geringen Schwankungen unterworfen (Gerade in Abb. 10); hangabwärts ansteigender Mineralbodenwassereinfluß (Nieder- bzw. Ammoorcharakter) verursacht aber meist kontinuierliche ombrosoligene Nährstoff- und pH-Doppelgradienten, symmetrisch von der Kammlinie nach unten abstrahlend (erscheinen als »Wellental« in Abb. 10). Fast unmerkliches Ausdünnen des Moorkörpers ist typisch (z.B. Beerenmoos am Edelsberg bei Pfronten; vgl. HOHENSTATTER 1973).

Block 5 In wasser- u. feststoffsammelnden Hohlformen (z.B. Karen) entwickeln sich Moor-Abflusssysteme nur bei wirkungsvoller Abschirmung durch vorgeschaltete Bäche. Die hochmoorfähigen Standorte eines Karbodens sind viel schärfer abgegrenzt als in Vermoorungen flacher Kämmen und Hochplateaus (sehr steile Nährstoffgradienten, abrupte Trennung von Hoch- und Niedermoorbereichen). Konstanz- und Nährstoffkurve verlaufen wie in Block 1 komplementär zueinander. Eine leistungsfähige Entwässerung besitzt aber nur Block 5 (Vorfluter). Infolge ebener (stark stauender) Lage ist das in Gang gekommene Hochmoorwachstum aktiver als z.B. in stärker reliefierter, abflußbegünstigender Kammlage (4). Die Erosion der Karbäche meißeilt die vorhandenen Hochmoorkörper noch deutlicher heraus. In 5 (und 6–8) sind deshalb die Niedermoor/Hochmoorgrenzen schärfer als in anderen Alpenmoortypen. Nicht umsonst weisen die bachbegrenzten bzw. -zerteilten Kar- und Hochtalmoores der bayerischen Alpen die eindrucksvollste Aufwölbung und die steilsten Randgehänge aller bayerischen Moorregionen auf (z.B. Röthelmoos bei Ruhpolding, Lexenalm bei Benediktbeuern, Hörmoos bei Oberstaufen, Wurzhüttengebiet am Spitzingsee).

Block 6 Wie in 5 benimmt eine periodisch überschlickte Niedermoor-Bachau dem wüchsigen Hochmoorkuchen die Ausbreitungsmöglichkeit und begrenzt ihn sehr scharf. Die zangenförmige Einschließung beläßt ihm nur das Höhenwachstum. Trotz erstaunlicher Aufwölbung bändigt die geschlossene Randgehängebestockung das Auseinanderfließen des gewaltigen wassergesättigten Torfkörpers. Die Zugkräfte werden aber in Form einer kolkgespickten, z.T. schwingrasenüberzogenen Schwächeachse im Moorfirst augenscheinlich. Rüllen und Erosionskomplexe fehlen diesem 1200 m hoch gelegenen Moor völlig. Es fehlt also ein nennenswerter Oberflächenabfluß. Dieses (Niederschlags-)Speichersystem hält den Wasserimport bis zur Verdunstung fest und akkumuliert den Stoffimport in Form von Bio- bzw. organischer Masse. Dieses Beispiel führt besonders schön vor Augen, daß Alpenmoore bei geringer Ausdehnung sehr mächtig werden können.

Block 7 In höherer Lage und bei starker Beweidung

haben sich Moore der vorgenannten Art (Block 6) zum Typ 7 entwickelt. Ein Rüllensystem durchsägt das Randgehänge mehr und mehr; anstelle der axialen oder zentralen Kolke im Moorfirst befindet sich nunmehr eine schlenkenartige Senke (Kratermoore sensu KAULE 1973). Aus einem Speichersystem ist ein sehr durchlässiges Abflusssystem ohne Rückhaltefunktion geworden. Derzeit ist noch unsicher, ob Torfkanäle am Auslaufen der Kolke beteiligt sein können.

Gesteinsgrenzen und Dolinenketten trennen Hoch- und Niedermoor

Block 8 Auf das Ifen-Gottesackergebiet beschränkter Sonderfall; im Unterschied zu den meisten übrigen Fällen ist die Trennung zwischen Hoch- und Niedermoor nicht moorgenetisch oder orografisch, sondern geologisch-tektonisch bedingt: Die Hochmoorkörper entwickelten und erodierten sich nur auf dem kalkfreien und undurchlässigen, etwas erhabenen Brisandsteinband; dieses ist durch eine mergelige, niedermoorgefüllte Rinne von den Schrattekalkwänden geschieden. Der Hoch- und Niedermoorabfluß sammelt sich in mäandrierenden Rinnsalen der Rinne, die nach kurzer Fließstrecke in großen Dolinen versitzen.

Die tektonische Struktur schirmt die Hochmoorbänder trotz hoher Reliefenergie vollständig vor zufließendem Kalkwasser ab. Dort herrschen also stabile, in der Niedermoorrinne aber mäßig labile abiotische Bedingungen (Abb. 10 Block 8). In keiner anderen Situation ist der trophische Sprung zwischen Nieder- und Hochmoor so scharf: Substrat-, Relief- und Moorgrenzen fallen hier zusammen. Abfluß- (regenwassergespeiste) und Zufuhr- (hangwassergespeiste) Standorte sind in diesem Sonderfall fast ohne gegenseitige Beeinflussung. Die »geologische Zwangsjacke« trennt Hoch- und Niedermoor fein säuberlich und verhindert eine Konkurrenz ombro- und minerotropher Moorteile.

Block 9 Die Isolierung des Hochmoors vom Niedermooranteil ist noch ausgeprägter als in Block 8: 2 Dolinen-reiche Rinnen und eine Nagelfluhrippe schieben sich dazwischen. Das Quell- und Oberflächenwasser der Hangniedermoores wird schon in der ersten Dolinenreihe verschluckt, erreicht also nicht den ombrogenen Moorteil. Für den Hochmoorabfluß stehen wiederum eigene Ponore (Schlucklöcher) zur Verfügung, die vielleicht in die angrenzende Bachschlucht entwässern. Den Flachland-Moorkundler berührt es eigenartig, wenn sich wenige Meter neben einem Hochmoorband eine tiefe steilwandige Bachschlucht öffnet, die nur durch eine niedere Geländerippe getrennt ist.

Abb. 10 (Block 9) zeigt ein »Gebirge« von nährstoffreichen und -armen, konstanten und pendelnden Zonen. Nur die geologische Gliederung (Mergel- und Nagelfluh-Schichtwechsel, austreichende Klüfte mit Dolinen) erklärt die äußerst scharfe, fast gradientenlose Standortgliederung.

Zufluß-Abfluß-Systeme

Niederschläge und Mineralbodenwasser werden durchgesetzt. Lange Trophie- und Florengradienten sind kennzeichnend (ombrosoligene und soliom-brogene Komplexe). Speichereigenschaften treten talwärts immer mehr in den Vordergrund.

Block 10 Hangwassergespeiste Zufuhrstandorte (Niedermoores) gehen hangabwärts *allmählich* in ombrogene Moosmoore über. Im Gegensatz zu Block 1–5, 6, 7 liegen die Niedermooranteile nicht

hochmoorumfassend, sondern bergseits. Die unteren Hochmoorränder sind ausschließlich orografisch begrenzt (Grabeneinhänge).

Gradienten sind im Gegensatz zu den vorher besprochenen Fällen nicht an pendelndes, sondern an konstantes Milieu gebunden (im Moorlängsschnitt überlagert sich eine ebene Konstanzkurve mit einer abfallend ausgerundeten Milieukurve; Block 10/11 in Abb. 10).

Block 11 Entspricht einem Moorlängsschnitt in Block 10; im Unterschied zu 10 gibt es soliombrogene Hangmoore aber auch als »Sessel-, Halbsattel- oder Hangschultermoore« auf Hangverebnungen ohne unmittelbaren Kontakt zu Bacheinhängen.

Block 12 Der Hangwasserzug ist so bestimmend, daß sich talseitig kaum ein deutlich ombrogener Moorteil ausbilden kann. Die hierfür nötige Hangverflachung fehlt im allgemeinen. Sowohl Milieu als auch Konstanzkurve verlaufen eben (Abb. 10; vgl. auch Block 2).

Block 13 Ein soliombrogener Gradient wie in 10/11 endet in einem moorumfassenden Dolinenkranz, der eine weitere Hochmoortransgression abblockt und das Durchsatz- und Oberflächenwasser des Hangmoores ins Berginnere ableitet.

Block 14 Morphografisch mit 2 eng verwandt; der Hauptunterschied besteht im unterirdischen Zu- und oberirdischen Abfluß. Demzufolge herrscht ein gleichmäßigerer Wasserstand und ein relativ konstantes Milieu (ebene Milieu- und Konstanzkurve). Der mäßige Kalkgehalt des Karstwassers (vgl. CRAMER 1953) und die Kalkgehaltsabnahme vom Kesselgrund (Ausfällungszone) bis zur Wasseroberfläche lassen übergangsmoorartige Schwingrasenvegetation (Aualpe), ja sogar Spirkenhochmoordecken (Falkensee) zu.

Auch im Fest- und Schwebstoffhaushalt verkörpert 14 eine Sonderstellung: Das Karstquellwasser ist meist in erosionsarmen, dolinenreichen Hochplateaus oder Hochtälern eingedrungen. Allfällige Fest- und Schwebstoff-Frachten wurden bei der Karstpassage bereits in Strudeltöpfen, Höhlenteichen und flachen Gesteinskavernen großenteils abgesetzt (Höhlenlehm). Die mineralische Auffüllung des Quellschotterkörpers verläuft also langsamer als etwa in Block 2.

Das gleichbleibende Milieu kommt somit zustande durch:

- geringe Schwankungen der Mineralstoffzufuhr aus dem Karstwassersystem

- Wasserstandsfixierung durch oberirdischen Überlauf

- Kalkausfällung überwiegend am Grund des Quelltrichters.

Stationäres Milieu (Gleichgewicht), ständige Zufuhr bergkalten Wassers und Kältekessel-Sonderklima reservieren Standorte dieser Art für manches sehr seltene Eiszeitrelikt (*Meesia triquetra*, *Carex heleonastes*). Eine Parallele zur extrazonalen Salicetum herbaceae-Insel auf einem verstürzten Höhlenausgang am Grund des Grubalmkessels (Laubensteingebiet) in nur 1200 m NN drängt sich auf.

Block 15 Nur an wenigen Stellen der bayerischen Alpen fügen sich viele Einzelmoore zu einer geschlossenen Moorlandschaft oder gar einem mulden- und hügelüberziehenden Moorkomplex zusammen (Decken- oder terrainbedeckendes Moor). Im Regelfall verhindern Wasserzüge und von den Steilhängen her gespeiste Erosionsrinnen das Zusammenwachsen der Vermoorung. Nicht so am

Engenkopf/Allgäu, einem 1200 m hoch gelegenen Karstplateau, das nur von niedrigen Schratzenkalkrippen schüsselartig umstellt ist. Viele Dolinen verhindern die Eintiefung moordurchziehender Wasserstränge; die geringe Reliefenergie unterbindet die Zerfurchung oder Übersättigung der flachen Geländeabschnitte. So konnte sich eine komplexe Vermoorung terrainbedeckend seit langer Zeit entwickeln. (Konstanz der Moorentwicklungsbedingungen). Viele ombrosoligene und soliombrogene Gradienten stoßen aneinander und treten zum Verbund zusammen.

Nirgendwo sonst in den bayerischen Alpen verbinden sich Konstanz und Milieuviefalt über so große Flächen hinweg. Dies und der geländebedingte Kältestau schaffen außergewöhnlich günstige Voraussetzungen für subarktisch-boreale Arten (*Paludella squarrosa*, *Meesia triquetra*, *Betula carpatica*, *Carex heleonastes*, *C. chordorrhiza*, *Listera cordata*) und extrazonal herabsteigende Alpenpflanzen (*Gentiana purpurea*, *Rhododendron ferrugineum*), deren Standortposition in Block 15 (Abb. 9) angedeutet ist. Die auffallende Relikthäufung deutet auf große Reichhaltigkeit der Milieubedingungen bei langfristiger standörtlicher Kontinuität.

Block 16 War in Block 15 die *Isolation* des Moorkomplexes (Abkoppelung von den alpinen Stoff- und Wasserströmen) am weitesten getrieben, so ist es in Block 16 die *Anbindung* an diese. Dabei kreuzen und überlagern sich *longitudinale* und *transversale* Ströme:

In Talrichtung werden Fest- und Schwebstoffe ins Moor und am Moor entlang transportiert und abgelagert, quer zum Tal werden gelöste Stoffe bewegt und in den randlichen Moorteilen ausgefällt. In der *Sedentationszone* ist die Zufuhr stoßweise, unregelmäßig oder rhythmisch (Überflutungshäufigkeit), in der *Kalkfällungszone* dagegen gleichmäßig. Im fluenahen Pendelmilieu (z.B. Loisach vor der Uferverbauung) herrschen longitudinale Vegetationsstrukturen (z.B. Altwässer, Überschlickungsbahnen in Niedermoor-Flutritten) und einfach-großflächige Strukturen vom limes convergens-Typ vor, im stationären Karstwasser- und Hochmoor-Milieu dagegen kleingliedrige Mosaikstrukturen (limes divergens). Für beide Zonen sind bestimmte Arten kennzeichnend (z.B. König-Karls-Szepter für das Pendelmilieu und Stricksegge für das stationäre divergente Milieu). Innerhalb des stationären Milieuabschnitts lassen sich folgende Subsysteme ausgliedern:

- 1) Schwingrasen, die auf unterschiedlichen Quellwasserdruck im Bereich der Quelltöpfe (z.B. Sieben Quellen bei Eschenlohe) durch Hebung und Senkung (vgl. TÜXEN, STAMER & Onken-GRÜSS 1977), auf Temperatur- und Kalklösungsschwankungen durch wechselnde Kalkfällungsrate reagieren

- 2) Kalkflachmoore mit breitflächig und konstanter Aussickerung sehr kalkreichen Wassers im Vorfeld der Talschotterkörper und Schuttkegel; Kalkausscheidung oberflächlich in quelligen Schlenken

- 3) Hoch- und Übergangsmoore mit Bult-Schlenkenstruktur;

Die Teilsysteme (1) und (2) akkumulieren anorganische Substanz, die der kaltebegünstigten Kalklösung der Hochlagen bzw. Schuttkörper entstammt, in gelöster Form ($\text{Ca}^{++} + \text{HCO}_3^-$) transportiert und im Tal biogen und infolge Temperaturerhöhung wieder ausgefällt wird. Die Mineralstruktur des Kalks wird dabei umgewandelt (Kalkfels, krümelig-sandige Seekreide, Kalksinter, kalkreiche Mudde). Die Teil-

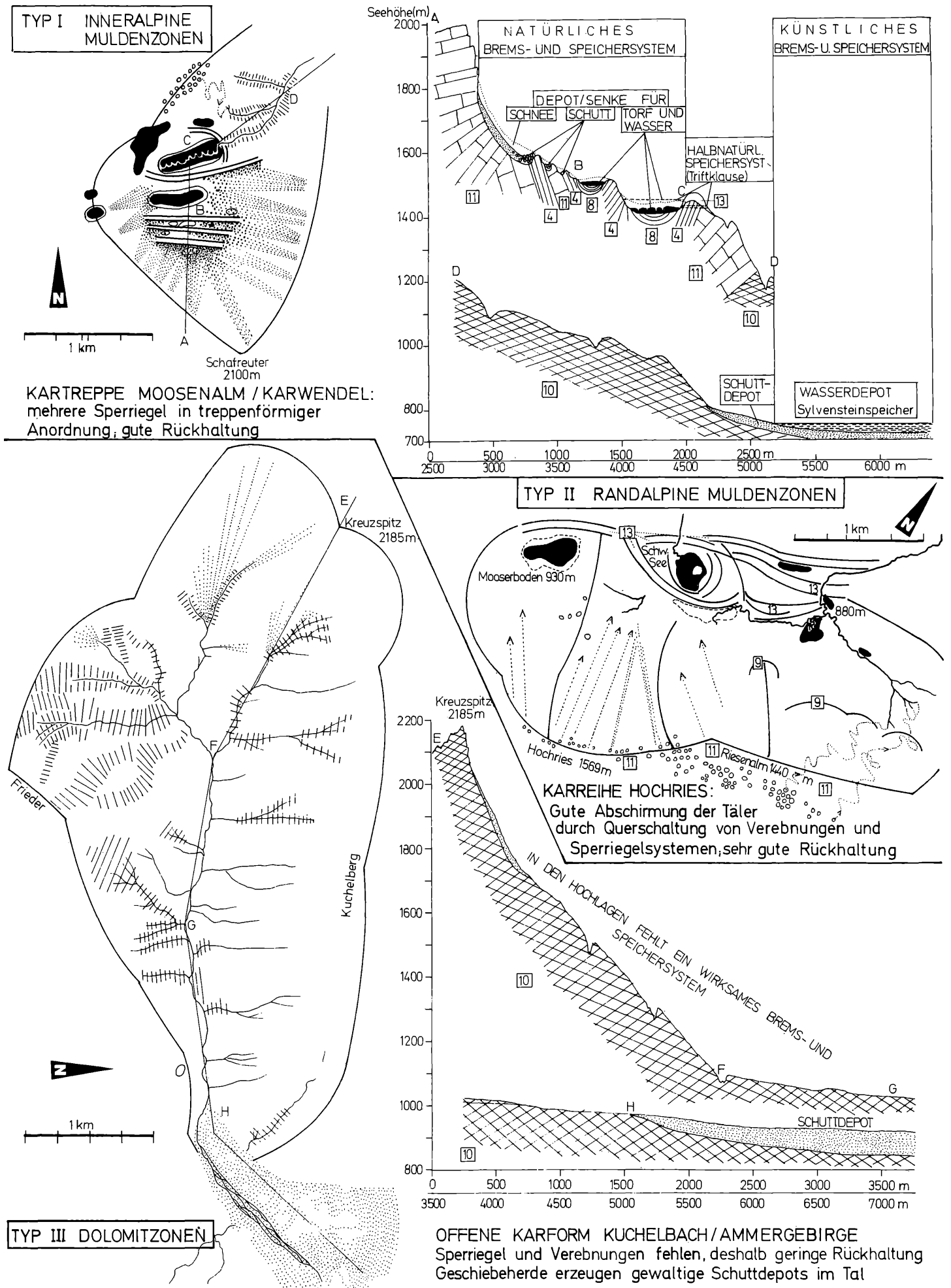


Abb. 11: Moore passen sich in den unterschiedlichen Wasser- und Feststoffhaushalt von Kartypen ein (leicht schematisiert)

(Eingerahmte Zahlen: Standortkomplextypen, s. 6.4)

Abb. 12: Karte der Moorverbreitung in den Allgäuer Alpen

Fett punktierte Linie: Hauptwasserscheide Rhein/Donau; dünn punktiert: Wasserscheide Iller/Wertach;
ausgezogene Linie: Grenze der geologischen Zone (Symbole vgl. 6.1); nummerierte, mit Kreisen umrammte Bereiche: Moordistrikte



Liste der Moordistrikte
und Moorlandschaften

- 1 Schwarzwassertal-Diedamskopf
- 2 Bierenwangalpe
- 3 Engenkopf-Scheidthal-Hochwald
- 4 Gottesacker-Kühberg
- 5 Piesenkopf-Gutswieser Tal
- 6 Hochschelpen
- 7 Hörnergruppe
- 8 Lecknerbachtal
- 9 Hädrich
- 10 Stuiben-Gschwenderhorn
- 11 Agathazeller Moore
- 12 Großer Wald - Metzwald
- 13 Wertacher Horn-Röbkopf
- 14 Unter- und Oberjoch
- 15 Edelsberg-Röfleuten

systeme (1) und (2) leben also vom Import aus den Hochlagen, dem Berginneren und dem Talgrundwasserstrom.

Ganz anders Teilsystem (3). Hier wird organische Substanz autochthon aufgebaut, d.h. ohne Zufuhr aus der Umgebung, nur durch Photosynthese und atmosphärische Einträge. Zwar wird – scheinbar komplementär – durch Übernutzung in den Hochlagen gleichzeitig Humus abgebaut (Humuschwund); eine Verbindung zwischen diesen Auf- und Abbauprozessen wie beim Kalk-Lösungsgleichgewicht besteht aber nicht.

Von allen dargestellten Beispielen wohnt Block 16 die größte Tendenz zur *Stoffakkumulation* inne. Art und Richtung der Stoffströme sind besonders vielfältig, die wirkenden Schleppspannungen und transportierten Stoffmengen besonders groß. Talverengungen mit Rückstauwirkung steigern diese Situation.

Die Akkumulationstendenz in 16 steht im scharfen Kontrast zur Abbauneigung des Moorkomplexes am Engenkopf (15) und der meisten Hochlagenmoore.

Da die abiotische Struktur auf eine hier nur andeutbare Weise mit der Vegetationsstruktur und -vielfalt korrespondiert, sind die hydrologisch-trophischen Moorsysteme Hilfsgrößen zur Erfassung der biologischen Vielfalt, die nur in Stichproben genauer untersucht werden kann. Die Charakterisierung des Wasser- und Nährstoffhaushalts der Alpenmoore ist somit eine Art von »Blindstrategie« für den Schutz der Vegetations- und Artenvielfalt. Neben den morphologischen Moortypen sind auch alle hydrologisch-morphologischen Typen im Schutzflächensystem zu repräsentieren.

6. Räumliche Gruppierung und Zonierung der Alpenmoore

Die Moorverteilung erklärt sich weitgehend aus dem unterschiedlichen Wasser- und Stoffhaushalt der einzelnen Gebirgsteile. Deshalb mündet der landschaftsökologische Teil der Arbeit in einen räumlichen Überblick. Die Kenntnis des Vorhergehenden erspart manchen Kommentar.

Als Einheiten zur räumlichen Gruppierung der Alpenmoore eignen sich die seit der Schutzgebietsplanung Ammergauer Alpen (RINGLER & HERINGER 1977) mehrfach angewendeten geologischen Zonen und Standortkomplexe (vgl. auch Ringler 1981 b).

6.1 Moorkonzentration in bestimmten geologischen Zonen

Folgende Zonen wurden in den bayerischen Alpen unterschieden:

AM MITTELSTOCK

- 1 F Flyschmittelgebirge des Mittelstocks mit schmaler helvetischer Vorzone
- 2 R Randzone (= Kalkalpine Randzone = Tiefbajuvarikum = Allgäu-Einheit)
- 3 MA Äußere Muldenzone (= Großer Muldenzug, Stirn der Lechtaleinheit)
- 4 DA Äußere Dolomitzone des Mittelstocks
- 5 MB Innere Muldenzone (Muldenkern des Synklinorium)
- 6 DB Innere Dolomitzone des Mittelstocks
- 7 MC Innerste Muldenzone (Karwendel-Thiersee-Mulde und Unkenner Mulde)

- 8 P Partnach-Mittelgebirge (Westabschnitt des Wamberger Sattels zwischen Eibsee und Krün aus Muschelkalk, Partnach- und Raibler Schichten)
- 9 W Wettersteinzone (Stirnfront der Innthal- und Staufendecke aus Wetterstein- und Muschelkalk; Wetterstein- und Karwendelgebirge, Hochkienberg-Staufen)
- 10 C Chiemgauer Schuppenzone (komplizierte Bündelung mehrerer tektonischer Einheiten zwischen Weitsee-Weißbach und Roter Traun)

AA ALLGÄUER ALPEN

- 11 M Allgäuer Faltenmolasse (Nagelfluhkette)
- 12 FN Flyschmittelgebirge des Allgäus (= Sigiswanger Decke)
- 13 L Ultrahelvetisches Mittelgebirge (= Liebensteiner und Feuerstätter Decke = Wildflysch)
- 14 H Allgäuer Helvetikum (Plateaugebirge der Allgäuer Alpen)
- 15 FS Flyschhochgebirge des Allgäus (= Südliche Flyschzone = Oberstdorfer Decke = Üntschendecke)
- 16 AD Äußere Dolomitzone des Allgäus (= Dolomitgebirge der Allgäu-Einheit)
- 17 J Allgäuer Jurazone (= Mergelgebirge der Allgäu-Einheit)
- 18 LD Innere Dolomitzone des Allgäus (Dolomitgebirge der Lechtal-Einheit, Allgäuer Grenzkamm)
- 19 V Vilser Deckenzone (uneinheitliches Randgebirge zwischen Wertach und Lech)

AS BERCHTESGADENER ALPEN

- 20 T Tafelgebirge der Berchtesgadener Alpen (Berchtesgadener Fazies der Tirolischen und Berchtesgadener Einheit)
- 21 B Berchtesgadener Mittelgebirge (Hallstätter Einheit und Roßfeld-Neokom)

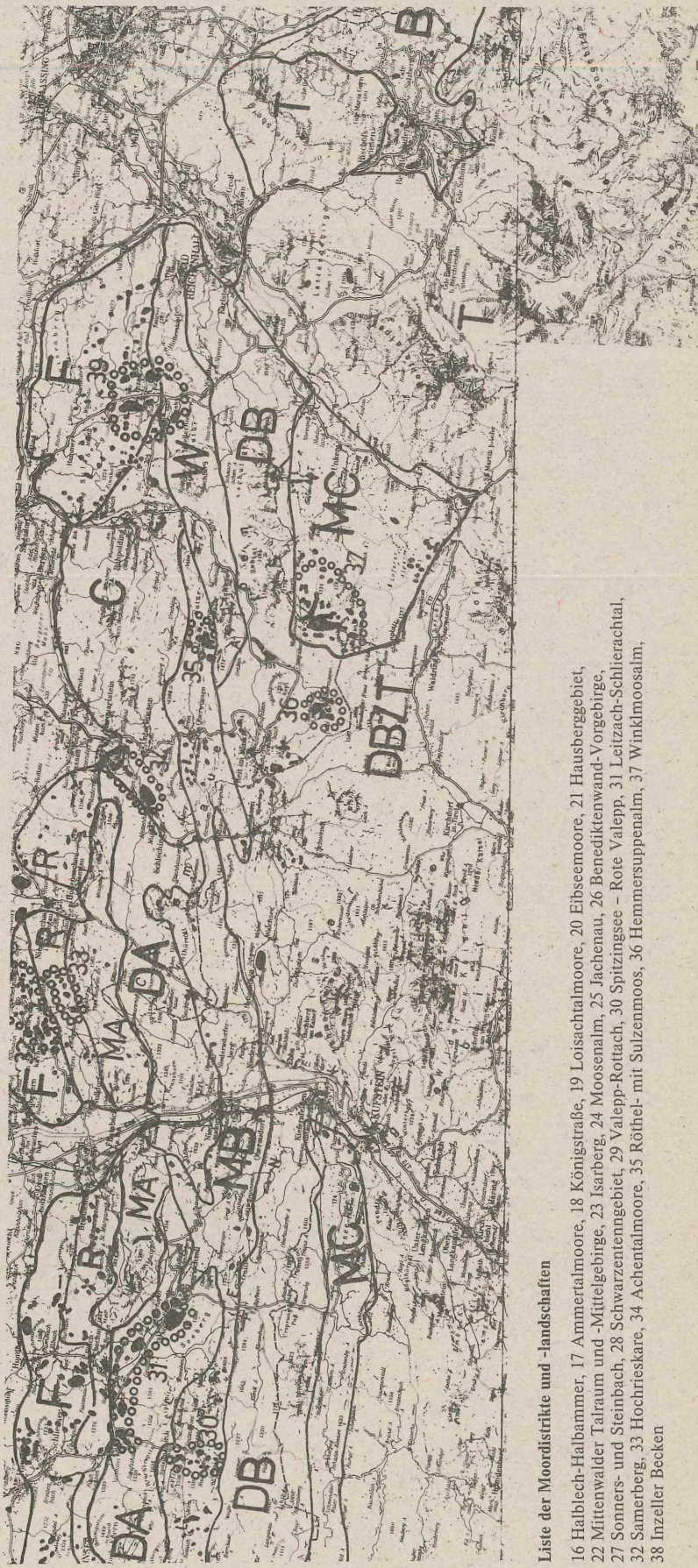
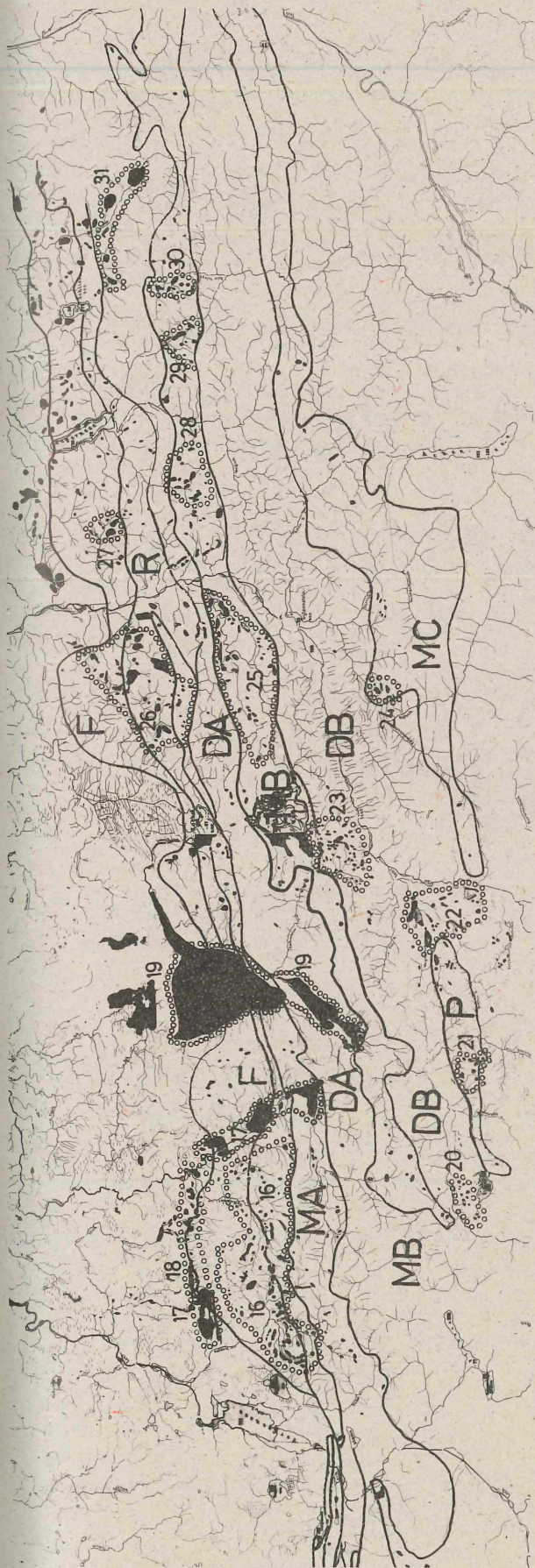
Abb. 12–15 veranschaulichen, daß die Zonen 1, 2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 als die eigentlichen moortragenden Einheiten bezeichnet werden können. Ein besonderes Gewicht liegt dabei auf den Flyschzonen, dem Allgäuer ultrahelvetischen Mittelgebirge und dem Allgäuer Helvetikum (Moorzonen I. Ordnung). Weniger dicht, aber immer noch reichlich mit Mooren bestückt sind die Moorzonen II. Ordnung: Kalkalpine Randzone, Innere Muldenzone, innerste Muldenzone und Partnach-Mittelgebirge, Allgäuer Faltenmolasse, Flyschhoch- und Berchtesgadener Mittelgebirge (2, 5, 7, 8, 11, 15, 21). In den Moorzonen III. Ordnung endlich werden Alpenmoore zur inselhaften Besonderheit: Äußere Muldenzone, äußere und innere Dolomitzone, Chiemgauer Schuppenzone, Allgäuer Jurazone, innere Dolomitzone des Allgäus, Vilser Deckenzone, Tafelgebirge der Berchtesgadener Alpen (3, 4, 6, 10, 17, 19, 20).

Praktisch moorfrei sind die Wetterstein- und Allgäuer äußere Dolomitzone (9, 16).

Auf die Ursachen der Mooreignung geologischer Zonen geht Ringler (1981 b) ausführlich ein. Hier nur wenige Andeutungen:

Die Zonen unterscheiden sich nach ihrem tektonischen Bauplan und ihrer Gesteinszusammensetzung (Standortkomplexe) voneinander. Was erstauende (d.h. nicht versickerungsfähige) Schichten wie z.B. (Ton-)Mergel, kompakte Sandsteine,

Abb. 13: Kartenausschnitte der Moorverbreitung in den oberbayerischen Alpen



Liste der Moordistrikte und -landschaften

- 16 Halblech-Halbammer, 17 Ammertalmoore, 18 Königstraße, 19 Loischentalmoore, 20 Eibsemoore, 21 Hausberggebiet, 22 Mittenwalder Talraum und -Mittelgebirge, 23 Isarberg, 24 Moosenalm, 25 Jachenau, 26 Benediktenwand-Vorgebirge, 27 Sonners- und Steinbach, 28 Schwarzentenngebiet, 29 Valepp-Rottach, 30 Spitzingsee - Rote Valepp, 31 Leitzach-Schlierachthal, 32 Samerberg, 33 Hochrieskare, 34 Achentalmoore, 35 Rothel- mit Sulzenmoos, 36 Hemmersuppenalm, 37 Winklmoosalm, 38 Inzeller Becken

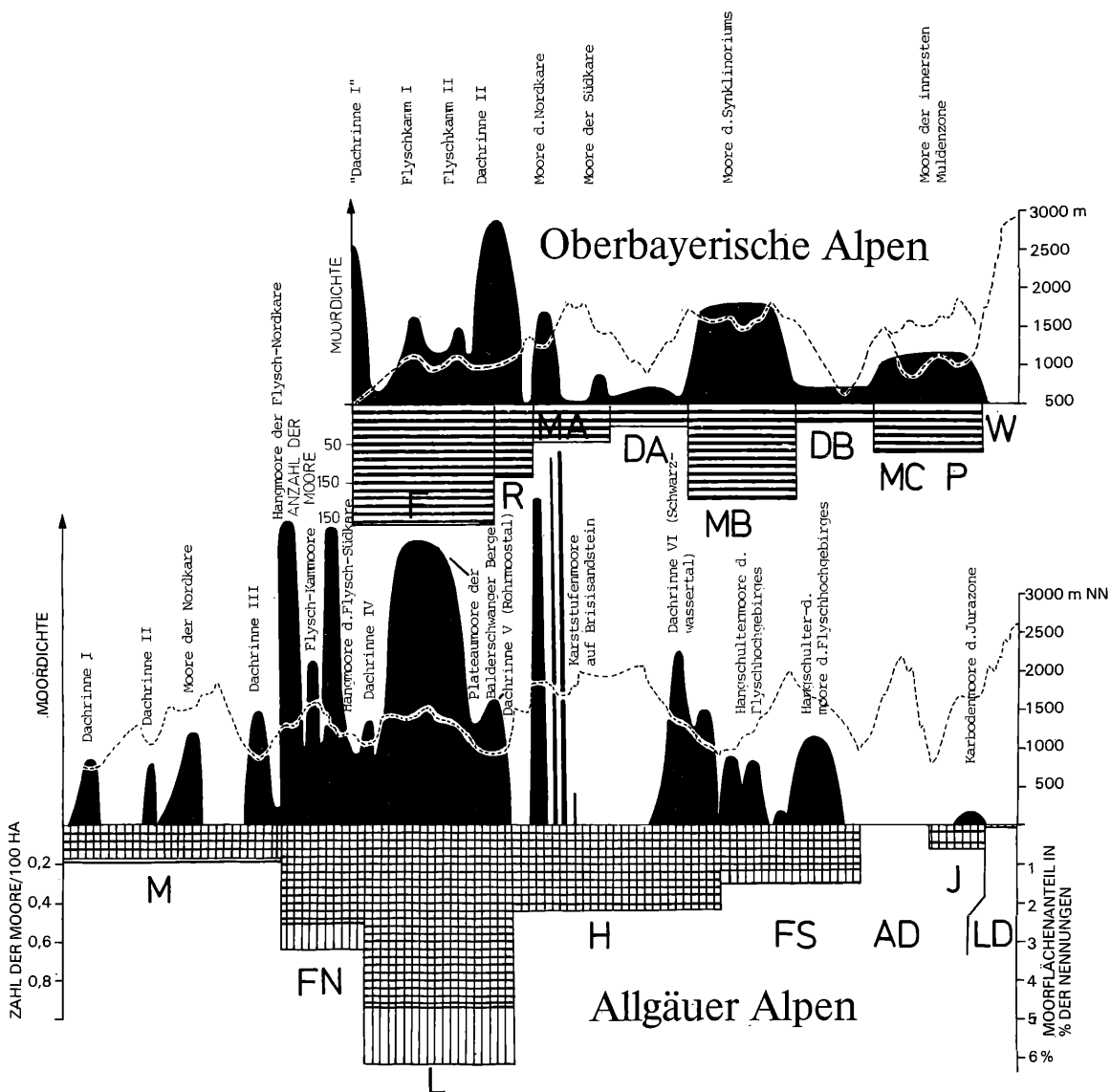


Abb. 14: Moorreiche Band- und Sonderstandorte innerhalb der geologischen Zonen

Die schwarzen Peaks oberhalb der Abszisse beruhen auf groben Schätzungen, die abwärts weisenden Rechtecke dagegen auf exakten Erhebungen. Senkrecht schraffiert: Aus unveröffentlichten Manuskriptkarten ausplanimetrierter Mooranteil in den geologischen Zonen der Allgäuer Alpen; waagrecht schraffiert: Aus unveröffentlichten Manuskriptkarten ermittelte Moordichte (Anzahl der Moore je 100 ha). Die strichlierte Linie symbolisiert ein nordsüdliches Profil durch die bayerischen Alpen (unmaßstäblich; Profil mit einigen Richtungswechseln)

Grundmoräne und Seeton, Bereiche mit verdichteten Verwitterungslehmen, bilden einen Hauptanteil in 1, 2, 5, 7, 8, 11, 23, 13, 15 und 21. Die Verwitterungsanfälligkeit dieser Gesteine und die tektonische Struktur begünstigen weiche Geländeformen mit abgerundeten Kammlagen, Sätteln und Verebnungen. Beides zusammen ist der ideale (Hoch- und Übergangs-)Moorstandort, zumal die genannten Substrate in der Regel kalkärmer sind als etwa die Massenkalk. Wenn hydrologisch und lithologisch insgesamt moorfeindliche Zonen wie z.B. die Berchtesgadener Dachsteinkalkgebirge (20) oder die Dolomitzonen trotzdem Moorinseln aufweisen, so liegt das vermutlich

- an der mit der Seehöhe zunehmenden Dominanz der Klimafaktoren über die Untergrundeigenschaften (die meisten Moore dieser Zonen liegen sehr hoch!),
- an auf- oder eingelagerten Moränen- oder Jura-inseln,
- an der Dichtschlammung von Plateaumulden mit Erosionsmaterial,

- an der geringen Horizontalbewegung gelöster Ionen infolge starker Verkarstung,
- an tektonisch eingefalteten oder gequetschten moorbegünstigenden Gesteinen, von denen aus die Moorbildung auch auf Kalkplateaus übergreift (Brisandstein im Allgäuer Schrattealkbereich 16; »Karstfilze« nach GAMS 1927),
- möglicherweise auch an der geringen Löslichkeit des Ca/Mg-Karbonats (Dolomit).

6.2 Moorverdichtungsbänder innerhalb geologischer Zonen (Abb. 14)

6.2.1 Oberbayerische Alpen

Bestimmte orografische »Etagen«, »Balkone« oder alpendurchziehenden Längsstrukturen sind für die eigentlichen Peaks der Moorfähigkeit verantwortlich. In nordsüdlicher Abfolge, also alpenwärts, sind hervorzuheben:

Die Traufzone am Nordfuß der Flysch-Voralpen ist außerhalb der Stammbecken-Ausräumungszonen außerordentlich moorreich (»Dachrinne I« in Abb.

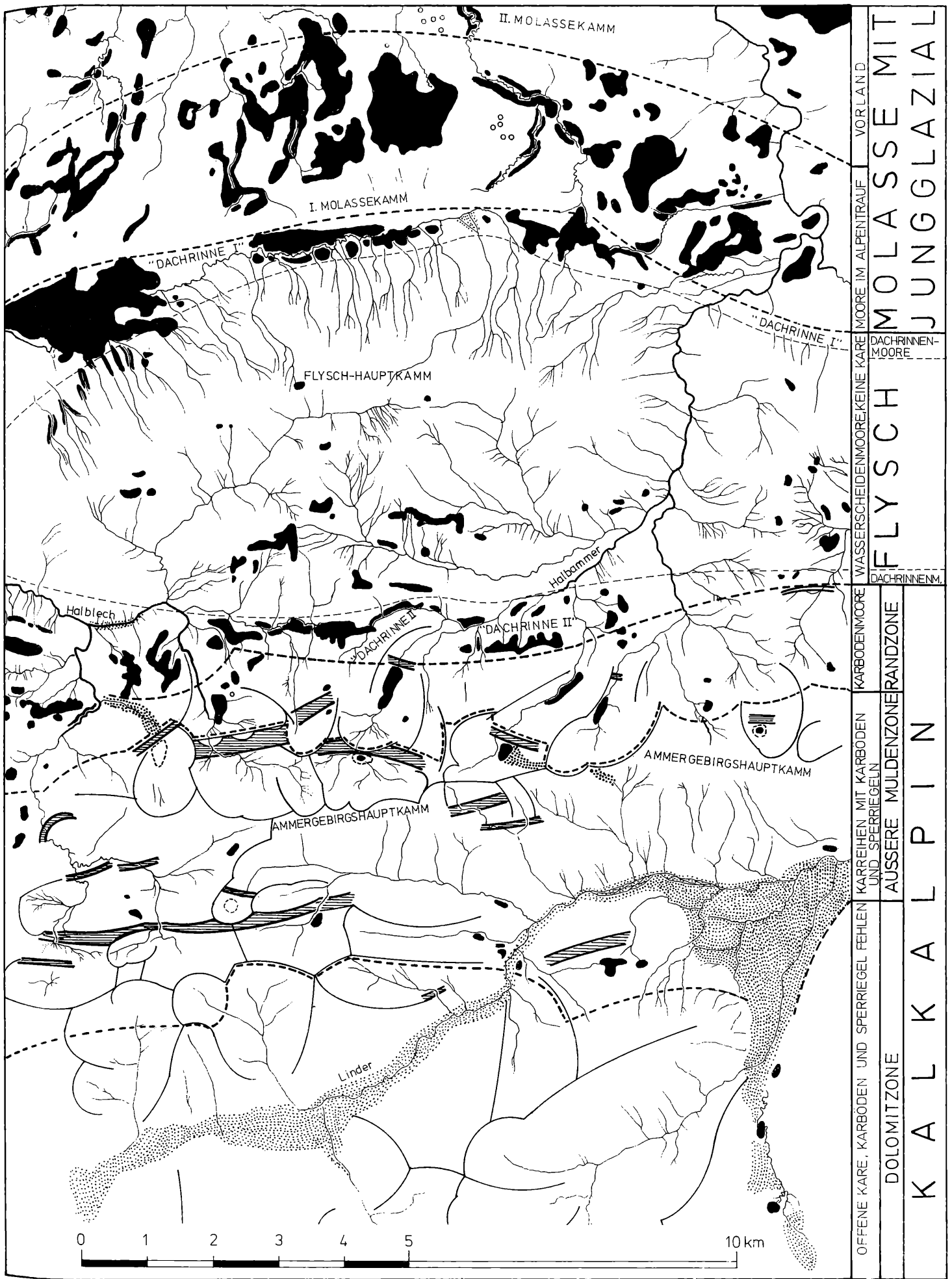


Abb. 15: Verteilung der Moore auf die geologischen Zonen und die in Abb. 14 symbolisierten Bandstrukturen der Ammergauer Alpen

15). Es folgen nach dem moorarmen »Kurvental« des Nordabhanges die Flysch-Hauptkämme mit ihren orographisch bedingt, natürlich viel kleinflächigeren, im allgemeinen auch geringmächtigeren Mooren. Eine Ausnahme bildet der 1420 m hochgelegene Erosionskomplex am Hochrieskopf/Ammergebirge. Hier erbohrt HOHENSTATTER u. SCHOBER eine Mächtigkeit von 4,80 m (mdl. Mitt.).

Die Nahtzone zwischen Flysch und Kalkalpinen Randzone ist in den bayerischen Alpen durchwegs mit glazialen, balkonartig vorspringenden Talverfüllungen »verschweißt«, die allesamt mit relativ ansehnlichen Hoch- und Übergangsmooren aufwarten können (z.B. Wendelstein-, Benediktenwand- und Ammergebirgsvorhöhen).

Der Anstieg zur Außenkette des Kalkalpin (Äußere Muldenzone) bzw. zur Allgäuer Molassekette ist durch eine Ost-West-Reihung meist flachbödiger und durch Fels- oder Moränenschwellen abriegelter Kare in etwa gleicher Höhenlage gekennzeichnet. Entsprechend sind deren Moorbildungen meist »turbulent« geschichtet und oft ohne größeren Hochmooranteil (z.B. Haustätter- und Hauserbauernalm vor der Benediktenwand, Oberalp nordsüdlich des Ammergebirgshauptkammes, Schloßalm am Breitenstein, Bur- und untere Krumbachalpe vor der Nagelfluhkette bei Immenstadt). Die spezifische Bremsfunktion abriegelter Nordkare hinsichtlich dealpiner Wasser-, Schnee- und Feststofftransporte ist in Abb. 11 am Beispiel der moorhaltigen Hochries-Kare illustriert. Erst südlich der wettersteinkalkbestimmten Außenkette, in einer weniger typischen Reihe südwärts geöffneter Kare oder in Karstdepressionen im Bereich der Raibler Rauhwacken sitzen einige weitere Hochmoore (z.B. der Erosionskomplex bei der Scharnitzalm an der Benediktenwand).

6.2.2 Allgäuer Alpen

Das Verteilungsbild im SSE-NNW-Prüfprofil der Westallgäuer Alpen (Abb. 14 links) ist im Vergleich zu den oberbayerischen Alpen durch

- nur schmale Unterbrechungen und viele Peaks (hohe Moordichte)
- viel breitere Peaks (Moore ziehen sich auch die Bergflanken hinauf, Beschränkung auf schmale Sonderstandorte nicht so ausgeprägt)
- extrem hohe Peaks auf geologischen Spezialstandorten (Brisandstein) und in bestimmten Talzügen (z.B. Lecknerbachtal S Hochgrat) geprägt.

Im einzelnen sind folgende Moorverdichtungs-zonen hervorzuheben:

- 1 »Dachrinne I« am Nordfuß der Nagelfluhketten (Alpseetalung, Hühnermoos bei Wertach usw.)
- 2 »Dachrinne II« im Hochtalzug zwischen niederer und hoher Nagelfluhkette (Prodelzug, Stuiben-Hochgrat-Zug; z.B. Seifenmoos, Dennebergalpe)
- 3 Zone der subalpinen Karbodenmoore an der Nordseite der hohen Nagelfluhkette (z.B. Krumbach-, Bur-, Ehrenschanthalpe)
- 4 »Dachrinne III« zwischen der mittleren und südlichen Nagelfluhkette (Stuiben-Hochgrat-Zug und Sipplinger Kopf; z.B. Moore im Lecknerbach- und Aubachtal, Rehmahdsmoos/Gunzesried)
- 5 Karhang- und Quellnischenmoore in den Nordkaren der nördlichen Flyschzone (FN)
- 6 Kamm-, Plateau- und Gipfelmoore der nördlichen Flyschzone (z.B. Ochsenkopf, Prinschenhütte)

7 Quellnischen- und Kargehängemoore in den SE- bis SW-seitigen Karen der nördlichen Flyschzone (z.B. Grasgehrenalpe)

8 »Dachrinne IV« im Hochtalzug zwischen nördlicher Flysch- und Liebensteiner Zone (z.B. Moore im Balderschwaner Tal, Sattelmoor Schönberg-alpe)

9 Plateau-, Schlüssel- und Kammvermoorungen auf dem nördlichen Bergzug des Helvetikum, dessen Schrattealkdach weitgehend eingebrochen und abgetragen ist (z.B. Piesenkopf, Gutswieser Tal, Engenkopf)

10 »Dachrinne V« zwischen der nördlichen helvetischen Kette und dem Gottesackerstock (Moorkette im Rohrmoostal)

11 Moorkette in Plateaulage auf den Unteren Gottesackerwänden

12 »Dachrinne VI« zwischen dem Gottesackerstock und der südlichen Flyschzone (z.B. Quellnischen u. Moorkette im Schwarzwassertal, Moore im Kleinwalsertal)

13 Hangschultervermoorungen an der Westflanke der südlichen Flyschzone (z.B. Riezler-Alpe, Söller-eckbahn)

14 Kar- und Hangschultermoore an der Ostflanke der südlichen Flyschkette (z.B. Bierenwangalpe, Schlappoltsee)

15 Kleine Karboden- und Hangschultermoore auf dem »Balkon« der Jurazone (z.B. Enzianhütte, Biberalpe)

6.3 Auffallender Moorreichtum entlang der Hauptwasserscheiden

Aus 6.2 geht eine klare ostwestliche Bänderung in moorreiche Zonen hervor. Ungefähr senkrecht dazu verlaufen die Hauptwasserscheiden zwischen den Alpenquertälern. Am Beispiel der Rhein/Donau-Scheide der Westallgäuer Alpen belegt Abb. 12 eindrucksvoll die Erscheinung der Moorbällung im Wasserscheidenbereich. Fast ist man versucht, in den bayerischen Alpen eine Kreuzung von ostwestlichen mit nordsüdlichen Moorhäufungszonen zu entdecken (insbesondere auf den Wasserscheiden Rhein/Donau, Iller/Wertach, Wertach/Vils, Lech/Ammer, Loisach/Isar, Leitzach/Inn, Kössener Ache/Traun). Viele der wichtigsten bayerischen Alpenmoorkomplexe sind als *Talscheidenvermoorungen* innerhalb meist ostwestlicher Trogtäler, deren Eisströme über einen Sattel hinweg zwei Haupttäler verbanden, ausgebildet (z.B. Rohrmoos, Seifenmoos, Sybellenmoos am Grünten, Eck- und Wasserscheidfilz zwischen Halblech- und Halbammer, Lainenmoore bei Kochel, Röthelmoos bei Ruhpolding). Viele Moore im Wasserscheidenbereich sitzen wiederum Kleinstwasserscheiden wie z.B. Bachriedeln oder Teilsätteln innerhalb großer Sattellagen auf.

An denkbaren Ursachen für die Wasserscheidenbindung vieler Moore läßt sich ins Feld führen:

- Im glazial ausgeflachten Wasserscheidenbereich kann sich Hangzug-, Oberflächen- und Niederschlagswasser »lange nicht entscheiden, welchem Vorfluter es zufließen soll«. Stauanasse Lagen sind aber der beste Start für die Moorbildung (vgl. 5.1, Abb. 7). Außerdem hat hier das zuströmende Hangwasser keine moorzerschneidende Kraft).

- Da in den oberbayerischen Alpen generell die tektonischen Muldenachsen zu den Bruchstörungen der Quertäler hin einfallen, wurden die jüngeren, moorfähigen Schichtauflagen des Jura und der

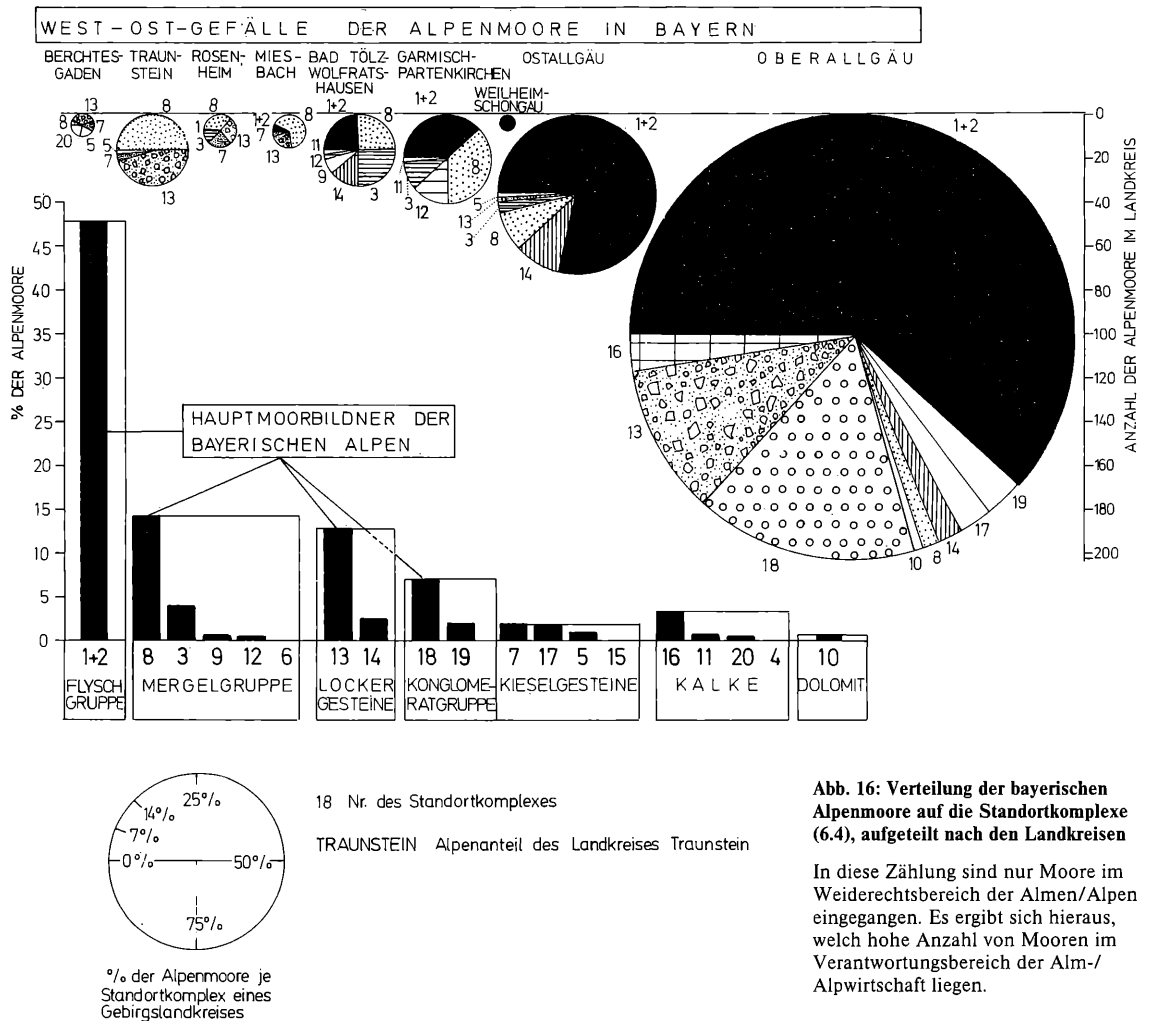


Abb. 16: Verteilung der bayerischen Alpenmoore auf die Standortkomplexe (6.4), aufgeteilt nach den Landkreisen

In diese Zählung sind nur Moore im Weiderechtsbereich der Almen/Alpen eingegangen. Es ergibt sich hieraus, welch hohe Anzahl von Mooren im Verantwortungsbereich der Alm-/Alpwirtschaft liegen.

Kreide in Quertalnähe weitgehend abgetragen bzw. überschüttet und konzentrieren sich – wie z.B. die Kössener Schichten – in den Firstbereichen der Bergketten. Die Eiserosion war im Wasserscheidenbereich außerdem bereits geschwächt (Gletschernähe).

– Auch die Eisrandstauseen zwischen den zurückweichenden Eismauern der Talgletscher und den hängenden Lokalgletschern der Nordkare hatten ihren Ablagerungsschwerpunkt im Wasserscheidenbereich (Seetone, Verfüllungen mit Wechsellagen unterschiedlicher Körnung).

– Für die Bildung von Regenwassermooren eignen sich die meisten Sattel-/bzw. Wasserscheidenlagen besser als die talwärts anschließenden Standorte (vgl. Abb. 9).

6.4. Substratabhängigkeit der bayerischen Alpenmoore

Den Leitfaden liefert die mittlerweile bewährte Einteilung in Standortkomplexe:

- 1 Zementmergel-Kieselkalkgruppe des Flysch und Helvetikum
- 2 Sandstein-Quarzitgruppe des Flysch
- 3 Mergelgesteine an der Nordrampe der Kalkvoralpen
- 4 Wandbildende Kalke (z.B. Wetterstein-, Oberrät-, Muschelkalk)
- 5 Kalkarme Kreideplateaus
- 6 Mergelgesteine an Steilhängen des Gebirgsinneren im Kalkalpin

- 7 Kieselkalke des Jura
- 8 Mergelgesteine in Mulden, auf Sätteln und Verebnungen des Kalkalpin
- 9 Raibler Schichten
- 10 Dolomit (Haupt- und Ramsaudolomit)
- 11 Plattenkalk
- 12 Partnachschichten (großflächige Vorkommen)
- 13 Moränen, Talalluvionen
- 14 Eiszeitliche Talverfüllungen
- A 15 Hornsteinkalke (A: in größerer Ausdehnung nur in den Allgäuer Alpen)
- A 16 Schrattealk
- A 17 Brisisandstein (Gault)
- A 18 Konglomerate und Wechselfolgen der Molasse
- A 19 Granitische Molasse und Kojenschichten
- B 20 Dachsteinkalk (B nur in den Berchtesgader Alpen)
- B 21 Werfener Schichten

Abb. 16 zeigt die Verteilung der Moore des Alm-/Alpbereiches auf die einzelnen lithologisch ähnlichen Gruppen von Standortkomplexen. Als Hauptmoorbildner treten in Erscheinung (Reihung nach abnehmender Bedeutung):

- 1/2 Flyschgesteine
- 8 Mergelgesteine ebener Lagen des Kalkalpins
- 13 Moränenaufgaben und Talalluvionen
- 18 Schichtfolgen der aufgefalteten Molasse des Allgäus
- 3 Mergelgesteine an der Nordrampe des Kalkalpins

- 16 Schrattenkalk
- 14 eiszeitliche Talverfüllungen
- 19 granitische Molasse und Kojenschichten
- 7 Kieselkalke der Jura
- 17 Brisisandstein und ähnliche Substrate im Allgäuer Helvetikum

Die Standortkomplexe 14, 17 und 19 liefern nur wegen ihrer kleinflächigen Vorkommen so bescheidene Mooranteile. In Wirklichkeit gehören sie zu den moorfähigsten Gesteinsbereichen überhaupt und sind außergewöhnlich dicht mit Mooren besetzt. Eine Sonderrolle spielt der Schrattenkalk: er ist stets nur an den Mooren *beteiligt*, tritt jedoch nie als eigentlicher Moorbildner auf (»Karstfilze«).

Die regionale Schwankung der Mooranteile einzelner Standortkomplexe ist in Abb. 16 durch prozentuale Kreissektoren ausgedrückt. Entsprechend seiner ostwärtigen Flächenverminderung tritt der Flysch zwischen Allgäu und Berchtesgaden auch als Mooruntergrund immer mehr zurück. Im Ostallgäu (Ammervorgebirge) trägt er immerhin mehr als 3/4 aller Gebirgsmoore.

Moräne ist im Lkr. Traunstein mit nahezu der Hälfte aller Gebirgsmoore, die Mergelgruppe im Lkr. Garmisch-Partenkirchen und Miesbach mit hohen Anteilen vertreten.

Zusammenhänge zwischen Moortypen und Standortkomplexen werden aus Abb. 1 ersichtlich.

6.5 Gesamtverbreitungsbild der bayerischen Alpenmoore – Aufteilung nach Landkreisen

Alpiner Moorschutz erfordert zwar ein Gesamtkonzept, wird aber zum wesentlichen Teil in den betreffenden Landkreisen verwirklicht. Je mehr und je vielfältigere Moore ein Alpenlandkreis besitzt, desto größer ist seine Verantwortung für den Fortbestand der bayerischen Alpenmoore als Gesamtheit (Abb. 16).

Der beherrschende Eindruck aus Abb. 16 ist das erdrückende Übergewicht des Ober- und Ostallgäus. Das Allgäu enthält mehr Alpenmoore als alle anderen Regionen zusammen (zu den klimatischen Ursachen vgl. 3.5). Die besondere Moorfreundlichkeit der Allgäuer Berge dürfte aber vor allem in folgenden Faktoren begründet liegen:

Die eiszeitliche Dauerschneegrenze lag 200–300 m tiefer als am übrigen Alpenrand (KARL, DANZ u. MANGELSDORF 1969). Eine außergewöhnlich mächtige Lokalvergletscherung drängte die kalkreichen Fernmoränen auf ein Minimum zurück. Grate, Kämme und Gipfel wurden stark abgeflacht und viele Kare entstanden. Durchlässige Schuttkörper wurden weitgehend von den Lokalgletschern ausgeräumt.

– In den Westallgäuer Alpen herrschen relativ kalkarme Unterlagen (Gault-Sandstein, Reiselsberger und Feuerstätter Sandstein, Kieselkalke der Hällritzer Serie, Bolgengranit, stark entkalkte Böden aus Molasse und Mergeln) vor. Wie in den variskischen und hercynischen Rumpfgebirgen kann Übergangsmoor- oder gar hochmoorartige Vegetation bereits auf Anmoor oder in Quellnähe wachsen. Die Hochmoorarten *Sphagnum compactum*, *Trichophorum caespitosum* und *Eriophorum vaginatum* gedeihen auf Brisisandstein auf nahezu torffreiem Fels!

Wie auf den Grinden und Missen des Nord-schwarzwaldes (RADKE 1973) ist auch im Allgäu anzunehmen, daß viele flachgründige Kamm- und Plateauvermoorungen erst nach der im Allgäu so ausgedehnten mittelalterlichen Abholzung bzw. Weideverlichtung entstanden sind.

Auch hinsichtlich der Typenvielfalt nimmt das Allgäu eine Spitzenposition ein. Z.B. treten hochmoorartenreiche Quellnischenmoore, ausgedehnte *Trichophorum*-Hanganmoore (z.T. »Deckenmoore« im Sinne KLÖTZLI), echte blanket bogs, Kargehängemoore, Karststufen- und Blockhaldenmoore (vgl. Abb. 1) in den bayerischen Alpen nur hier auf. Auch die Vielfalt des Kleinreliefs (Stränge, Kolke, Rüllen, Trichter, Moorkanäle, Torfspalten usw.) sucht in den übrigen bayerischen Alpen ihresgleichen.

Von West nach Ost herrscht in den bayerischen Alpen ein Gefälle abnehmender Moorthäufigkeit (Abb. 16). Sieht man vom Landkreis Weilheim-Schongau mit seinem kleinen Alpenanteil ab, so bildet das Berchtesgadener Land das moorarme Schlußlicht.¹⁾ Zwischen Leitzach und Salzach ragt nur der Landkreis Traunstein durch deutlich höheren Gehalt an Alpenmooren heraus.

Die Landkreise lassen sich drei Moordichte-Gruppen zuordnen:

Großflächig von Mooren geprägte Gebirgslandschaften umfaßt nur das Oberallgäu. Dessen helvetische und Flyschzone ist zu mehr als 2%, die ultrahelvetische Zone (L) sogar mit 6,85% mit Mooren (nach der einleitenden Definition!) bedeckt.

– Moorreiche, mit einzelnen Moorthäufungen (Moordistrikten) durchsetzte Gebirgsteile befinden sich in den Landkreisen Ostallgäu, Garmisch-Partenkirchen, Bad Tölz-Wolfratshausen und Traunstein.

– Moorarm ohne auffallende Mooranhäufungen sind die Alpenanteile der Landkreise Miesbach (Ausnahme: Hirschberggebiet, Valeppgebiet, Leitzachtal), Rosenheim und Berchtesgadener Land.

Ein Herzstück des Schutzkonzepts (Kap. 10) ist die Höhenkontinuität der Alpenmoore. Moorthöhenstufen mit bestem Erhaltungsgrad und hoher Moordichte liegen in den Teilregionen höhenverschoben. Der Gesamtgradient aller Moorthöhenstufen kann daher nicht in einem Zug, sondern nur durch »Verkitten« von Höhenbereichen verschiedener Landkreise dokumentiert werden. So ist der Erhaltungszustand zwischen 800 und 1200 m NN im Ammergauer Vorgebirge am besten (vgl. KAULE 1976). Darüber liefert das Oberallgäu die dichteste Moorthöhenreihe in noch brauchbarem Erhaltungszustand (1200 bis 1900 m). Unterhalb 800 m sind die Landkreise Berchtesgadener Land (Optimum um 600 m), Rosenheim (Optimum um 500 m), Traunstein (Optimum um 800 m) und Bad Tölz-Wolfratshausen (Optimum um 700 m) heranzuziehen. Die Naturschutzbehörden der betreffenden Landkreise sollten sich deshalb bewußt machen, daß auf bestimmten Höhenserien ihrer Moore das Stigma der Unersetzlichkeit für den gesamten bayerischen Alpenraum ruht.

Die Klimadifferenzierung der einzelnen Alpentile (vgl. 3.5) rechtfertigt darüber hinaus die Forderung, daß jeder Landkreis seinen eigenen Moor-Höhengradienten (Moorserie durch alle Höhenstufen) nach Kräften erhalten möge. Denn ein 1200 m hoch in der warmen Hangzone eines Allgäuer Hochtales gelegenes Moor unterliegt ganz anderen Bedingungen als ein 1200 m hoch auf einem Ammergauer Karboden befindliches!

1) Die Moorarmut wird allerdings durch Singularitäten wie das im Königssee schwimmende Saletstock-Hochmoor, durch floristische Besonderheiten wie *Carex paupercula* und durch einen hohen vegetationsgeschichtlichen Informationsgehalt wettgemacht.

6.6 Moorsysteme, Moordistrikte und Moorlandschaften

Die in Kap. 1, 3 und 5 geschilderten Wasser-/Stoff- und Energieflüsse verknüpfen Moore zu räumlich-funktionellen Einheiten. Die Abgrenzung und innere Ordnung solcher Moorsysteme ist eine der wichtigsten Grundlagen für das Moorschutzkonzept. Vorweg scheint es erforderlich, zwischen benachbarten Alpenmooren geltende Wirkungsprinzipien soweit zu verallgemeinern, daß sie das Fundament einer brauchbaren Naturschutzstrategie bilden können.

6.6.1 Grundprinzipien des Haushalts vermoorter Gebirgslandschaften

Bisher war nur von »Anhäufungen« oder »Baltungen« von Mooren in bestimmten Zonen die Rede. Es mochte der Eindruck entstehen, es handle sich dabei lediglich um statistisch-quantitativ erfaßbare Mengen. Tatsächlich liegen aber *Wirkungskomplexe von Moorökosystemen* mit übertragbaren Ordnungsprinzipien vor. Die Wechselwirkungen (Interaktionen) zwischen Mooren des gleichen Moorsystems bestehen vor allem im Wasser- und Stoffdurchsatz, der im Gebirge mehr als sonstwo durch die Schwerkraft gesteuert wird. Die schwerkraftabhängigen Energie-, Wasser- und Stoffkaskaden bewirken, daß sich Moorsysteme häufig *hangabwärts* und nicht isohypsenparallel erstrecken. Ein Moor ist dem nächsttieferen »source« (Stoff- und Wasserspender) und dem nächsthöheren »sink« (Stoffsenke, -sammler). Die Transporte werden durch die Brems- bzw. Rückhaltefähigkeit der Moore bestimmt. Z.B. wird ein Erosionskomplex an das nächsttiefere

Moor mehr Humuskolloide bzw. Schwemmtorfe abgeben als ein Wachstumskomplex (z.B. Torfkolluvien in Hangnischen des Ifersgundmoores am Hochifen in 1500–1700 m NN; vgl. auch FERDA u. PASAK 1969 sowie die von SCHMEIDL und SCHUCH in abgetorften, vorentwässerten und naturnahen Hochmooren des südlichen Chiemseegebietes durchgeführten Austragsmessungen; SCHUCH 1973). Die Ionen-Rückhaltefähigkeit (Ionenaustausch) von Torfmoosen und Torfkörpern ist beim langsamen Durchsickern von Hangzufuhrwasser am wirksamsten. Die angelieferten Kationen werden gegen H-Ionen eingetauscht; das Moor wird talwärts immer saurer, nährstoffärmer und regenwasserabhängiger (*solimbrogener Gradient*; vgl. PRIEHÄUSSER 1970, JENSEN 1961). Je höher der Anteil des Oberflächenwassers am Durchstrom eines Gebirgsmoores, desto weniger kommt der Ionenaustausch zum Tragen. Deswegen sind in geringmächtigen soligenen Hang- und Quellmooren keine deutlichen chemischen und floristischen Gradienten ausgebildet. Solche Moor- oder Anmoorformen schließen sich häufig bergwärts an Gebirgshochmoore an. Der solimbrogene Gradient ist das Bindeglied zwischen der überflossenen Hangmoor- und der Hochmoorzone. Häufig nimmt die Hangmoorzone ihren Ausgang in über den Hang verteilten nischenförmigen Quellfluren oder -mooren, die wiederum vom Einsickerpotential anschließender Bergwälder, subalpiner Gebüsche oder Rasen abhängig sind. Das Durchflußsystem des Hanges endet am Kamm (Wasserscheide), dem häufig eine Stauvermoorung aufsitzt. Ein alpines Moorsystem besteht somit aus einer Abfolge oder *Zonation von Funktionseinheiten*. In Fließrichtung der Transportkette, also talwärts, sind dies:

	Funktionstyp (Abb. 9)	Moortyp (Abb. 1)	trophische Tendenz
A Stauvermoorung Kamm/Sattel	4	5,6,7,13	ombrotroph
B Hang	abfluß- und abtragsdämpfende Wälder u. Gebüsche	—	minerotroph
C Aussickerungsstellen, -moore		3	minerotroph
D überflossene Hangmoorzone	12	1	minerotroph
E solimbrogene Bremszone	10,11,13	2,4,16	minero/ombrotroph
F ombrogene Speicherzone	10,11,13	2,4,16	ombrotroph
G Ansäuerungs- und Moorexpansionszone, Lagg, Trauf			minerotroph

Ein prägnantes Beispiel für die unterste Funktionszone G eines Moorsystems ist die Vernässung übersteilter Talverfüllungsböschungen (Schluchteinhänge), die gewaltige Rotationsanbrüche ausgelöst hat (z.B. »17er-Reiße« ob Benediktbeuern; vgl. KARL, DANZ u. MANGELSDORF 1969, GROTTENTHALER & LAATSCH 1973). Das Moor-Transportsystem kann sich nur entwickeln, wenn es nicht durch die übliche Dynamik des Hangabtrages und -abflusses überlagert wird; z.B. unter folgenden Bedingungen:

- Die Reliefenergie zwischen Kamm und unterem Ende der Moorgruppe ist relativ gering (in der Allgäuer Hörnergruppe höchstens 300 m). Alle vollständigen Serien der bayerischen Alpen setzen weit oben am Bergkamm an!

Das Ausgangsgestein ist relativ stabil, undurchlässig und möglichst wenig mit abtragsfähigen Lockermassen verhüllt (z.B. Reiselsberger Sandstein in glazial stark ausgeräumten Gebirgen)

- Das System der Quellfluren und Quellnischenmoore ist auf relativ gleichmäßiges Sickerwasserangebot und vollkommene Abschirmung vor Muren, Grundlawinenschurf und anderen Übersättigungsmöglichkeiten angewiesen. Den besten Quellschutz gewährleisten hydrologisch funktionstüchtige standortgemäße Bergwälder und Krummholzgebüsche (insbesondere Grünerlen), die auch die Schneeschmelze stark verzögern und vergleichmäßigen (vgl. BUNZA 1978 a).

Natürlich sind alpine Moorsysteme den geomorphologischen Vorgaben eng verhaftet. Solimbrogene

Gradienten setzen immer eine (talwärts zunehmende) Abflachung voraus; Quellnischen vereinigen sich am Rand tief ausgehöhlter Kare zu einem Quellenkranz; überflossene Hangmoore sind durch die höhenspezifische Maximalneigung begrenzt (Abb. 5; KLÖTZLI 1978 b) usw.

Für die Struktur der Moorsysteme kommt dem Verlauf über- und untergeordneter Wasserscheiden eine besondere Bedeutung zu. Allgemein schneiden sich Gerinne talwärts immer tiefer ein. Wo sie Verflachungen (z.B. Trogschultern, Karschwellen »Balkone« eiszeitlicher Talverfüllungen oder Moränen) durchsägen, beginnt eine Zone kleiner hangabwärts gerichteter Wasserscheiden auf den Riedeln. *An der Wurzel der Bachriedel setzen die soliombrogenen Gradienten an* (vgl. Abb. 9)¹⁾ Hangaufwärts schließen sich die Zonen der überflossenen Hangmoore und der Quellnischenmoore bzw. -fluren an.

Deshalb ist die Verbindungslinie der Riedelanfänge eine zentrale Scheidelinie alpiner Moorsysteme. Die abstrakte Grundstruktur hängiger Moorsysteme in den bayerischen Alpen entspricht Abb. 17:

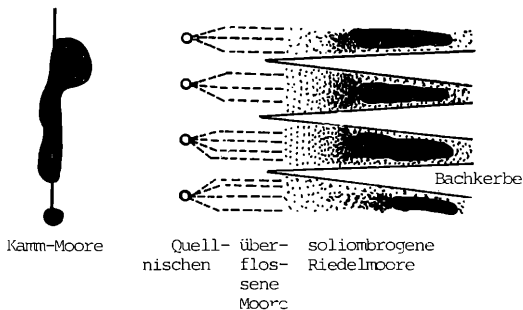


Abb. 17: Grundstruktur hängiger Moorsysteme in den Flyschalpen (Abstraktion)

Die geschilderten Moorsysteme sind nur beim Zusammentreffen mehrerer günstiger Umstände an bestimmten Stellen entwickelt (geologische Zonen FN, FS). In den übrigen Bereichen sind sie entweder um die Kamm-Moorzone »amputiert« (z.B. F und R im Halbammer- und Lainengebiet, M, MC), ermangeln der zur Ausbildung der ombrotrophen Fußzone erforderlichen Hangverflachung oder sind auf ihre Einzelbestandteile (Abb. 1 u. 9) reduziert. Einige der in Abb. 9 aufgelisteten Typen treten in den bayerischen Alpen kaum jemals als Glieder von Moorsystemen, sondern nur isoliert auf (z.B. Abb. 9: 1, 2, 3, 6, 14; Abb. 1: 8, 9).

Andererseits gibt es da und dort auch *multiple* Moorsysteme; d.h. mehrere Systeme von Mooren sind zu einem übergreifenden Moorsystem verknüpft. So kann die Serie A-F an einem Sattel enden, der seinerseits das obere Ende einer weiteren Serie A'-G' bildet (Gutswieser Tal - Ziebelmoos - Piesenkopfgebiet bei Tiefenbach/Allgäu).

6.6.2 Moordistrikte als »ökologisch-funktionelle Raumeinheiten«

Unter *Moordistrikten* verstehen wir moorreiche Gebiete, in denen die Moore durch Stofftransporte verbunden sind und sich funktionell ergänzen. Moordistrikte sind Fliesengefüge sensu SCHMIT-HÜSEN, Ökotoptkomplexe und Bodenlandschaften sensu SCHLICHTING, in denen Moore als source (Stoffquelle, Auslaugungsbereich), Stoffpassage

oder sink (Anreicherungsbereich) eine entscheidende Rolle spielen. In alpinen Moordistrikten sind die Funktionseinheiten A-G (und andere; vgl. Abb. 9) *nicht* in einem einzigen zusammenhängenden Moor zusammengedrängt, sondern auf mehrere bis viele räumlich distanzierte Moore verteilt (vgl. auch TÜXEN, STAMER & ONKEN-GRÜSS 1977). Diese Moore gehören häufig zum gleichen Einzugsgebiet, d.h. ihre outputs lassen sich additiv in einem gemeinsamen Vorfluter bilanzieren.

Weil außer der unter 6.6.1 geschilderten auch andere Kombinationen von Funktionseinheiten auftreten, gibt es *Funktionstypen von Moordistrikten* oder Moorsystemen (z.B. Gehänge- und Karmoor-distrikte, zu denen die oberwärtigen Karenhänge und talseitigen Gräben gehören; Talmoordistrikte, die Flußauen und Talrandquellbezirke einschließen). Abb. 17 ist ein klassisches Beispiel, weil die einzelnen Stoffhaushaltsbereiche dank einer klaren geomorphologischen Gliederung (Karschwelle, Zertalung beginnt auf gleicher Höhe usw.) und eindeutiger interner Kleinwasserscheiden gut unterschieden werden können. In anderen Fällen rücken die einzelnen Fliesen, Öko- und Pedotope dichter aufeinander und durchmischen sich. Die Grenze zwischen Moordistrikt und Einzelmoor ist überschritten, wenn sich Funktionseinheiten zu einem einzigen Moorkomplex zusammenfügen (z.B. Hirschwang/Ammergebirge).

Moorsysteme werden durch ihre geologischen Zonen (6.1) nach Ausdehnung, Anordnung, Vielfalt und Abfolge der Funktionseinheiten differenziert. Z.B. präsentiert sich die klassische Kombination A-G nur im Allgäuer Flyschgebiet und im Balder-schwanger Mittelgebirge (FS, L, FN). In FN ist die basale Hochmoorzonen allerdings meist nicht auf Riedeln, sondern auf flachen Karböden ausgebreitet (z.B. Ober- und Mitteralpe).

Schon im Ammergebirgsflysch spalten sich Moorsysteme in zwei Serien auf:

An den karfreien, hoch hinauf mit glazialen Schuttkörpern verhüllten Hauptkämmen stehen A, B, C miteinander im Kontakt, es fehlen aber E-G. Dagegen umfassen die moorreichen »Dachrinnen« (vgl. Abb. 14/15) vor allem (C, D), E-G (Beispiel: Herzigs Bergel, Wasserscheid-Eckfilz). Dem Funktionsunterschied entsprechen die Moormächtigkeiten: Im Funktionsbereich E, F werden im Ammergebirgsflysch mehr als 7 m Moormächtigkeit erreicht (HOHENSTATTER mdl.), im Kammbereich wesentlich weniger, in Hangschulterbereich immerhin 4,80 m (Hochrieskopfmoor; HOHENSTATTER u. SCHÖBER mdl.).

Die geologischen Zonen und Standortkomplexe (6.4) prägen sich aber in den Moorsystemen vor allem floristisch-pflanzensoziologisch aus. Die Unterschiede sind erwartungsgemäß in den Quell- und Rieselzonen ausgeprägter als in den regenwasserabhängigen. So sind die sich jeweils entsprechenden Quellnischen im Reiselberger Sandstein (Standortkomplex 2) mit dem *Juncus triglumis*-reichen *Caricetum frigidae* (z.B. Riedberger Horn-Ochsenkopf), in der Molasse (SK 18) und im Karbonat (SK 4, 13, 14) mit *Cratoneurion*-Fluren bewachsen. Auf den hangwasserüberströmten Rieselmooren wächst im Flyschsandstein das *Pinguicula-Trichophoretum*, auf Brisisandstein (SK 17) ein *Sphagno compacti-Trichophoretum* und auf mergel- oder kalkunterlegten Standorten ein *Davallseggengried*. Das floristische Gefälle (= kontinuierlicher räumlicher Florenwechsel) des soliombrogenen Gradienten ist

1) Hangwasser tritt ab hier nur mehr von einer Seite in das Moor ein und wird außerdem infolge der Querverwölbung der Riedel hangabwärts zunehmend nach den beiden Bachgräben abgezogen. Für den Nährstoffgradienten bleibt daher nur eine einzige Variationsachse, nämlich hangabwärts entlang der Riedelachse.

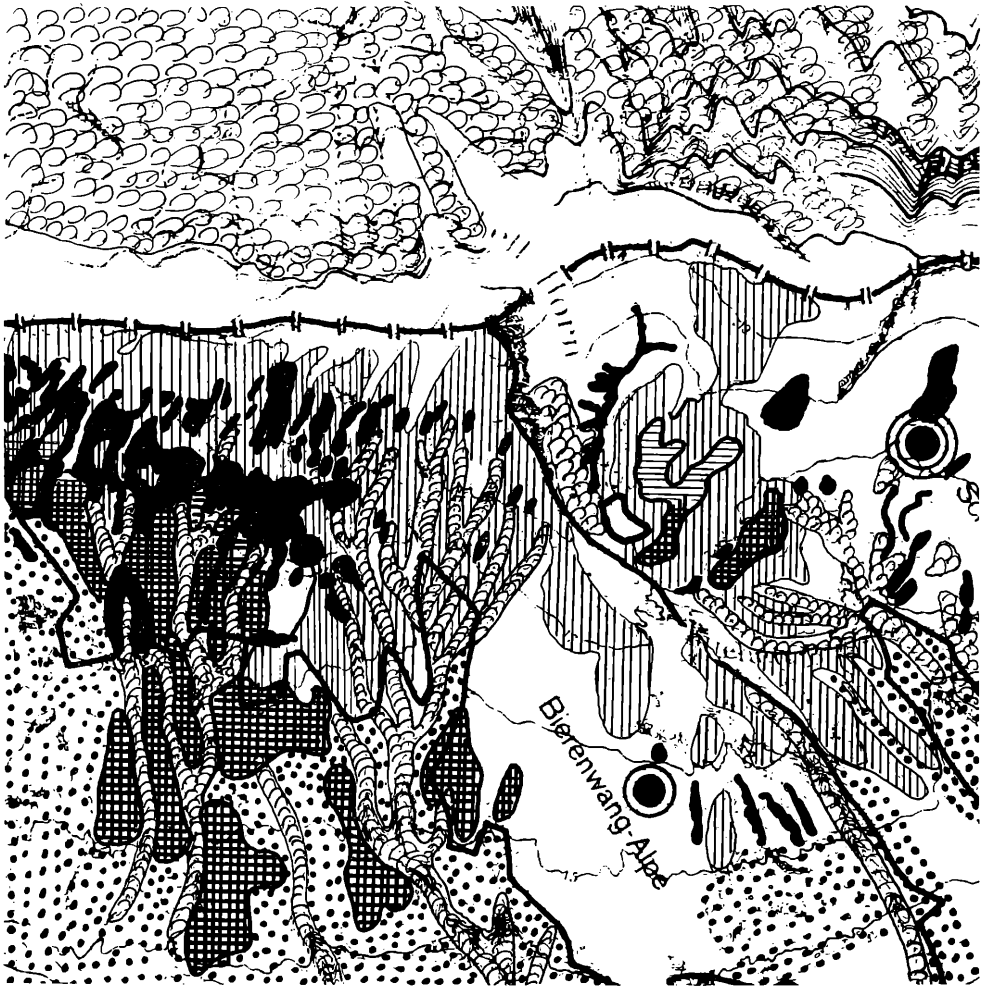


Abb. 18: Hangmoordistrikt Bierenwangalpe am Fellhorn/Allgäu (1400–1800 m)

Schwarz: Quellnischen, Rieselfluren und überflossene Hangmoore
 kariert: ombrosoligene Riedelmoore zwischen Bachrünsen (Wuchsgebiet der Latsche)
 kupiert: Grünerlengebüsche mit Kontaktgesellschaften
 punktiert: subalpin-hochmontaner Fichtenwald, stellenweise weideverlichtet
 senkrecht schraffiert: Zwergstrauchheiden mit Einschaltungen von Borstgrasrasen (potentielles Wuchsgebiet der Latsche)
 waagrecht schraffiert: Alpenrosen-Latschenbusch (*Rhododendro-Vaccinietum*)
 dicke schwarze Linie: Grenze des Alpweidegebietes
 Kreise: Standort des Alpkasers
 weiß: intensive Weideflächen, Gratvegetation, Rostseggenhalden, Erosionsflächen
 weiß, mit dicker Linie umfahren: oligotrophente Unterwasservegetation (*Sparganium affine*-Gesellschaft).

im karbonatreichen Bereich (z.B. Strausbergmoos bei Hindelang, Sattlermoos) viel steiler als im karbonat- und elektrolytarmen (z.B. Wilhelminenalpe im Allgäu-Flysch).

Zu den Moordistrikten im *weiteren Sinne* rechnen wir auch solche Moorgruppen, die zwar nicht durch Wasser- und Stofftransporte verbunden sind, sich aber hinsichtlich bestimmter Merkmale ergänzen. Ein schönes Beispiel ist der Distrikt der Karststufenmoore im Gottesackergebiet. Die Moorverteilung kennzeichnet hier kein landschaftsökologisches Transportsystem, sondern allein den tektonischen Bauplan des Gebirgsstockes: Staffelförmige Einbrüche der aufgewölbten Schrättenskalkdecke ließen in mehreren Treppenstufen Bänder des kalkarmen Grün- und Brisisandsteins (Standortkomplex 17) austreichen, denen voneinander völlig unabhängige Hochmoorstreifen inmitten weiter moorfeindlicher Karstflächen aufsitzen (Abb. 1).

Schließlich reihen wir auch Moorkümpfen in/auf ein und derselben geomorphologisch/orogra-

phischen Großform in diese Kategorie ein (z.B. Moorgruppen auf weiten welligen Mergelplateaus, in Hochtälern oder Karen; Abb. 9: Block 15).

6.6.3 Nicht Einzelmoore, sondern Moordistrikte als Erhaltungsräume!

Erst in jüngster Zeit wurden die im Umfeld zu schaffenden Rahmenbedingungen für einen wirksamen Feuchtgebietsschutz deutlich erkannt und auch in Handlungsstrategien umgesetzt (vgl. z.B. VAN DER MAAREL 1976 u. 1979, KLÖTZLI 1980, WILDI & KLÖTZLI 1978, KESSLER 1976, RINGLER & HERINGER 1975). Die Grundlagenteile dieser Arbeit (Kap. 1–5) haben gezeigt, daß die stofflich-energetische Einbindung von Alpenmooren in ihre Umgebung noch viel intensiver sein kann als im Vorland. Für Alpenmoore gilt überdies: Da sie *en bloc* mit ihrem mineralischen Umfeld genutzt werden (Beweidung, Pisten!), finden *direkte anthropogene Energie- und Stofftransfers* vom und zum Umfeld

statt, wie sie im Flachland seit der Streuwiesenaufgabe und strikten Flächenfunktionstrennung kaum mehr vorkommen.

Naturschutz in Gebirgsmoor(distrikt)en muß daher vor allem:

- 1) die für das Moorgefüge ursächliche Struktur und Intensität der Stoff- und Energieflüsse aus der umliegenden Landschaft erkennen, erhalten oder optimieren. Kernfrage ist dabei: Durch welche Umfeldnutzungen wird der Distrikthaushalt beeinträchtigt?
- 2) Am Nutzungskonzept für größere moorhaltige Räume beteiligt werden
- 3) Gebirgsmoore als in der Regel nicht pflegebedürftige Ökosysteme von den nutzungsbedingten Stoff- und Energietransfers abschirmen.

Unter 10 wird näher darauf eingegangen. Hier sei nur betont, daß schon die klare landschaftsökologische Abgrenzung von Mooreinflußzonen (Moor-distrikten) eine entscheidende Verhandlungs- und Schutzgebietsgrundlage sein kann. Abb. 18/19 sind Beispiele für Moordistrikte ganz unterschiedlicher Struktur und Problematik.

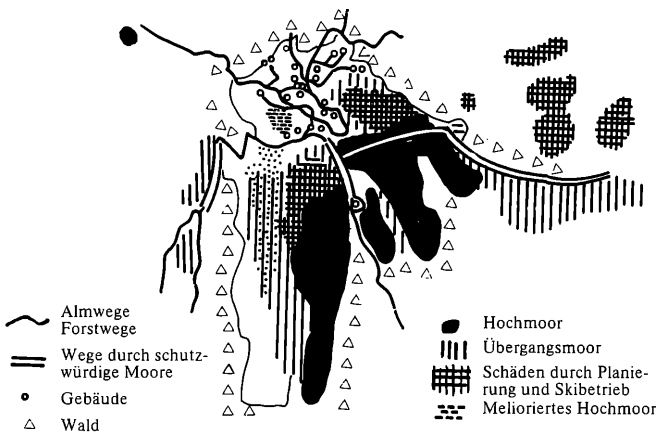


Abb. 19: Moordistrikt Winklmoosalm

Größere Latschenfilze auf langgezogenen flachen Hangriedeln bzw. in Mulden- und Sattellagen, dazu minerotrophe Hangmoore. Das Beispiel bringt den Konflikt Moorschutz/Weidewirtschaft und Tourismus besonders drastisch zum Ausdruck.

6.6.4 Moorlandschaften

Mehrere Moordistrikte können nahe zusammen-treten oder es häufen sich Einzelmoo-re ohne funktionellen Zusammenhang auf großen Flächen. Solche *durch Moore geprägten Gebirgst-eile* nennen wir Moorlandschaften (vgl. Abb. 12, 13, 15). Eindrückliche Beispiele sind:

- der Isarberg südlich des Walchensees
- das Vorland der Benediktenwand
- das Halblech-/Halbammergebiet (vgl. Abb. 15)
- der Talraum von Oberjoch
- der Große Wald am Wertacher Hörnle
- der helvetische Bereich im Dreieck zwischen Breitach und Starzlach SW Oberstdorf
- das Piesenkopfgebiet
- das Gebiet um das Riedberger Horn
- das Hirzneck-Barmsee-Gebiet bei Klais

Moorlandschaften erfordern gesamtheitliche Schutzkonzepte. Nicht nur wenige herausragende Moore müssen erhalten bleiben. Zur Sicherung der Gesamtcharakters sind auch die vielen kleineren und sogar degradierten Vorkommen von Bedeutung.

7. Einige Bemerkungen zur Vegetation der bayerischen Alpenmoore

Der Rahmen dieser Darstellung verbietet eine angemessen differenzierte Schilderung der Vegetationsverhältnisse bayerischer Alpenmoore. Über einzelne Moore oder Mooregebiete bzw. deren Kontaktgesellschaften berichten aber u.a. BRAUN 1968, KAULE 1976, PAUL 1937, PFADENHAUER 1969, PHILIPPI 1975 a, Ringle 1981 a und VOLLMAR 1947. Wir beschränken uns auf wenige ergänzende Hinweise, einige bemerkenswerte floristische Neufunde und insbesondere auf für das Schutzkonzept hilfreiche Bezüge zwischen Vegetation und Landschaftsökologie der Moor(system)e (vgl. auch LUTZ 1938 a, 1950, RADKE 1973).

7.1 Offene Fragen der Synsystematik von (alpinen) Mooren

Im Bereich der Moorökosysteme überlappen und durchdringen sich unterschiedliche Gliederungsprinzipien (z.B. die Konzepte der diskontinuierlich dargestellten Assoziationen – z.B. OBERDORFER 1977 ff. –, der ökologisch definierten Stufenkomplexe – z.B. JENSEN 1961, KAULE 1973 a –, der Mikro-, Algenbiozönosen, Synusien und Moosver-eine – vgl. POELT 1954 –, die von GAMS aus der Uppsala-Schule übernommenen Systematisierungsvorschläge, faktoren-, cluster- bzw. gradientenanalytische Ordinationsverfahren – z.B. PAKARINEN & RUUHIJÄRVI 1978) und stürzen nicht nur den Anfänger in heillose Verwirrung. Ohne die vielen offenen Fragen, wie etwa:

- Sind Bult- oder Horstasoziationen einerseits und Schlenkengesellschaften andererseits sinnvoll, obgleich feststeht, daß die bestimmte Bult- oder Horst-Artenkombination nur in Bult-/Schlenken-Komplexen ganz bestimmter Mosaikstruktur auftritt? Darf man etwa *Orchis palustris* zur Kennart einer *Orchio-Schoenetum nigricantis-Horst*gesellschaft erklären, obwohl diese Art in einem Naturraum immer nur in solchen *Schoenus nigricans*-Horsten wächst, die von als »*Scorpidio-Utricularietum minoris*« oder »*Caricetum limosae*« bezeichneten Schlenken umgeben sind?

- Inwieweit hat die besondere Beachtung bemerkenswerter Arten und ihrer Dominanz (z.B. *Carex heleonastes*, *C. chordorrhiza*, *C. diandra*) zu einer Assoziationszersplitterung in Mooren (z.B. *Rhynchosporo-Caricetum chordorrhizae* (PAUL et LUTZ 41) OBD. 57, *Caricetum heleonastae* PAUL et LUTZ 41) geführt, die mit dem pflanzensoziologischen Auflösungsgrad der umgebenden Mineralbodenvegetation nicht mehr in Einklang zu bringen ist? (vgl. u.a. die Gliederung der Kalkflachmoore bei BRAUN, 1968 und OBERDORFER, 1977 ff.).

- Soll man Indikatorarten für Milieukonstanz, irreguläre und reguläre Milieuwechsel (vgl. VAN DER MAAREL 1980) nicht auch eine syntaxonomische Bedeutung einräumen (z.B. *Hydrocotyle vulgaris*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, bestimmten Orchideen)?

- Darf man das Strukturproblem in der Moorvegetation wie bisher mit einigen Mikrokartierungen und entsprechenden syntaxonomischen Verfeinerungen abtun oder sollte nicht eine strukturtypische Klassifikation in die Moorvegetationsgliederung einfließen? auch nur anzureißen, behandeln wir sogleich:

7.2 Charakteristische Vegetationskomplexe der bayerischen Alpenmoore und ihre Ursachen

7.2.1 Substratkontrast und -verwandtschaft zwischen Alpenmoor und Umfeld

Moorökosysteme sind in den Alpen im allgemeinen weniger abgeschlossen als im Tiefland (vgl. Kap. 5.2–5.4). Im folgenden zeigt sich indessen, daß der Grad der Verknüpfung mit den Mineralbodenökosystemen je nach Gestein und Höhenstufe sehr unterschiedlich ausfällt. Einige Variablen ändern sich an der Moorgrenze sehr deutlich, andere nur wenig.

Die ökologische Distanz der Moore zum Umfeld sei an zwei vegetationsbestimmenden Faktoren, der Azidität und dem Kalkgehalt, durch Auswertung von mehr als 200 Gesteins- und Solumproben von DIETZ, REHDER, SCHMID, SIEDE, SPATZ, THIELE, ULRICH u.a. (zit. in Ringler 1981 b) und eigenen Messungen aus Allgäuer Gebirgsmooren gekennzeichnet.

Da hierbei Mittelwerte aus Tiefenprofil-Durchschnittswerten gebildet wurden, ist folgende Tabelle nur als grober Anhalt zu interpretieren. Die im Allgäu gefundene pH-Höhenfunktion der Hochmoor-Wurzelhorizonte mit leichtem pH-Anstieg zu den Hochlagenmooren hin (2,9–4,2) wurde zu 3,4 gemittelt.

So verschieden die Entstehung alpiner Moore und kalkarm-silikatreicher Sedimentgesteine (2, 5, 7, 9, 17, 19) oder stark entkalkter Verwitterungslehme (18), so wenig unterscheiden sie sich hinsichtlich bestimmter essentieller Standortsfaktoren. Die pH-Sprünge an Moorrändern sind innerhalb der SK 2, 7, (5, 17, 19) gering, in SK 1, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 18 etwas deutlicher, am höchsten aber in SK 3, 4, 11, 16, 20. Die Kalkgehaltsunterschiede verhalten sich tendenziell gleichläufig.

Standortkomplex	Mittl. pH-Differenz (Mineralbodensolum – (Pseudo) Hochmoor)	% Ca CO ₃ : mittl. Differenz (Umgebungsgestein – (Pseudo) Hochmoor)
1	1,3	20–80
2	– 0,2	ca. 20–?
3	3,3	?
4	3,3	95
7	– 0,4	41
6,8	1,8	47
9	1,3	5 ¹⁾
10	1,8	55
11	2,8	82
12	1,8	?
13	1,8	?
16	3,3	97
18	0,5	?
20	3,4	97

Diese Tabelle macht einsichtig, warum Hochlagenmoore, insbesondere Stillstands- und Erosionskomplexe, mit *vielen* Arten an das nicht zu steile Umfeld aus Quarziten, (Glaukonit-)Sandsteinen, Kieselkalen und Radiolariten, Cenoman-Verwitterungssanden und versauerten Decklehmen geknüpft sind, aber mit nur *wenigen* Arten an benachbarte Karbonatgesteine. Beispiele für die Moor/Umfeld-Verklammerung sind: *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Rhododendron ferrugineum*, *Trichophorum caespitosum*, *Eriophorum vaginatum*.

tum, *Nardus stricta*, *Melampyrum pratense*, *Sphagnum nemoreum*, *Sph. russowii*, *Sph. compactum*, *Nardo-Callunetea*- und *Rhododendro-Vaccinietum* (Ersatz)Gesellschaften (Brisandstein und Kieselkalk; z.B. Gottesacker, Gotzen, Kirchstein/Rotwand). Innerhalb SK 2, 7 und 17 unterscheiden sich Moore bisweilen nicht durch ihre Arten, sondern nur durch Artmengenverhältnisse und deren optische Eigenart von ihrem Umfeld (also mehr Struktur- als Trennartencharakteristik). Innerhalb der urgesteinsähnlichsten, also sauersten Standortkomplexe der bayerischen Alpen haben die Hochmoor(erosionskomplex)e ebenso wenige Arten für sich allein wie im Bereich der sauren Tiefen- und Ergußgesteine der Zentralalpen, Mittelgebirge, Skanden und britischen Highlands.

Ähnlich etwa den Hautes Fagnes/Belgien, den Blanket Bogs und manchen Schwarzwaldmooren ist auch in Teilen der Nordalpen die Nahtzone zwischen deckenmoorartigen Komplexen und Borstgrasweiden durch ein *Juncetum squarrosum* (EDDY et al. 1969) bzw. ein *Junco-Scirpetum* OBERD. 38 auf torfigen Podsolon, torfigen podsolierten Parabraunerden und torfigen Gleyböden gekennzeichnet (Fleyschzone im Westallgäu und am Tegernsee, Allgäuer Faltenmolasse).

7.2.2 Geologische Grenzen als Vegetations- und Moorgrenzen; Ökotope und Ökokline

Ionengradienten und entsprechend fließende Vegetationsübergänge sind für Verteilungen oder Verflachungen innerhalb *desselben* Standortkomplexes typisch. Abrupte Vegetationsgrenzen hingegen kennzeichnen tektonisch oder stratigraphisch bedingt scharfe Gesteins- und Formenwechsel (Ökotope).

Einige interessante Fälle seien herausgegriffen:

Die horizontale Schichtgrenze zwischen hangendem Hauptdolomit und liegendem Cenomanmergel ist bei der Firstbergalm (Ammergebirgshauptkamm) durch eine auffallend geradlinige Vegetationsgrenze (Blaugrasreiche Milchkrautweiden, Blaugrasrasen/*Trichophorum*-Anmoore und Hochstauden/Sickerfluren) weithin sichtbar.

– Auf den Unteren Gottesackerwänden äußert sich der Substratwechsel Schrattenkalk/Brisandstein in einem übergangslosen Nebeneinander von *Seslerietalia*- und *Nardo-Callunetea*- bzw. *Caricetalia fuscae*-Gesellschaften! Bei der Seealpe (Gottesackergebiet) ist eine Rinne zwischen Schrattenkalkwänden und einem erhabenen, hochmoorbedeckten Brisandsteinrücken mit *Stellaria alsine*-reichen *Bryum schleicheri*-Quellfluren, Blumenbinsen- und Schlammegegenschenken ausgekleidet. Diese Zonation fungiert zwar als »Dachrinne« des Hochmoors (und der Kalkwände), hat jedoch, da geologisch-tektonisch und nicht moorgenetisch bedingt, mit einem Lagg nichts zu tun.

Das Ausmaß des Florenwechsels entlang bestimmter Linien durch einen Vegetationsausschnitt nennt WHITTAKER beta-Diversität (Strukturdiversität). Die beta-Diversität hängt vor allem von der ökologischen Distanz, d.h. der Variationsspanne von Standortfaktoren entlang eines Gradienten (ecocline distance) und von der Steilheit dieses Gradienten, ab. Je größer die Spanne und je kürzer der Gradient, desto stärker die ökologische Spannung des Gradienten (»spanningsgordel« sensu VAN LEEUWEN). Ökokline (flache Kurvenabschnitte in Abb. 10) gehen dann in Ökotope (steile Kurvenab-

1) Raibler Sandstein

schnitte) über. Unterliegen Ökokline und Ökotope insgesamt einer höchstens geringen Bodennutzung, so sind sie wegen ihres komprimierten synökologischen Informationsgehaltes, ihres Gesellschafts-, Struktur- und Artenreichtums hervorragende Erhaltungsobjekte. Hierzu einige Thesen, Gesichtspunkte und Beispiele:

1 Ökotope und *Pendelmilieus* am Rand der Alpenmoore sind als Heimstatt bedrohter Pflanzenarten unersetzlich. Die letzten Vorkommen von *Orchis coriophora*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Cirsium heterophyllum* und anderen Kostbarkeiten befinden sich im hydrologischen Wechselwirkungsbereich zwischen Alpenfluß/-bach und Niedermoorlandschaften, z.B. entlang der Loisach, Isar, Ammer und an den Staffelseezuflüssen (vgl. auch Block 16 in Abb. 9). Auch die Überreste dieser Arten weiter draußen im Vorland (Lech, Icking, Amper, Sempt, Untere Isar) sind bzw. waren auf analoge Überlappungszonen beschränkt.

Auch ein beträchtlicher Teil der Eiszeitrelikte (z.B. *Carex magellanica* ssp. *irrigua*, *C. heleonastes*, *Meesia triquetra*, *Sedum villosum*) muß fast ausschließlich in den oft unscheinbaren und gefährdeten Randzonen gesichert werden. Auch *Gladiolus palustris* »tut uns nicht den Gefallen«, sich in die als Schutzgebiete vorgesehenen Moorkernbereiche (z.B. des Murnauer Moooses) »zurückzuziehen«, sondern steht ausgerechnet auf den am leichtesten meliorierbaren äußersten Rändern! Durch Kultivierung und Torfabbau des schutzgebietsexternen minerotropen Übergangsmoorwaldes ging der größte und wichtigste Zwergbirkenbestand des Schwarzlaichmooses, wie ihn noch BACHMAIER (1966) kartierte, verloren!

2 Können mehrere der seltensten Eiszeitrelikte nur in ungestörten Ökoklinen überdauern? Dieses Anscheins kann sich wohl niemand erwehren, der die letzten Populationsreste etwa von *Juncus stygius*, *Saxifraga hirculus* oder auch *Carex heleonastes* gesehen hat, wie sie sich eng an steil aus dem Moor aufsteigende Mineralbodenrücken anschmiegen bzw. in ganz bestimmten Gürteln innerhalb steiler Nährstoff- und Mikroklimagradienten aufhalten. Bedenkt man, daß viele Arten im veränderten Klima auch andere bzw. zusätzliche Substrattypen besiedeln können (vgl. z.B. *Erica carnea*), so erscheint ein gewisser Standortwechsel der Eiszeitrelikte im Laufe der beträchtlichen nacheiszeitlichen Klimaschwankungen geradezu wahrscheinlich. Wo aber kann sich eine Population ohne Abreißen des generativen und vegetativen Kontakts besser zu anderen Substrat- oder Mikroklimapositionen verlagern, als in einem kontinuierlichen ungestörten Gradienten mit großer »ecocline distance«? Nur dort, wo sie – ohnehin unter Grenzbedingungen – am elastischsten auf den exogenen Klimaimpuls (z.B. Wärmezeit, »Kleine Eiszeit«) reagieren, d.h. pendeln kann, würde sie sich nach dieser These bis in die Jetztzeit hineinretten können.

3 Einzelne Vegetationstypen der Alpenmoore gibt es nur in Ökotonen oder -kline. Ohne näher darauf einzugehen, seien nur die Beispiele des mitteleuropäischen Erlenbruchs am Fuß des Langen Köchels im Murnauer Moos (*Carici elongatae*-Alnetum, vgl. VOLLMAR 1947) und des Karpatenbirkenbruchs erwähnt.

4 Im Kontaktbereich entstehen überraschende floristische Durchdringungseffekte. Auch hierzu nur ein Beispiel: BRAUNHOFER (frdl. mdl. Mitt.) fand *Melica nutans* im bergwaldnahen Randbereich des

Pfählmooses in einem sehr nassen Zwischenmoor-Stufenkomplex! Vielleicht wäre auch das Coralliorhiza-Vorkommen in Schwingrasen des Murnauer Moooses nicht ohne Zuordnung naher Berg-Nadelwälder entstanden! Ob allerdings das ebenso erstaunliche wie hochstete Bultvorkommen des Waldvögeleins *Cephalanthera longifolia* (in Südbayern einer Art lichter Kalkbuchenwälder!) in Übergangsmoor-Spirkenbrüchen des Peißenberggebietes ebenfalls mit Nachbarschaftseffekten zu erklären ist, erscheint fraglich.

5 Ökotope und -kline steigern die Qualität von Tierhabitaten. So sind z.B. die letzten Birkhuhnpopulationsreste der Alpenrandmoore mit einer Zuordnung von offener Streuwiese, Bruchwald, Hochmoorrandwald und Hochmoor in den Loisach-Kochelseemooren *innerhalb* des Jahreslebensraumes identisch (GLÄNZER brieflich; vgl. auch GLÄNZER 1980). UTSCHIK (1978) zeigt am Beispiel von Laubsängerarten des Murnauer Moooses in den Kontaktbereichen Moor/Köchel eine Überlappung der Artreviere (höherer overlap index) und damit eine höhere Artenvielfalt auf. Auf Randeffektmomente wie z.B. höhere Nahrungssicherheit im Grenzbereich verschiedenartiger Habitate, Fluchtmöglichkeiten bei Überflutung, Austrocknung usw., braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Es versteht sich von selbst, daß in der großräumig naturnahen oder nur extensiv genutzten und obendrein geologisch vielfältigen Kulturlandschaft der bayerischen Alpen ein größerer Reichtum an Ökotonen und Ökoklinen an Moorrändern herrschen wird als im geologisch einförmigeren und außerhalb der Moore intensiv genutzten Tiefland. Einige Ökotope sind oben angeklungen. Im Hinblick auf das Schutzkonzept seien einige weitere beispielhaft hervorgehoben:

- thermophiler Reliktkiefernwald/Primulo-Schoenetum (Kramer-SW-Fuß): Über kurze Entfernung begegnen sich hier *Schoenus ferrugineus*, *Goodyera repens*, *Teucrium montanum*, *Coronilla emerus*, *C. vaginalis*, *Arctostaphylos uva-ursi* u.a. (LOTTO mdl.)
- Spirkenfilz/Spirken-Baumwacholderau/Dryas-Schuttflur (Friedergries bei Griesen): Hier und im Hochmoor am Ausgang des Elmautales beim Lindergries treffen sich Spirkenbestände auf Moor, auf Lockermassen und auf anstehendem Dolomitgestein!
- Kalkflachmoor/Schwingrasen/Röhricht/Erlenbruch/Köchelmischwald (Murnauer Moos)
- Lavendelweidenau/Grauerlenau/Erlenbruch/Bergkiefernfilz/Bult-Schlenkenkomplex (Schemeralm in der Jachenau)
- Bergmischwald/Primulo-Schoenetum/Bergkiefernrandwald/Latschenkusselmoor/Hartholz- und Weichholzaue/Schotterau (Mettenhamer Filz und Tiroler Ache)
- Quellhangmoor/Verlandungsmoor/Übergangsmoor/Bruch- und Nadelwald auf saurem Raibler Sandstein/Buckelwiese auf kalkreicher Moräne (Buckelwiesenengebiet bei Klais, Barm- und Wagenbrüchsee)

Den unmerklichen Übergängen zwischen Naßtorf, Trockentorf und Rohhumus auf Flysch- und Brissandstein (SK 2,17; Zone F und H) entsprechen ebenso unscheinbare Kontinua von Alpenrosenheiden/Alpenrosen-Latschenbusch bis zum Zwergstrauch-Latschenbusch, bzw. von der Borstgras- über die Rasenbinsenheide zum Rasensimsenmoor.

(Vgl. auch die Borstgrasweiden, Grindenmoorheiden und Missenmoore im Nordschwarzwald (RADKE 1973). Dem stehen einschneidende Florenkontraste innerhalb der Karbonat- und Mergelkomplexe 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20 gegenüber. Dort werden Hochmoor/Mineralbodengrenzen nur von wenigen Pflanzenarten (z.B. *Pinus mugo*, *Potentilla erecta*) übersprungen, sehr wahrscheinlich aber von vielen oberirdisch lebenden Tierarten, die im Laufe ihrer Entwicklung, Tages- oder Jahresperiodik ganz unterschiedliche Lebensräume aufsuchen.¹⁾

Die ökologischen und floristischen Gradienten am Karbonatgesteins-/Moorübergang werden im allgemeinen steiler und auch weitreichender sein als an der Sandstein/Quarzit/Kieselskalk-Grenze zum Moor. Sickerwässer aus Kalkmoränen treten mit mehr als 2 mg Ca l^{-1} und pH-Werten größer 7 in den soliomibrogenen Moorkomplex ein. Erst nach längerer Fließstrecke haben die ionenaustauschenden Torfe die Kationenkonzentration und Basizität auf übergangs- oder gar hochmoorgemäße Niveaus erniedrigt (vgl. Satlermoos/Buching). Dagegen sickern die Oberflächenwässer des Reiselberger Sandsteins (Standortkomplex 2) bereits kalkarm und mit pH 5,2 in das Wilhelminenmoor bei der Hällritzer Alpe (1340 m) ein. Schon nach 30–60 m sind die relativ ombrotraphentesten Artenkombinationen des ganzen Moorkomplexes erreicht. Das floristische Gefälle zum Moorberrand hin ist sehr viel flacher als im Gegenbeispiel aus der Karbonatlandschaft. Das Pinguicula-Trichophoretum des Moorrandes hat viele Arten mit dem Moorkern gemeinsam (z.B. *Sphagnum compactum*, *Vaccinium uliginosum*, *Trichophorum caespitosum*, *Carex rostrata*), wohingegen der untere und obere Teil des Satlermooses kaum gemeinsame Arten besitzen.

7.2.3 Extremklima als Dominanzfaktor

Moortorfe verändern ihre hohen organischen Anteile (ca. 70–99%) nur relativ wenig durch die alpinen Höhenstufen. Die organische Substanz der moor-umgebenden Mineralböden folgt jedoch einem Höhengradienten (ULRICH 1980). Z.B. nimmt sie in Alpböden der Allgäuer Faltenmolasse (Zone M, SK 18, 19) zwischen 900 und 1600 m ü. NN etwa linear von 10 auf 18% zu (SPATZ 1970).

Die kühlen, niederschlagsreichen und verdunstungsschwachen, mithin abbauhemmenden Hochlagen und die dauerfeuchten Schattlagen begünstigen Humusformen mit Akkumulationstendenz (Roh-, Tangelhumus, Pechmoder, Trockentorf), die sich beispielsweise in bezug auf organische Substanz (70–90%), C/N-Verhältnis (20–50) und Mikroklima (Latschenbewuchs, Abschmelzverzögerung, geringe Wärmeleitfähigkeit) kaum von Mooren unterscheiden, ja sogar der ökologischen Faktorenkonstellation von Hochmoorwachstumskomplexen und Bergkiefernfilzen ähnlicher sind als die moosarmen, verdichteten Erosionskomplexe der gleichen Höhenstufen! Es ergibt sich das Paradoxon, daß die

1) Beispiele: Die Rauschbeer-Bunteule (*Anarta cordigera*) entwickelt sich auf *Vaccinium uliginosum* (in Karbonatgebieten nur in Mooren) und besucht als Imago das Stengellose Leimkraut (*Silene acaulis*; in Bayern nur auf Karbonat- und Mergelgestein). Nach COULSON & WHITTAKER (1978) sind oberirdisch lebende Prädatoren britischer Deckenmoore darauf angewiesen, nach dem Abebben der frühjährlichen Nahrungsangebotes in die umliegenden Mineralboden-Ökosysteme überzuwechseln. Deshalb ist die Prädatorenabundanz an der Moorgrenze, die das relativ nachhaltigste Futterangebot bei geringstem Bewegungsenergieaufwand liefert, auffallend erhöht.

Artenkombinationen bestimmter subalpiner Latschengebüsche auf moorfeindlichen Unterlagen (z.B. Hauptdolomit, Plattenkalk) den tiefergelegenen Hochmoortillstandskomplexen, Hochmoorrandgehängen und Filzen ähnlicher sind, als diese den Hochmoorabbauetadien der subalpinen Stufe. Bis zu 30° steile und 1,20 m mächtige Trockentorf- und Hangmoore auf schattseitigen Block- und Schutthalde aus Brisisandstein und Dolomit im Allgäu, am Eib- und Plansee zeigen wohl am eindrucksvollsten, wie die Substratwirkung in der vegetationsbestimmenden Faktorenkonstellation durch Sonderklimate überdeckt werden kann (Abb. 1 Typ 18). Hier schieben sich folgende Gelände- und Mikroklimabesonderheiten übereinander:

1 Anhaltende Kaltluftabdrift von den über 1000 m hohen, gegenüber der übrigen besonnten Landschaft meist kühleren Steiflanken durchweht die bodennahe Luftschicht;

2 Der kaum versiegende Wasserzug im Schuttkörper (Verdunstungskälte!) wird durch sehr spätes Ausapern verstärkt. Die boden- und interzeptionsfreien Felsflanken begünstigen ihn.

3 Blockhalden ist generell ein Kaltluftzug eigentümlich. Nach RICHARD (1961; zit. nach ELLENBERG 1978) erwärmt sich die Creux du Van-Kalkschutthalde im Schweizer Jura an der Basis des Wurzelhorizontes ganzjährig nicht über 2° C. Dies drückt Humusmineralisationsrate und Nährstoffaufnahme unter die physiologische Grenze der meisten Waldbäume. Konkurrenzscheuen azonalen Reliktspirken (Dolomit) bzw. extrazonalen Latschen (Brisisandstein) wird damit eine Nische offengehalten. Deren im »pseudoalpinen« Kälteklima besonders schwer zersetzliche saure Nadelstreu isoliert den Schuttwasserzug und bereitet das Substrat für die Torfmoos- und Zwergstrauchansiedlung. Sphagnen wuchern vor allem um Spirkenstämme und kleine, vom Schneeabtrieb abwärts gebogene Krüppelfichten bultförmig in die Höhe.

4 Die Moorstandorte sind nur wenige Höhenmeter vom gischtenden Bergfluß bzw. größeren Bergseen mit erhöhter Dauerluftfeuchtigkeit entfernt.

5 Die Eibsee-, Plansee- und Hindelanger Hangmoore liegen noch unterhalb der warmen Hangzone im Kaltluftstau abgeriegelter Seebecken bzw. vor der Engstelle eines bedeutenden Talwindsystems.

Diese seltene Konstellation löst offenbar eine Transgression auffallend mächtiger und steil abgedachter Hochmoorbulte über dealpine Karbonatschuttvegetation aus, deren gering-mächtige, fossil-speckiger Pechrendzinen-A_h den unzersetzten Sphagnumtorf vom durchrieselten Schutt isoliert. Im Schutt wurzelnde Rhododendron hirsutum- und Sorbus chamaemespilus-Triebe durchstoßen die Bulte und erscheinen in »seltsamer« Gesellschaft mit kalk- und mineralbodenfliehenden Arten wie z.B. *Drosera rotundifolia*, *Trichophorum alpinum*, *Oxycoccus palustris*, *Sphagnum magellanicum*, *Sph. recurvum*, *Sph. centrale*, *Vaccinium uliginosum* u.a. Fragmente der vorgängigen Karbonatschuttrasen mit *Carex firma*, *Primula auricula*, *Petasites niveus*, *Dryas octopetala* überdauerten in kleinen »Sukzessionsfenstern« zwischen den Bulten, ja, sie ragen sogar noch durch flache Sphagnumdecken hindurch! Pflanzensoziologische Aufnahmen von solchen Stellen wirken auf den ortsunkundigen Vegetationskundler wie versehentliche Vermengungen ganz verschiedenartigen Aufnahmematerials und lassen sich natürlich kaum synsystematisch einordnen.

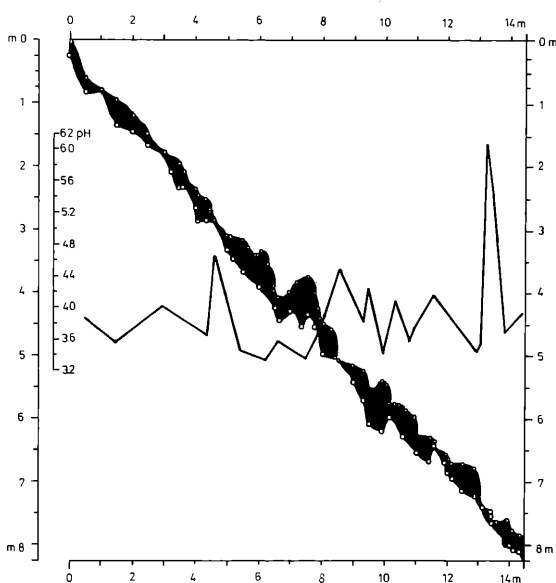


Abb. 20: Steilhangmoor auf nordseitiger Dolomitschutthalde im Ostrachtal (900 m NN)

Kreise: Nivellement- u. Sondierungspunkte

pH-Messung: Glaselektrode (H₂O) Werte bezogen auf 0–5 cm; schwarz: größtenteils wenig zersetzter Sphagnumtorf auf Dolomitschutt

Dieses 1–120 cm mächtige, spirkenbestandene Hangmoor ist teilweise fast 30 Altgrad steil. Die Azidität der oberflächennahen Torfe schwankt auf engstem Raum um ca. 3,0 pH. Entsprechend wechselhaft und kleingliedrig ist das Vegetationsmosaik: Mächtige Hochmoorbulte durchdringen sich mit Fragmenten dealpiner Schutt- und Rasenvegetation (*Primula auricula*, *Carex firma*, *Saxifraga caesia* usw.) sowie mit übergangsmoorartigen *Trichophorum alpinum*-Gesellschaften. Bestände dieser Art sind nur von wenigen Stellen bekannt.

In diesem Zusammenhang scheint es auch hervorhebenswert, daß die Hochmoor-Höchstvorkommen der Allgäuer und Berchtesgadener Alpen (Gehrner Berg 1880 m, Am Stein 1820 m, Hochthron 1900 m) unmittelbar dem Hauptdolomit bzw. Dachsteinkalk aufliegen.¹⁾ Erosionskomplexe und Moorreste dieser Art werden von vielen Arten der (sub)alpinen Stufe nicht mehr als ökologisch abweichende Inseln gemieden (z.B. *Agrostis rupestris* und *A. alpina*, *Hieracium alpinum*, *Loiseleuria procumbens*, *Gentiana acaulis* = *kochiana*, *Avenella flexuosa*). Es besteht eine lückenlose floristische Kontinuität z.B. zu den Krähenbeer-Windheiden (*Empetro* – *Vaccinietum*) und den Gamsheide-Spalieren (*Loiseleurietum*). All dies sind Anzeichen für eine oberhalb der subalpinen Stufe rasch zunehmende Nivellierung und Annäherung des »Moor«- und »Mineralboden«-Standorts, der freilich durch moderartigen Zerfall, Durchlüftung und starke Erosion der Torfe entgegengearbeitet wird. Die in den bayerischen Alpen nur angedeuteten *Torfhügelmoore* (Thufure), z.B. Roßalm am Geigelstein 1700 m, Enzianhütte/Linkerskopf 1700 m, Diedamskopf 1820 m, Kanzelwandsattel 1850 m, sind floristisch nur mehr sehr deutlich von ihrem Umfeld abzutrennen. Das Übergewicht der Klima- über die edaphischen Faktoren und die moorverwandte Humusdynamik

1) Allerdings gibt es direkt auf Dolomit schon in 1100–1200 m Höhe am Sattmannsberg/Heimgartengebiet und am Isarberg/Walchenseegebiet mehrere Hoch-, Übergangs- und Niedermoore. Indessen fehlen Kamm-, Hang(schulter-), Sattel- und Riedelvermoorungen den Karbonatgebieten im Gegensatz zum Flysch und Ultrahelvetikum fast völlig. Meist handelt es sich hier im Kalk oder Dolomit um Mulden- oder Dolinenmoore kleinsten Ausmaßes in Gebirgstteilen auffallend geringer Reliefenergie (das bedeutet auch geringe Abtrags- und Einschwemmungsneigung; vgl. die Karstmoore in Abb. 9), meist in eisüberfahrenen Mittelgebirgslandschaften.

hochsubalpiner Lagen und »pseudoalpiner« Sonderstandorte tieferer Lagen tragen dazu bei, die Übergänge von Torf und Moorvegetation zum Umfeld zu verwischen und die Rolle der Standortkomplexe bei der Mooransiedlung und -strukturausbildung zu mindern oder zu verändern.

7.2.4 Nivellierung oder Begünstigung der Substratkontraste durch Nutzungen

Vorstehend wurde deutlich, daß die natürliche »ökologische Isolation« der Alpenmoore von den Hoch- zu den Tieflagen, von den »Normalstandorten« zu Sonderstandorten mit erhöhter Wasserbilanz und von den sauren zu den basischen Unterlagen zunimmt.

Alpine Nutzungen überlagern und verändern diese Gradienten, u.a. in folgender Weise: Kahlschläge moorangrenzender Bergwälder verringern die C- und Nährstoffvorräte.²⁾ Im Laufe des jahrhundertelangen Weidebetriebs sinken die Kohlenstoffvorräte (organ. Substanz), steigen die N-Vorräte der Kernweiden (bezogen auf eine bestimmte Bodentiefe) und sinken die C/N-Verhältnisse.²⁾ Moore können folgendermaßen davon betroffen sein:

Erste Alternative:

Alpenmoore waren und bleiben vom Bergwald umschlossen. Veränderungsimpulse sind auf Kahlschläge bergwärts der Moore beschränkt (gesteigerte Oberflächen- und Schmelzwasser-, Nähr-, Schweb- und Feststoffabflüsse ins Moor, Schneerutsche; Holzabfälle ins Moor; Tendenz zur Minerotrophierung). Beispiel: Winklmoos, Metzwald am Wertacher Hörnle; durch waldbauliche Maßnahmen mitbedingte Murkatastrophe am Westrand des Murner Mooses (Schwemmkegel aus dem Aufackergebiet schiebt sich ins Moor).

Zweite Alternative

Die Alpenmoore selbst erleiden kaum Eingriffe, ihr Umfeld wird aber gerodet, als Licht- und Waldweide oder (Streu-)Wiese genutzt. Damit erhöht sich (bzw. entsteht) infolge Humusschwund (vgl. auch LAATSCH & GROTTENTHALER 1973) das C-, N- und C/N-Gefälle, wird der oberflächliche Hangwasser-, Schmelzwasser-, Schweb- und Geschiebezufluß höher und unausgeglichener, vermindert sich die bergseitig vorgeschaltete Kationen-Adsorptions- und Wasserkapazität. Durch Verringerung des Vegetations- und Bodenschutzes und Erhöhung der Abtragsdynamik besteht die Gefahr, daß immer mehr Material aus dem karbonatischen oder tonreichen Untergrund in das Moor verfrachtet wird und dort den Nährstoffhaushalt grundlegend verändert oder das Moor durch Überschlückung erheblich einengt (z.B. Schwemmkegel, der sich von den Pisten- und Weideflächen in das Hörmoos vorschiebt, Transgression eines Schwemmfächers aus dem Firstalmgebiet und Eindringen elektrolytreichen Schmelz-

2) BOCHTER, NEUERBURG, RÖHLE u. ZECH (ZECH 1978) fanden auf den moorumgebenden Lichtweiden des Lattengebirges ein C-Defizit von 20% (50 cm Bodentiefe) und einen N-Überschuß von 14% gegenüber dem benachbarten Bergwald, auf anderen Almen erreichten die entsprechenden Werte sogar -39% und +25%. Auf den moorumgebenden Weideböden des Lattengebirges ist demnach ein C/N-Abfall von 17 (Bergwald) auf etwa 10 festzustellen. Auch SPATZ (1970) fand in verschiedenen Weidegesellschaften moorumschließender Molassealpen C/N-Verhältnisse von 9–11, im gestörten Rasenbinsenmoor (*Junco-Scirpetum* OBD. 38) dagegen 15. ZECH et al. (s.o.) erhielten auf Kahlschlägen des Lattengebirges C- und N-Verluste von 38 bzw. 30%. Die Austragspeaks gelöster Stoffe aus dem Coweeta-Distrikt- und Emmental-Kahlschlägen sind seit langem bekannt (vgl. die Arbeiten von BORKMANN u. LIKENS, BURGER u.a.).

wassers in das Ufermoor am Spitzingsee vgl. SCHAUER 1979 –, Bergstrom aus entwaldeten Steiflanken in das Klebalpmoor bei Linderhof, schwebstoffreiche, dem Wendelsteingebiet entstammende Überflutungen des Auer Weidmooses usw.). Die Moorvegetation hebt sich nach der Umfeldumgestaltung deutlich ab, zumal, wenn durch intensive Beweidung oder Düngung bis an das Hochmoor heran dessen Expansion Einhalt geboten wird¹⁾ (vgl. Abb. 21 in ELLENBERG 1978). Viele Moore auf Talalluvionen, Moränen und weich verwitternden tonreichen Gesteinen (Molasse, Allgäu-, Aptychen-, Kössener-, Raibler-, Partnach-, Drusberg-, Gosau-, Nierensteiner Schichten u.a.) entsprechen dieser Situation, weil diese Standortkomplexe (19, 18, 13, 3, 8, 9, 12) die bevorzugten Almböden darstellen. Im allgemeinen blieben nur solche Alm/Alpmoore einigermaßen vom Weidebetrieb unbeeinträchtigt, die nicht inmitten, sondern am Rande der Lichtweide liegen, insbesondere mit für das Weidevieh bedrohlichen Steilabfällen im Rücken. Dann wurde nicht nur die Schlucht oder der Steigraben abgezaunt, sondern oftmals das futterschwache Moor mitausgespart. Als moorrettend erweisen sich dabei auch die Kolke und Schwingrasen. Spätestens nach der ersten aufwendigen Bergung eines eingebrochenen Rindes wird das Moor abgezaunt.²⁾ Gefährlose, relativ trittfeste Erosions- und Stillstandskomplexe mit höchstens wenige Dezimeter tiefen Lachen genießen diesen indirekten Schutz nicht und sind insgesamt viel stärker beschädigt.

Ergebnis der durch die Bodennutzung verschärften Standortkontraste sind Vegetationskomplexe folgender Art (Auswahl):

An den Hochmoorkomplex (Rote Bultgesellschaft, Rasensimsen-Erosionskomplex, Bergkiefernfilz, Reste des Bergkiefern-Fichten-Randwaldes) grenzen:

1 eutrophierte Kälberkropf-Hahnenfußfluren (Cherophyllo (hirsuti)-Ranunculetum (aconitifolii)) als Ersatzgesellschaft der Caricion lasiocarpae-, C. nigrae-, C. rostratae- und C. davallianae-Lagg-Gesellschaften

2 stark degradierte Ausbildungen der genannten Lagg-Gesellschaften oder bultiger Großseggenriede (vor allem Caricetum paniculatae), gelegentlich auch von Pfeifengraswiesen

3 Lägerfluren (z.B. Rumicetum alpini) mit (Wechsel-)Nässezeigern wie z.B. Deschampsia caespitosa, schlammige Sparganio-Glycerion-Fluren u. dgl.

4 Kleinseggen- und Mehlprimel-Kopfbinsenrasen. An diese (und andere ungenannte) Zonationen schließen sich meist an: Schnittlauchfluren, Molinion, Caricion nigrae, Fettweiden (Alchemillo- und Lolio-Cynosuretum, Prunello-Poetum), Magerweiden (Nardion), Bachdistel- und Goldhaferwiesen. Besonders in den niederschlagsreichsten mittelhohen Lagen der Zonen M, FN, L, H (Allgäu) führt(e) die Umfeldentwaldung, wohl durch Versauerungsschübe, Nutzungsextensivierung oder

-einstellung und kalkarme Unterlagen unterstützt, zur Ausbreitung bestimmter Torfmoose (Übergangsmoorstadien) und Rasensimsengesellschaften.¹⁾ Dieser Prozeß nähert gewissermaßen die Waldersatzgesellschaften den aus der Naturlandschaft inselartig überkommenen Hochmooren an und gleicht tendenziell die Substrat- und Vegetationsunterschiede aus (vgl. auch die anthropogen ausgelösten Grindenmoorheiden und Missenmoore der Plateaulagen des Nordschwarzwaldes, die im Kontakt zu alten Hochmooren stehen; RADKE 1973). Solche Komplexe würden bei entsprechender Morphologie und Geologie im Allgäu viel größere Flächen bedecken. An den wenigen günstigen Stellen ziehen sie als mehrere Meter bis wenige Dezimeter mächtige Torfhaut über Hochtäler, Dellen und Kuppen hinweg (Scheidthalalpe, Rohrmoos, Piesenkopf-Nord, Hädrichgebiet, Jauchen u.a.) und erinnern im kleinen durchaus an die britischen Deckenmoore, die freilich bis zu 80% der Landoberfläche in durchschnittlich größerer Mächtigkeit überkleiden. Wir nennen deshalb die Zonen M, FN, FS, L und H die Region der Deckenmoorembryonen innerhalb der bayerischen Alpen. Sie besitzt nur an wenigen Stellen der oberbayerischen Alpen Exklaven, nämlich dort, wo Niederschlagsschwerpunkte mit ausgedehnten, schwach reliefierten Mergel-, Tonschiefer- und Fernmoränengebieten mittlerer Höhenlage zusammenfallen (Winklmoos, Moosenalm/Ostkarwendel, Wasserscheid- und Kugelwälzgebiet im Ammergebirge). Die Region der alpinen Deckenmoore(mbryonen) scheint vom Westallgäu bis ins Schweizer Flyschgebiet hinüberzureichen (Deckenmoore bei Rothenturm u.a.)

Dritte Alternative:

Alpenmoore werden in die Nutzung des Umfeldes einbezogen

In diesem Fall wird nicht das Umfeld dem Hochmoor, sondern dieses dem Umfeld angeglichen. Bisweilen wohl sogar jahrhundertelange Beweidung der geschwendeten Hochmoorkörper treibt deren Erosion voran, läßt sie allmählich in einzelne, oberflächlich stark moderig zersetzte Torfbänke zwischen Furchen zerfallen (vgl. die ebenfalls beweideten blanket bogs vom »dissected type« auf den Britischen Inseln!), die allmählich ganz verschwinden. Die Torfmoosdecken und Moorzweigstrauchheiden werden zuerst von Rasensimsen-Mikroerosionskomplexen abgelöst. Bei zunehmender Weidebelastung entwickeln sich daraus Borstgrasrasen, die sich lediglich durch einige Bärlapparten (Huperzia selago, Lycopodium clavatum, z.T. auch Lycopodiella inundata) und wenige Torfmoose (Sphagnum compactum, Sph. nemoreum) von Mineralboden-Nardeten unterscheiden (»Sphagno-Nardetum«, »Lycopodio-Nardetum« ass. prov.). Bei anhaltendem Nährstoff-Transfer des Weideviehs in die Moore breiten sich auf den ehemaligen Hochmoortorfen arme Rotschwingelweiden (Alchemillo-Cynosuretum) bzw. Rispenrittrasen (Sagino-Poetum supinae) aus. Die ökologische Angleichung an die älteren Weiden des Umfeldes gibt sich dann nicht nur pflanzensoziologisch, sondern auch durch frischgrüne Färbung beiderseits der »Moorgrenze« zu erkennen. Lediglich die Geländebuckelung erinnert

1) Der Hochmoorkörper kann dann nur mehr in die Höhe, nicht aber in die Breite wachsen. In den bayerischen Alpen fällt auf, daß mehrere der imposantesten und steilsten Randgehänge durch jahrhundertlang stark beweidete, gemähte, u.U. auch einst geplagte Nutzflächen scharf begrenzt sind (z.B. Kronberger Alm/Sudelfeld, Engenkopf/Oberstdorf, Winklmoos, Hemmersuppenalm). Haben nicht nur stationäre Quellhorizonte und Flutrinnen (z.B. im Mettenhamer Filz, Jachenau) sondern auch die Bodennutzung zu einer schärferen und steileren Begrenzung der Hochmoore beigetragen?

2) Frdl. mdl. Mitteilung des Almbewirtschafters der Landhauptalm.

1) Diese Zone erinnert an die »peaty gleys« und »peaty podzols« (HEAL u. SMITH 1978), die britische blanket bogs randlich umgeben. Wie dort kommen unsere Moorheiden und »Verhochmoorungsstadien« auch losgelöst von den eigentlichen Mooren inmitten der Weidegebiete vor, wo sie Grenzfälle der Moorfassung darstellen.

an den Exitus eines traditionsreichen Hochmoor-Ökosystems, falls nicht größerflächige stark zerstampfte Braunseggen Sümpfe einen Totalabtrag des Moorkörpers bis nahezu auf den Mooruntergrund signalisieren (z.B. Gutswieser Tal, Grasgehrenkar, Schönbetalpe).¹⁾

Wie ehemals in verheideten Tieflandsmooren oder fehlgeschlagenen Hochmoorkulturen (z.B. Schönrainer Filz, Hochrunstfilze), wurde auch in den Alpen und am Alpenrand da und dort versucht, Moore durch Entwässerung in die forstliche Nutzung einzubeziehen. Spirkenfilzen wurden so mit Fichte unterpflanzt oder unterwandert. Auch in diesem Fall wurde die oberirdische Eigenart des Alpenmoores dem vorherrschenden monotonen Umfeldcharakter geopfert (z.B. Sulzschneider Forst, Metzwald).²⁾

7.3 Alpine Moorvegetation als Ausdruck der Funktions-, Moor- und Landschaftstypen

Die Moorvegetation antwortet durch ihr(e)

– Arteninventar

Artenkombination (Vegetationstypen, Vegetations»einheiten«)

– Verknüpfungsart ihrer Artenkombinationen (durch floristische »Stufen« geschiedene Gürtel oder Einheiten; kontinuierliche floristische »Rampen«)

– räumliche Ordnung innerhalb der Vegetationstypen (Mikrobiozönosen, Synusien), innerhalb der Moorkomplexe (Gürtel- oder Mosaikaufbau) und innerhalb der Moorsysteme oder Moorlandschaften (oro- und hydrographische Moorverteilung) auf die

– orographischen Moortypen (Abb. 1)

– Funktions- und Dynamiktypen (Abb. 9/10)

– Substrattypen (Standortkomplexe, s. 6.4)

– Gefüge der Standortkomplexe und Geländeformen (geologischen Zonen, s. 6.1)

Klimaregionen (3.3–3.5) bzw. Höhenstufen (3.5.1)

Dabei werden die ombrogenen Moorkerne vorwiegend höhen- und mesoklimatisch, die topo- und soligenen Moorteile dagegen vorwiegend vom Standortkomplex, der topographischen Lage und der geologischen Zone geprägt.

Den Funktionstypen des Moor(distrikts)haushalts entsprechen Strukturtypen der Vegetation. Dabei gilt allen bisherigen Beobachtungen nach:

Mooreigene oder -gesteuerte Stoffflüsse äußern sich in gerichteten floristischen Gradienten über größere Moorstrecken hinweg (vgl. HEINSELMAN 1975, JENSEN 1961, PRIEHAÜSSER 1970), umfeldkontrollierte Stoffflüsse dagegen in relativ scharf abgesetzten Grenzen und Zonationen.

Die Struktur und Zuordnung der floristischen Gradienten wird wesentlich von den orographischen und Funktionstypen der Alpenmoore (Abb. 2, 9, 10) gestaltet (Zusammenwirken von Stofftransport, -adsorption, -austausch, von Zufuhr, Durchfluß, Bremsung und Rückhaltung, von Anreicherung, Ausgliederung und Verarmung).

1) Der Degradationsprozeß ist in den meisten bayerischen Alm-/Alpmooren noch nicht abgeschlossen, aber infolge Bestoßhöhung und Latschenschwendung (z.B. Moore an der Roten Wand bei Obermaiselstein, Hädrichmoore) stellenweise stark beschleunigt im Gange.

2) Erst ein vermorschender, fast umgekippter Spirkenüberhälter inmitten dichter Fichtenstangenhölzer mag den Wanderer daran erinnern, daß er ein ehemaliges Moor betreten hat. Einige Fälle großflächig absterbender Moorspirken- bzw. -latschenbestände haben allerdings kum mit forstlichen Maßnahmen zu tun und bedürfen der Klärung (Halbammerfilz bei Untermogg, Beerenmoos am Edelsberg)

In vielen Alpenmooren begegnen sich die gedämpften, produktiven Flüsse (soliombrogene oder ombrosoligene Gradienten) und die energiereichen, mechanisch wirksamen exogenen Ströme (»soft and hard flows«). Die Vegetationsstruktur solcher Moore ist ambivalent: Der zum oberseitigen Hang vermittelnde Moorabschnitt zeigt eine floristische »Rampe« mit sukzessive einander ablösenden Einzelpopulationen der Arten, die lateralen und/oder talseitigen Moorflanken sind hingegen durch Flutrinnen, tangierende Bergbäche oder Schluchten scharf angeschnitten oder gar unterschritten und dementsprechend als deutlich begrenzte, meist streifenartig zugeordnete Pflanzengesellschaften und Formationen ausgebildet (Block 10, 13, 16 in Abb. 9).

Zu den schönsten *strukturambivalenten* Alpenmooren Bayerns gehören der Moordistrikt Hochwald bei Oberstdorf und die Ammergebirgsmoore Satlermoos und Lettenflecke. Hier beginnt der soliombrogene Florengradient mit einem Davallseggen- (bzw. Kopf-)ried (*Caricetum davallianae* und *Primulo-Schoenetum*), das sich unmerklich, in dachziegelartiger Überlappung der Einzelartenareale, bis zum Braunmoos-, *Spagnum subsecundum*- und Pseudohochmoor-Stufenkomplex entwickelt. Der talseitige schmale Latschen-(Pseudo-)Hochmoorgürtel bricht in steilem orographischem und floristischen Gefälle zum minerotrophen Birken-Erlen-Fichtenbruch, Fichten-Randwald und quelligen Schluchtwald (in dem wiederum Davallseggenriede eingestreut liegen) ab.

In soliombrogenen Hang(schulter-) oder Riedelmooren wird entlang eines Moorscheitel-Transseks die Zonengliederung talwärts immer deutlicher, die *Zonalität* nimmt zu.

Das Gefüge aus Kontinua und Zonationen ist natürlich in stark reliefierten, terrainbedeckenden Moorkomplexen noch komplizierter. Die Variationsachsen der floristischen Gradienten weisen hier in die verschiedensten Richtungen. Einer oft recht bescheidenen Gesamtartenzahl steht also eine außerordentlich hohe beta-Diversität (vgl. WHITTAKER 1973) gegenüber.

Den Stoffströmen, dem Wachstums- und Ausdehnungsbestreben von Mooren sind in geologisch und morphologisch einförmigen Mittelgebirgen und Tiefländern nur undeutliche Grenzen gesetzt. In den Nordalpen können sich Moore dagegen nur im enggekammerten »Corselet« aus Gesteins- und hydrogeologischen Grenzen, Überschiebungs- und Bruchstörungen, Abtragskanten und Schuttkegeln entfalten. Die mooreigene Vegetationsabfolge wird in oft überraschender Weise abgewandelt oder umgekehrt. (Z.B. wird der soliombrogene Gradient eines Riedelmoores nahe der Ölleralm bei Lenggries durch einen Kalkquellhorizont *unterhalb* des kationenärmsten Abschnitts »gestört«). Vgl. auch die Quellwassertrichter im Hochmoor bei der Kematsriedalpe/Hindelang.

Nachdem bereits einiges über den Inhalt, die Benachbarung und Verknüpfungsweise der Moorvegetationstypen und ihrer Kontaktgesellschaften gesagt wurde, fehlen noch Auskünfte über den Zuschnitt und die räumliche Anordnung der Moorvegetation als Ausdruck des alpinen Bauplans. Dabei muß die tatsächliche Fülle der Ordnungen und Muster zwischen den wenigen Beispielfällen vom Leser hinzugedacht werden. Was sich aus den Abbildungen dieser Arbeit (insbesondere Abb. 1 und 9) unschwer ableiten läßt, bleibt im folgenden unerwähnt.

7.3.1 Lage und Standorte der Sickerfluren und Quellmoore

Da sie im Gegensatz zu den Hochmooren keinen

umfeldunabhängigen Wasser- und Nährstoffkreislauf ausbilden, sind sie Ergebnis und Anzeiger der hydrogeologischen Landschaftsstruktur:

Typ, wichtige Beispiele	Unterlage, Hydrogeologie	Vegetation
I Großflächige Hangoberflächenvernässung ohne Horizontbegrenzung; Kornau-Söllereck SW Oberstdorf (vgl. OBERDORFER 1950), Winklmoos Höllritzer Alpe b. Gunzesried, Hochschelpen b. Balder schwang, Lecknerbachtal am Hochgrat	tonig-mergelig verwitternde, nicht zu kalkreiche Stauer (vor allem Zonen F,FS,FN,L) Hang- und Pseudogley-dynamik auf entwaldeten und verdichteten Unterhängen und Hangschultern; Tendenz zur Bildung soliombrogener Moore	nasse Molinion-Ausbildungen (Gentiano-Molinetum, Davallseggenrieder, Rasensimsen-Anmoore, Hochstauden-Sickerfluren, verbreitet Torfmoosansiedlung meist im Komplex mit Bachdistel-Trollblumenwiesen lokale Hochmooranflüge oder Übergangs- u. Hochmoorinseln
II Großflächige Grundwasser-aufstöße und -aussickerungen der Talböden Oberauer und Pfrühlmoos, Weißenseemoos, Hohenboigenmoos b. Murnau	Talschotterkörper = Porenwasserleiter (Aquifer); Kalklösung, -fracht und -ausscheidung besonders intensiv (vgl. CRAMER 1953); SK 13	Primulo- und Orchio-Schoenetum, Cladietum marisci, Quelltöpfe mit Characeenwiesen
III Schichtquellmoore mit klarer Horizontbegrenzung an (Unter-)Hängen; Stallauer Weiher-Bad Heilbrunn, Samerberg, Ettaler Paß, Klais-Gerold	Markieren die Grenze zwischen porösem Aquifer und lettigem Stauer (z.B. Seeton, Molassemergel); hohe Kalkfracht, lokal Torfbildung; SK 13, 14	Primulo-Schoenetum, Kalkschlenkengesellschaften, Blaualgentuffgesellschaften, Eiben-Quellwälder, Cratoneurion, Catoscopium nigrum, Eucladium, bevorzugte alpine Refugien!
IV Schichtquellfluren in mehreren Stockwerken übereinander gestaffelt	Kennzeichnen den mehrfachen tonig/kiesigen Schichtwechsel an Taleinschnitten der glazialen Stausedimente (14); höchstens geringe Torfbildung	Davallseggenrieder, Huflattichflur, Rispenseggenried, Bach-Eschenwald (vgl. SIEDE 1960)
V Kleinflächige Kluftquellnischen, z.B. oberhalb der Schwabenhütte am Ochsenkopf	Punkthafte, über Hänge oder Hangfüße verstreute Kluftwasseraustritte mit fließendem Wasser; Torfbildung nur randlich; SK 2,6,9,10,12 u.a.	Pinguiculo-Trichophoretum, Bartsio-Caricetum fuscae (vgl. BOGENRIEDER & WILMANN, 1968, vom Feldberg), Eisseggenflur mit Juncus triglumis (z.B. Beinlandl an der Hochplatte/Ammergebirge Cratoneurion, Quellsteinbrechflur

Die allermeisten Nieder- und Quellanmoore der bayerischen Alpen sind auf Rieselswasser angewiesen, das aus höhergelegenen Hängen oder Einzugsgebieten stammt. Deshalb endet die *Niedermoor-Höhenreihe nicht in den Kammlagen, sondern bereits auf der obersten Karstufe*, also orografisch tiefer als der Hochmoor-Höhengradient (vgl. auch die Kar- und Quellnischenfluren am Feldberg, Zastler Loch und Belchen im Hochschwarzwald; BOGENRIEDER & WILMANN 1968). Hochmontane und subalpine Karböden und -unterhänge vom Typ I und II (Abb. 11), also von abfluß- und abtragsstauendem Charakter, sind in der Regel von ausgedehnten, blütenreichen, vom Weidevieh zertrampelten aber kaum befressenen (Giftpflanzen!) Vegetationsmosaiken (Sigma-Assoziationen) auf organischen, schlickigen bis kiesigen Ablagerungen erfüllt. Diese unterscheiden sich in den einzelnen geologischen Zonen idealtypisch etwa nach folgendem Schema (geol. Zonen s. 6.1):

A Kar-Naßfluren der Muldenzonen (MA, MB, MC, z.T. auch C, V, R, H und B)

Beteiligte Pflanzengesellschaften: a Davallseggenriede, b Schnittlauch- und Quellstaudenfluren (Chaerophyllo hirsuti-Ranunculetum aconitifolii; vgl. ZIELONKOWSKI 1975), c Cratoneurion- bzw. Quellsteinbrechfluren, d nasse Läger- und Hochstaudenfluren, e Rostseggenhalden, f Grünerlengen-

büsch(fragment)e, g Braunseggenrieder (Caricion fuscae) und degradierte Übergangsmoorgesellschaften (nicht immer).

Schutzwürdige Beispiele: aufgelassene Fellalm am Gr. Traithen bei Bayrischzell (wohl eindrucksvollster Allium sibiricum- und Gentiana pannonica-Bestand der oberbayerischen Voralpen), Soin- und Kleintiefenthalalm im Rotwandgebiet (dank kalkarmer Doggerschutts im Kontakt mit extrazonalen Säuerlings- und Krautweidenschneeböden – Oxyrietum digynae und Salicetum herbaceae), Riedereck- und Röthensteiner Kare am Risserkogel, Röhrlmoosalm E Lenggries, Funtenseegebiet, Scheinberg- und Schwangauer Kessel

B Karsümpfe und -moore in der nördlichen Allgäuer Flyschzone (FN, z.T. auch L und M)

a, b, d, e, f, g, h Bachdistelwiesen (Trollio-Cirsietum), i Rasensimsen-Anmoore (Juncetum squarrosi, Pinguiculo-Trichophoretum ass. prov.), j Hochmoor-Erosionskomplexe, stark weidedegradierte Hochmoorruinen (»Sphagno-Nardetum« ass. prov.), k Reste von Latschenfilzen, l Reste subalpiner Fichtenwälder (Piceetum subalpinum), m Borstgrasrasen (Nardetum alpinum), n subalpine Hochstaudenfluren (Mulgedietum), o Alpenrosenheiden (Rhododendro-Vaccinietum). Schutz- und sanierungswürdige Beispiele: Grasgehrenkar (SCHAUER 1975 b), Prinschenhütte, Gundalpe.

C Karsümpfe und -moore im Flyschhochgebirge (FS)

b, d, e, f, g, i, j, k, l, m, n, o, p Schnabel-Schlammseggen- und Blumenbinsenschlenken (*Caricetum limosae*, *C. rostratae*, Scheuchzerietum), q Unterwasservegetation ursprünglich nährstoff- und kalkarmer Karseen- und -tümpel (*Potamogeton filiformis*, *Sparganium angustifolium*; vgl. Feldbergsee!) r alpine Wollgrasfluren (*Eriophoretum scheuchzeri*); s Eisseggenflur (*Caricetum frigidae*) Schutz- und sanierungswürdige Beispiele: Bierenwang- und Schlappotalpe (Abb. 17 und 19).

D Karbodensümpfe in den Karbonathochlagen (LD, AD, T, W)

c, g, r, s, t nasse torfig-humose Schneeböden (*Arabidion coeruleae*, *Poo-Cerastietum*, *Bryetum schleicheri*, *Gnaphalium supinum*-, *Anthelia*- und *Pohlia*-reiche Gesellschaften) und Karbonatschuttfuren (z.B. *Dryopteridetum rigidae*, *Thlaspeetum rotundifolii*, *Doronicum grandiflorum*-Gesellschaften, *Leontidetum montanae*); v periodisch überstaute *Callitriche*-Gesellschaften

Schutzwürdige Beispiele: Funtenseetauern, Hundstod, Schneiber/Nationalpark, Schafalpenköpfe/Allgäu, oberstes Rein- und Höllental im Wettersteingebirge.

Eine nicht zu unterschlagende Eigentümlichkeit der Niedermoor-Höhenreihe sind Hochstauden-, Großseggen-, z.T. auch Torfmoos-reiche Fichten- und Weißerlen-Brüche der Flyschhänge (F) in flachen Mittellagen zwischen 900 und 1200 m. Sie wurden von PFADENHAUER (1969) trotz vollkommenen Fehlens der Esche z.T. zum *Carici remotae-Fraxinetum* und *Pruno-Fraxinetum*, von FELDNER (mdl. Mitt.) als »*Carici remotae-Alnetum incanae*« beschrieben. Einen Bestand in gut 1000 m Höhe bei der Wasserscheidalm/Ammergebirge stellte PFADENHAUER (1969) sogar zum *Carici elongatae-Alnetum*, das innerhalb der Alpenmoorregion auf ganz wenige Stellen am Bergfuß beschränkt ist (Murnauer Moos, Königstraße bei Trauchgau). Ihre Unberührtheit und das hier ursprüngliche Vorkommen einer ganzen Reihe von Wiesen- und Streuwiesenpflanzen sowie Lagerstauden (*Carex davalliana*, *Polygonum bistorta*, *Senecio alpinus*, *Aconitum napellus* u.a.) stempelt sie zu einer der eindrucksvollsten Gesellschaften unserer Alpenmoore. Sie verhalten sich zu den Alpenmooren i.e.S. ähnlich wie die Fichten-»Auen« zu den Böhmerwaldmooren.

7.3.2 Alpenmoore als azonale Inseln

Im Unterschied zu küstennahen Bereichen NW-Europas (z.B. West- und Ostfriesland, Irland), Teilen Lapplands und Finnlands gelten die Moore in Bayern als typisch *azonale* Vegetationsinseln inmitten höhenstufen- und landschaftsprägender zonaler Vegetation. Trotz einschneidender Höhen Grenzen (natürlicher Übergänge von torfmoosbeherrschten Wachstumskomplexen zu Rasensimsenbeherrschten Stillstands- und Erosionskomplexen bei 1000–1300 m und dieser zu den fossilen, heute windheideartigen Mooren über 1800 m) wachsen viele der aminero- und schwach euminerobionten Gefäßpflanzenarten und Moose in allen Moor-Höhenstufen (*Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, *Trichophorum caespitosum*, *Carex fusca*, *C. pauciflora*, *C. limosa*, *C. echinata*, *C. rostrata*, *Juncus filiformis*, *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum magellanicum*, *Sph. nemoreum*, *Gymnocolea inflata* u.a.) Andererseits bleiben so viele diagnostisch wichtige

oder aspektbildende Arten nacheinander zurück oder verändern ihre Mengenanteile grundlegend, daß man unsere Alpenmoore weniger als azonale *Vegetationsinseln* denn als azonale *Florainseln* auf fassen sollte (*Rhynchospora alba* und *Carex lasiocarpa* enden bei ca. 1000 m; *Sphagnum rubellum* fehlt oberhalb 1200 m als Bestandsbildner; *Carex chordorrhiza* reicht nur bis 1280 m, *Carex heleanastes* bis 1340 m; Fehlen ombrotraphenter Artenkombinationen und Eindringen vieler höhenstufenspezifischer Arten in der subalpinen Stufe usw.). Darin unterscheidet sich die Höhenstufenserie der (fossilen) Alpen-Hochmoore von der Schar der Tieflands- und Mittelgebirgsmoore, die quer durch alle Klima- und Landschaftsregionen viel mehr floristisch-soziologischen »Zusammenhalt« bewahren und dieses Kriterium azonaler Vegetation besser erfüllen.

Weil sich in der Niedermoorvegetation außer borealen Arten auch mitteleuropäisch, alpin, subkontinental, atlantisch, ja submediterran verbreitete zusammenfinden, ist der Höhenstufenwechsel hier noch viel ausgeprägter als im Hoch- und Übergangsmoorbereich. Lediglich das Davallseggenried (*Caricetum davallianae*; vgl. DIETL 1975) scheint bis in die hochmontane Stufe einigermaßen gleich zu bleiben (z.B. Geigelstein-Gipfelmulde, 1700 m; Strausberggebiet/Ammergebirge, ca. 1600 m), wenngleich auch hier höhenstufengemäße Variationen nicht zu übersehen sind (*Sweetia perennis*-Schwerpunkt 800–1300 m, *Carex capillaris* nur in den Hochlagen und »pseudoalpinen« Kälte Depressionen,¹⁾ *Willemetia stipitata* setzt erst oberhalb der Tallagen ein usw.).

Die außerordentlich geringe Höhenkontinuität der meisten anderen Quellfluren, Kalkflach- bzw. Niedermoorgesellschaften sei mit folgenden Beispielen angedeutet:

Gesellschaften tieflagengebundener Großseggen wie *Carex buxbaumii* (Bannwaldsee-Ufergürtel, Loisachufer im Murnauer Becken, Rosenheimer Becken), *Carex vulpina* und *disticha* (Chiemsee-, Kochelsee- und Murnauer Moos-Becken) reichen nur an den Alpenfuß. *Phragmites australis* steigt bis ca. 1300 m (Schinder). Bezeichnenderweise reicht das thermophile Schneidried (*Cladietum marisci*; vgl. LUTZ 1938 b, BRAUN 1968) nur im Föhnbereich des Lechtalausganges in einer wärmebegünstigten Auslaugungsrinne der Raibler Rauhwacken (Faulenbachtal/Vilser Gebirge) bis auf gut 800 m²⁾ Die Kalkflachmoorgesellschaft der wärmeren und kontinental getönten Becken, das Orchideen-Kopfried, tangiert den Alpenfuß nur im Inn/Chiemgau (u. Wiener Becken) bis auf 540 m Höhe (Aufnahmestoff bei BRAUN 1968)³⁾ Die bezeich-

1) Eine unbeschriebene *Carex capillaris*-(reiche) Gesellschaft findet sich in Kältekesseln der Poljen, geolog. Störungslinien (Torrener Joch-Zone) und tiefen Kare bis auf 1200 m herunter (z.B. Kronwinklmoos, Königstalalm im Nationalpark, Strausbergmoos bei Hindelang).

2) Die Maximalhöhe bei OBERDORFER (1977 ff.) von 700 m ist zu korrigieren.

3) Die von MERGENTHÄLER (mdl.) und dem Verf. im Bergener Moos und dem Verf. im Auer Weidmoos entdeckten *Orchis palustris*-Bestände stehen 1981 kurz vor dem Erlöschen (sukzessive Privat- und Flurbereinigungsmelioration, Badeschlammdeponie). Das Vorkommen des *Orchis*-Schoenetum im Farlinger Moos bei Bernau wurde zwischen 1974 und 1980 total melioriert. Als letzte oberbayerische Population scheinen lediglich die spärlichen Vorkommen im Grabenstätter Moos (HOHLT mdl.) bessere Zukunftsaussichten zu haben, nachdem auch die unterbayerischen Flußtalvorkommen der Vergangenheit angehören. Nach Kenntnis des Verf. ist ein 760 m hoch gelegenes Vorkommen *Schoenus nigricans* »verdächtiger« Pflanzen am Ettaler Paß (LOTTO mdl.) das bisherige Höchstvorkommen der bayerischen Alpen.

nendste Kalkflachmoorgesellschaft der alpenvorländischen Streuwiesen, das Mehlsprimel-Kopfried (Primulo-Schoenetum) erreicht in m²-großen Fragmenten 1220 m Seehöhe (Kuchelbachtal bei Graswang). Umgekehrt gehen spezifisch hochmontan-(sub)alpine Niedermoor- und Quellflurgesellschaften nicht weiter herunter als bis ca. 1400 m (Kälteseggenried mit Juncus triglumis; Hochschelpen, Weitalp/Hochplatte), ca. 1800 m (Kobresietum), ca. 1600 m (Eriophoretum scheuchzeri; Roßalm bei 1680 m, Wannenkopf 1650 m, atypisch noch bei ca. 1300 m am Wendelstein – JUNG mdl.). Vgl. hierzu insbesondere PHILIPPI (1975).

7.3.3 Alpenmoore als extrazonale Inseln – Relative Standortkonstanz

Mikroklimatisch, bodenphysikalisch und -chemisch stehen viele Alpenmoore der zonalen Vegetation nordisch-arktischer oder höhergelegener Klimagürtel näher als ihrer Umgebung. Dabei ist in Ergänzung zu Kap. 3.6 an die Quellfluren, Druck- und Schichtquellmoore zu erinnern: Vermöge kaltsteno-thermer Wässer, Wurzelhorizonte und bodennahe Luftschichten (Abkühlung, Luftzug durch Fließen sowie aus Kluft- und Schuttquellen!) »bieten« sie hochalpine Wuchsklimazüge in trockenerer und wärmerer Höhenstufe »an«. Gewissermaßen »demonstrieren« sie das hochalpine Ausgangssubstrat durch Kalklösung, um es nach der Kluft- und Karstpassage ökologisch »originalgetreu« in Form von Kalktuff und Quellsinter wiederaufzubauen (Block 16, Abb. 8). Alpine Kalkbesiedler wie Primula auricula und Saxifraga aizoides können sich daher auf den Quellkalken des Erdinger Moores, der Ammer-, Prien- oder Pähler Schlucht, also über 1000 m tiefer, »fast wie zuhause fühlen«. Es liegt auf der Hand, daß Moore der verschiedenen alpinen Höhenstufen ein besonders schönes Beispiel für H. & E. WALTERS (1953) »Gesetz der relativen Standortskonstanz« sein werden: In immer ungünstigeren Wuchsregionen erfüllen immer weniger und immer spezifischere Standorte die arteigene Faktorenkonstellation (Fundamentalnische sensu STUGREN). Diese Erfahrungsregel begleite uns durch die folgenden drei Abschnitte.

7.3.3.1 Nordische Arten und Glazialrelikte in den Alpenmooren

Von den in Mitteleuropa auf extreme Sonderstandorte zurückgedrängten Pflanzenarten mit heute nordisch-arktischem Hauptareal, erreich(t)en die folgenden (wahrscheinlich) unsere Alpenmoore: Die Standortamplitude der meisten dieser Sippen ist

in Fennoskandien, teilweise sogar schon in den Mittelgebirgen (Trientalis) oder in Ostpreußen (Saxifraga hirculus, Pedicularis sceptrum-carolinum u.a.) weiter gefächert (Wälder, Heiden, Seeufer, Auen usw.).

- 1 Nur wenn man Moore zwischen der morphologischen und geologischen Alpengrenze (gefaltete Vorlandmolasse) mitberücksichtigt, haben auch die bayerischen Randalpen rezente Zwergbirken aufzuweisen. Dem morphologischen Alpenrand kommen die Fundorte Hellengerst, Tannenbachfilz, Grasleiten, (Murnauer Moos angeblich) und Pechschnait am nächsten.
- 2 Nachdem die alten Fundmeldungen Rottenbuch und Seebuck (SCHABERG) unbestätigt blieben, wurden erst in jüngster Zeit zwei Populationen am Wagenbrüchsee und bei Altenau an Moorrändern entdeckt (H. & R. LOTTO 1975, LIPPOLDMÜLLER in Vorber.).
- 3 Die alte VOLLMANNsche Angabe »Windecksattel« (1750 m) ist zu streichen (vgl. DÖRR 1964 ff.). Am weitesten ins Gebirgsinnere vorgeschoben ist das von DÖRR 1981 im Schwingrasenmoor bei der Hinterau alpe im hintersten Gunzesrieder Tal entdeckte spärliche Vorkommen (DÖRR, frdl. mdl. Mitt. am 26.8. 1981) und das Vorkommen beim Oberstdorfer Moorbad.
- 4 Den PAUL/MAGNUS- und KAULEschen Angaben aus Nationalpark und Ammergebirge sind die Neuentdeckung Schwarzensee/NP (DIETRICH 1974) und mindestens 4 Neufunde des Verf. im Halblech- und Halbammergebiet 1975-76 (unpubl.) anzufügen.
- 5 Auf die POELTsche Erstentdeckung Murnauer Moos folgten KAULE (Geigersau/Lobental) und mindestens 2 Allgäuer-Neufunde des Verf. bis oberhalb 1500 m (det. KRISAI). LOTTO (mdl. Mitt.) fand die Sippe auch im Hinter- und Lanzenmoos bei Garmisch, am Wildsee/Estergebirge und im Siegels- und Sattlermoos/Halblech.
- 6 Nach Zerstörung des Mineralbodenvorkommens Hopfner Wald (DÖRR mdl.) heute m.W. nur noch an Moorrändern des Wasenmooses bei Pfrenten (entd. SUTTER, vom Verf. noch 1980 gesehen) und des Wildseefilzes bei Saulgrub (W. BRAUN mdl.). Eine 1350 m-Angabe bei der Amannsalpe/Kleinwalsertal (SCHWIND 1935) harrt der Bestätigung.
- 7 Nachdem keine der alten PAULschen Angaben m.W. bestätigt werden konnte, fand ich schon 1965 an einer Chiengauer Quellgumpe und 1977-1980 bis in 1220 m Höhe der Allgäuer Alpen insgesamt 5 reichliche Vorkommen in lokal- und mikroklimatisch kalten Quellmooren (begangen und bestätigt durch LÜBENAU-NESTLE, BRAUN, KAULE und SCHAUER). Weitere Suche erscheint nicht aussichtslos.
- 8 7 Neufunde des Verf. in den Allgäuer Alpen bis maximal 1520 m sowie bei Graswang und im Ochsenmoos (Sulzschneider Forst) z.T. durch LÜBENAU-NESTLE bestätigt.
- 9 5 Allgäuer Neufunde des Verf. 1977 und 1978 in 900-1340 m Höhe, je 1 Neufund im Ammergebirge zusammen mit Carex paupercula (1190 m) und in einem alpenfernen Toteiskessel im Egmatinger Forst bei Ebersberg (1974). Für die Überprüfung einiger Belege sei Dr. J. HÖLLER – München herzlich gedankt. Die Höchstangabe in Oberdorfers Exkursionsflora ist also »mittlerweile« um mehr als 400 m überschritten! Ein Beleg RITTERS (det. VOLLRATH, 1977) aus dem Hädrichgebiet ist leider nicht lokalisierbar.
- 10 Den bei KAULE (1973 b) aufgeführten wären inzwischen eine ganze Reihe auch alpiner Neufunde hinzuzufügen, darunter ein neuer »Höhenrekord« im Hörmoosgebiet bei 1280 m (1977 entdeckt; schon 1980 durch Melioration zerstört).
- 11 Nach SCHMEIDL (mdl.) war früher ein Krähenbeervorkommen im Pechschnaitmoor bei Traunstein bekannt. In den Hochlagen nur in windheideartigen oder Torfhügelmooren (vgl. PAUL 1937).

überhaupt nicht	nur am Alpen-Nordfuß	nur in den Haupttälern	auch in höheren Lagen
OM Betula nana ¹⁾ M? Carex capitata M? Minuartia stricta MM Cochlearia officinalis MM Calliargon turgescens MM Meesia albertinii, M. longiseta MM M. trichodes O Rubus chamaemorus u.a.	M Saxifraga hirculus M Juncus stygius M Dryopteris cristata M Salix myrtilloides (die Pulvermoospopulation ragt in den Alpenkörper hinein) M Nuphar pumilum MM Castalia candida O Fakultativ aminerobiont (ombrotraphent) M Mäßig bis stark minerobiontisch MM kalkoligotraphent (stark minerobiont) Zu anthropogenen Fundortsverlusten s. BRAUN 1972.	OM Trientalis europaea ²⁾ M Carex microglochin (seit 1941 verschollen) M Pedicularis sceptrum-carolinum M. Betula humilis M Salix myrtilloides M Eriophorum gracile ³⁾ O Sphagnum balticum	M Sweertia perennis M Carex paupercula ⁴⁾ O Vaccinium microcarpum ⁵⁾ M Sedum villosum ⁶⁾ M Cinclidium stygium M Paludella squarrosa ⁷⁾ M Meesia triquetra ⁸⁾ M Carex heleonastes ⁹⁾ M Carex chordorrhiza ¹⁰⁾ MM Catoscopium nigrum O Empetrum nigrum bzw. E. hermaphroditum ¹¹⁾ M Sphagnum teres

Das Beispiel der Zwergbirke

Im folgenden Streiflicht auf ein für uns besonders repräsentatives Relikt werden auch alpennahe Voralpenmoore einbezogen. Wer die vitalen Dickichte der Zwergbirke in quellzügen Torfstichsümpfen des Reicholzrieder Moores/Allgäu und in den großseggenreichen Spirkenbrüchen des Schwarzlaichmoores, auf den Urgesteinstundren, in kalkreicheren Fjellgegenden und auf kationenreichen Aapamooren Mittelfinnlands erlebt hat, wird zwischen Haupt- und Reliktareal keinen Substratwechsel, sondern lediglich eine -einengung erkennen. Im Alpenrand-Wuchsgebiet stockt dieses klassische Eiszeirelikt fast ausschließlich in minerotrophen Moor(abschnitt)en. Die übliche Lebensraumangabe »in Hochmooren« der Floren trifft allenfalls in den böhmischen Randgebirgen (z.B. Weitfäller Filz, Erzgebirge), im Harz und in den Zentralalpen (z.B. Lungau) zu. Aber auch in diesen meist hängigen, reliefierten, oft flachgründigen Mooren sind Mineralbodenwasserzüge anzunehmen. Bei uns werden ombrotrophe Moore nur von auffallend niedrigen Populationsausläufern erreicht (Schwarzlaichmoor, Bernrieder Filz). Von erlöschenden Resten auf angestochenen Mooren auf vorherrschend atmosphärische Ernährung zu schließen, ist nicht ratsam, weil entwässerte Moorheiden oder -wälder oft kaum mehr die ombro- oder minerogene Abkunft erkennen lassen (Schönrammer Filz, Pechschnait, Bastard mit Betula pubescens im Nirnharter Weidmoos, Südtal des Schwarzlaichmoores, Breitenmoos bei Hellengerst). Schon der wenig xero-, besser peinomorphe Habitus von Betula nana unterscheidet sie ernährungsphysiologisch kaum von ihrer Niedermoorschwester B. humilis und paßt eigentlich nicht in den Rahmen der reinen Hochmoorlebensgemeinschaft.

Dazu kommt die historische Diskontinuität mancher Alpenrandvorkommen: In der frühen Nacheiszeit im Tundrenklima reichlich auf relativ kalkarmen und silikatreichen Seetonebenen und Altmoränen (Kolbermoor, Pechschnait), also auf Mineralböden, nachgewiesen, folgte die Zwergbirke der Moorentwicklung zwar noch in die minerotrophen Stadien hinein (Nachweis in fossilen Übergangsmoorgesellschaften durch SCHMEIDL, mdl.) aber kaum mehr auf die rein regenwassergespeisten Hochmooroberflächen. Ihr völliges Fehlen auf den riesigen Rosenheimer Hochmooren steht mithin in eigenartigem Gegensatz zu den ausgedehnten fossilen Zwergbirkenlagen an der Moorbasis, z.B. im Lauterbacher Filz.

Wie hat sich aber die Zwergbirke in ihrem insgesamt zu warmen postglazialen Überbleibselgebiet klimatisch »arrangiert«?

1) durch Beschränkung auf den azonalen Inselstandort Moosmoor mit seinem borealem Sonderklima (vgl. 3.3), der ihr auch die Konkurrenz der Waldbaumarten »vom Leib hält«¹⁾

2) durch Anlehnung an relativ stark beschattete Moorwälder und Brücher (s. z.B. Bernrieder Filz, Schönrammer Filz, Reicholzrieder Moor, Tannbachfilz, Schwarzlaichmoor, Hellengerst, Dettenhofer Filz).

Punkt (2) wurde bisher wenig beachtet. Man bedenke, daß die Zwergbirke als eher mesomorphe Pflanze der sommerkühlen Fjälls und Tundren auf unseren baumarmen Hochmoorweiten auf thermisch extrem kontinentales Mikroklima mit Höchsttemperaturen über 70° treffen würde! Bezeichnen-

derweise geht sie in Mitteleuropa erst auf den zusätzlich windgeköhlten Kamm- und Hochlagenmooren der Mittelgebirge und Zentralalpen ganz aus dem bestockten Bereich heraus (Harz, Weitfäller Filz usw.), wagt sich aber in unseren randalpinen Mooren nur auf kleinere Lichtungen innerhalb locker bis dicht spirken- oder kiefernbestockter Moore.

Wie die Zwergbirke und eine Reihe weiterer »Eiszeitpflanzen« die relative Standortskonstanz im artspezifisch ungünstigen Reliktgebiet einhalten, läßt sich etwa folgendermaßen eingrenzen:

Überlagert man ihre (experimentell zu prüfenden) Amplituden bezüglich N-Dargebot (NH₄-Pflanze), bezüglich Kationenhaushalt (minerotrophent? wahrscheinlich nicht zu kalkreich), Temperatur, (erträgt oder benötigt¹⁾ tiefe Luft- und Bodentemperaturen, Hitzeresistenz?) hinsichtlich Wasserhaushalt (allem Anschein nach verträglich gegen Vernässung bei reichlichem O₂-Strom im Bodenwasser, auch sehr trockene Substrate, Empfindlichkeit gegen Lufttrockenheit?) und Konkurrenz (konkurrenzschwach, relativ großer Lichtgenuß erforderlich), so zeichnet sich ein sehr spezifischer, relativ seltener »kleinster gemeinsamer Nenner« (Kompromißstandort = Zwergbirkennische am Alpenrand) ab:

Rheophile (durch Wasserzug abkühlende und sauerstoffreiche), schwach bis mäßig minerotrophe Hang- oder Reliefmoorzonen mit pseudoarktischen Temperaturminima und einer lockeren Bergkiefernbestockung, die Überhitzung verhütet, ohne voll zu beschatten.

Da diese Nischenformulierung eine Besiedlung mancher Voralpenmoore nicht ausschlosse, müssen – bis zu einer experimentellen Revision der Autökologie bayerischer Betula nana-Populationen – floren- und glazialhistorische Ursachen für die Verbreitungskluft zwischen dem alpenvorländischen und inneralpinen Zwergbirkenareal angenommen werden.

Eine andere interessante Frage ist, ob und welche Nischenverschiebungen auf den übrigen Faktorenamplituden eintreten, wenn sich ein Faktor natürlich oder anthropogen deutlich ändert (nacheiszeitliche Klimaschwankungen, Entwässerung, Eutrophierung usw.). Es ist vorstellbar, daß die Kalkgehalts- und Kationentoleranz der Zwergbirke im späteiszeitlichen Tundrenklima des Alpenvorlandes (s. fossile Vorkommen im Kolbermoor) breiter war als heute, denn auch im rezenten circumarktischen Klimaoptimum scheint sie Kalkquellmoore zu besiedeln, die basischer sind als unsere Zwergbirken-Übergangsmoore (z.B. Abisko).

Das Problem der *Elastizität der autökologischen Faktorenkonstellation* ist von großer Bedeutung für den heutigen Artenschutz in der stets von neuen Nutzungsimpulsen erfaßten Zivilisationslandschaft (z.B. Immissionsveränderungen). Hier steht die naturschutzrelevante Forschung erst am Anfang. Der Rückstand bayerischer bioökologischer Moorforschung sei z.B. damit angedeutet, daß bei uns

1) Vgl. das boreale Relikt Trientalis europaea: Nach ANDERSON & LOUCKS (1973) braucht der Siebenstern für seine erforderliche Biomasseproduktion (bzw. Nährstoffaufnahme) auffallend tiefe Nachttemperaturen. Es verwundert daher nicht, daß die an sich mesomorphe Pflanze in Norddeutschland (z.B. Totengrund, Wümme) und im nordbayerischen Jura (z.B. Veldensteiner Forst) schlecht wärmeleitende (Albüberdeckungs)Sande in kalter Muldenlage bevorzugt, in den ostbayerischen Grenzgebirgen dagegen Blockfluren der Fichtenstufe und in den bayerischen Alpen Moosmoore in kaltauflauf(rück)stauenden Karstdepressionen (Gerold) bzw. Beckenmooren (Tiefseefilz). Vgl. LIPPOLDMÜLLER (1981; in Vorber.) sowie MILBRADT (1975).

derzeit für keine schutzwürdige Moorgesellschaft gesicherte Grundwasserdauerlinien in den Klimaregionen, (s. KLÖTZLI 1969) vorliegen und daß nicht einmal der spezifische Temperaturhaushalt der hochgefährdeten Kalkflachmoore und -quellfluren untersucht ist (vgl. z.B. die bahnbrechenden ökosystemaren Mooruntersuchungen von MALMER, 1962, in Südschweden).

Betula nana kann uns auch als Modellfall für Blindstrategien im Artenschutz dienen, die angesichts großer Forschungsdefizite nötig werden. Die Bearbeitung an die Zwergbirke gebundener Reliktinsekten durch BACHMAIER (1966) ergab jeweils unterschiedliche Artengarnituren der einzelnen Zwergbirkenmoore. Offenbar war die nacheiszeitliche Schrumpfung des bayerischen Betula nana-Areals mit einer Aufsplitterung und Segregation der zwergbirkenspezifischen Kleininsekten auf die einzelnen Reliktinseln, deren biotische Verbindung vollkommen abriß, verbunden. Man könnte diesen Vorgang mit einer Schar Schiffbrüchiger vergleichen, die nach Verlassen des Schiffs (gemeinsames Hauptareal der Artengruppe) getrennt voneinander in vielen isolierten, von hohen Kliffs umstellten Buchten (Refugien) landen. Zur floristischen Segregation vgl. Ringler 1980.

Eine interessante Ergänzung liefert der sehr seltene eiszeitreliktische Laufkäfer Carabus menetriesi (GEISER, frdl. mdl. Mitt.). Wie die Zwergbirke ist er bei uns auf nasse Moore beschränkt, im borealen Hauptareal aber weithin über Mineralbodenstandorte verbreitet. Als »Flüchtling« vor der Klimaerwärmung erreichte er drei unserer Alpen(rand)moore: Planseegebiet, Bannwaldsee und Pechschnait, also Biotope, in denen auch Zwergbirke, Moorsteinbrech (Saxifraga hirculus), Alpenrose (Rhododendron ferrugineum), Krähenbeere, Heidelbeerweide (Salix myrtilloides), Stricksegge (Carex chordorrhiza) und andere Relikte überdauert haben. Die jahrtausendelange Isolation brachte aber hier eine genetische Differenzierung in 3 Subspecies hervor.

Diese Beispiele deuten immerhin an, daß (Alpen-) Moore mit Reliktarten

1 in der Regel als Refugien für weitere, noch unerfaßte Eiszeitüberbleibsel betrachtet werden sollten (vgl. auch Block 15 in Abb. 9)

2 Ausgangspunkte für die Auffächerung von Evolutionslinien bilden können

3 besonders vielfältige Erkenntnisse über Autöko-

logie und synökologische Elastizität borealer Arten liefern können

4 jeweils andere Ausschnitte aus dem relikthischen (subarktisch-borealen oder dealpinen) Florenelement beherbergen können.

Hieraus leiten sich einfache Handlungsrichtlinien für den Naturschutz ab:

Aus 1: Refugialmoore sind vorsorglich höherwertig einzustufen als ihrem derzeitigen Erfassungsstand entspricht (sogar im Murnauer Moos werden immer wieder (für den Raum) neue Arten entdeckt!)

Aus 2: Das genetische Entwicklungspotential einer Art kann nur durch Erhaltung mehrerer, ökologisch und geographisch möglichst unterschiedlicher Moore, in denen sie vorkommt, gesichert werden.

Aus 3: Nach der Phase der floristisch-pflanzensoziologischen Bestandsaufnahmen sollten endlich ökophysiologisch ökogenetische und ökosystemare Mooruntersuchungen intensiviert werden.

Aus 4: Um das nordische bzw. dealpine Florenelement zu sichern, ist ein Verbundschutz mehrerer bis vieler Moore vonnöten.

7.3.3.2 (Sub)alpine Arten in Mooren der kollinmontanen Stufe

Eiszeitrelikte der vorstehend geschilderten Art sind über große Entfernungen von ihrem nordischen Hauptareal abgetrennt (horizontale Extrazonalität, Disjunktion). Wenn dagegen Alpenpflanzen, genauer gesagt: Arten zonaler alpiner Vegetationsgürtel, unterhalb ihrer eigentlichen Höhenstufe in Mooren oder pseudoalpinen Sonderstandorten gedeihen, sprechen wir besser von einer Trennung in der Senkrechten (vertikale Extrazonalität). Auch solche Exklaven können vielfach als Eiszeitrelikte, d.h. als Überbleibsel eines eiszeitlich tiefer hinabreichenden zusammenhängenden Alpenareals (vgl. BRESINSKY 1965), gedeutet werden.

Unterscheiden sich die alpinen Relikte bzw. Exklaven standörtlich von den boreogenen? Da die »Heimatstandorte« der nordischen Relikte in herrschend karbonatarmen Urgesteinslandschaften, die der »Alpenabsteiger« aber im Karbonatbereich liegen, sind Unterschiede zu erwarten (vgl. auch die in der unterschiedlichen Höhe und geographischen Breite begründeten Wasserbilanzunterschiede!). Eine willkürliche Auswahl alpinen Moorpflanzen, nur in weniger bekannten Fällen mit Fundort belegt, diene der ersten Annäherung an diese Frage:

Z: Subalp. Rohhumus über Karbonat, kalkarme Windheiden und Matten, humose (Block-)Fichtenwälder	Z: alpine Karbonatrasen, -felsen, Sickerfluren, Karbonatschutt, Kalkschneetälchen	Z: Lawinenoffene Wildheuplaggen, Alpweiden und -läger, nicht rohhumusaufbauende Grünerlengebüsche und Hochstaudenfluren
EZ: (Minerotraphente Pseudo-) Hochmoore(-ränder), Bergkiefernfilzen, Erosionskomplexe	EZ: Z.T. primäre Kalkflachmoore und -quellfluren	EZ: Streuwiesen ohne Quellaustritte, Bruchwälder
OM Rhododendron ferrugineum ¹⁾ OM Sorbus chamaemespilus ²⁾ O Pinus mugo/rotundata M Gentiana purpurea ³⁾ M Listera cordata ⁴⁾ M Diphasium alpinum ⁵⁾ M Homogyne alpina ⁶⁾ M Phyteuma betonicifolium ⁷⁾ M Betula carpathica ⁸⁾ M Leucorchis albid ⁸⁾	MM Saxifraga aizoides ¹¹⁾ MM Bellidiastrum michelii ¹²⁾ MM Arabis jacquini ¹²⁾ MM Petasites niveus ¹³⁾ MM Cerastium alpinum ¹⁴⁾ MM Primula auricula ¹⁵⁾ MM Gentiana clusii ¹⁶⁾ MM Gentiana utriculosa ¹⁶⁾ MM Bartsia alpina ¹⁶⁾ MM Selaginella selaginoides ¹⁶⁾ MM Carex sempervirens ¹⁶⁾ MM Euphrasia salisburgensis ¹⁷⁾ MM Saxifraga caesia ¹⁸⁾	MM Gentiana lutea ¹⁹⁾ MM Carex ferruginea ²⁰⁾ MM Allium sibiricum ²¹⁾ MM Crocus albiflorus ²²⁾ MM Pedicularis foliosa ²⁰⁾ MM Pedicularis oederi ²³⁾ MM Anemone alpina ²⁰⁾ MM Soldanella alpina ²⁴⁾ MM Nigritella nigra ²⁰⁾ MM Coeloglossum viride ²⁰⁾ MM Carex capillaris ²⁵⁾ M Aconitum napellus ²⁶⁾ M Veratrum lobelianum ²⁷⁾ MM Alnus viridis ²⁸⁾
EZ: Übergangsmoore und Schwingrasen M Lonicera coerulea ⁹⁾ M Coralliorhiza innata ¹⁰⁾		
Z: Zonales Vorkommen	EZ: Extrazonales Moorkommen	

Liste ausgewählter Fundorte (Angaben ohne Gewährsleute oder Autoren sind Funde des Verfassers in den Jahren 1964–1980):

- 1) Chiemseemoore ca. 530 m (SCHMEIDL mdl.), Hochwald/Oberstdorf ca. 1000 m, Schönleitenmoos (seit langem bekannt);
- 2) Wasserscheidenmoore Balderschwang 1000 m und Oberjoch 1070 m;
- 3) terrainbedeckd. Karstschüsselmoor Engenkopf 1200 m;
- 4) vgl. BRIELMAIER & ENDERLE (1975); zusätzl. z.B. Spirkensfilz Bichelerbergalpe b. Wertach, Rohrmoos b. Seeg;
- 5) Erosionskomplex Scheuenalpe b. Balderschwang ca. 1100 m;
- 6) Hochwald b. Riezlern, ca. 1000 m;
- 7) Hangmoore Ziebelmoos/Gutswieser Tal ca. 1300 m;
- 8) z.B. Scheidthalalpe/Rohrmoos 1000–1100 m;
- 9) z.B. Pulvermoos b. Unterammergau, Ghagertsleich b. Burggen (Toteiskessel);
- 10) Schwingrasen Murnauer Moos (KAULE mdl.);
- 11) z.B. Prientalquellflur b. Dösdorf,
- 12) Quellhangmoor Dießenbach/Surtal E Traunstein;
- 13) Quellmoor Lungham b. Vogtareuth;
- 14) ehem. Dachauer Moos (BRESINSKY 1959);
- 15) Gfällach Erdinger Moos;
- 16) wie vor.;
- 17) wie vor.;
- 18) Quellhang Huben b. Sachrang 800 m;
- 19) in Molinion-Streuweisen z.B. Mesnerbichl u. Ettaler Weidmoos;
- 20) Molinion, Moorländer und Naßfluren im Krüner Buckelwiesengebiet zwischen 900 und 1200 m;
- 21) Pulvermoos (BRAUN 1973);
- 22) z.B. Grasleitener Moore, Heimweidegebiet Buching/Trauchgau;
- 23) Davallseggenrieder in den niederen Schweizer Voralpen (DIETL 1975);
- 24) Hangquellmoore Samerberg 620 m;
- 25) z.B. Murnauer Moos, Kronwinklmoos 1190 m;
- 26) Bärnseemoor bei Aschau (600 m);
- 27) Kaltentalstreuweisen bei Rosenheim 480 m;
- 28) Bärnseemoor, Kalkflachmoor am Ostende des Illasbergssees.

Eine weitere Gruppe extrazonaler Alpenpflanzen wächst zwar nicht unmittelbar auf Mooren, aber in auffallend enger räumlicher Bindung an größere Mooregebiete. Bei einigen Arten könnte das moorbürtige Geländeklima, bei anderen die moorbürtige Versauerung eine Rolle spielen: *Clematis alpina* (am Hangfuß beim Mettenhamer Filz/Achental), *Cicerbita alpina*, *Calamagrostis villosa*, *Clematis alpina* (Sulzschneider Mooregebiet; DÖRR 1964 ff.) u.a.

Schon bei flüchtiger Betrachtung vorstehender Tabelle drängt sich eine auffallende Standortskonstanz auf: Den kalkarmen (sub)alpinen Mineralböden und den mächtigen sauren Tangelhumusgürteln entstammende Arten bewachsen auf den extrazonalen Mooren vorwiegend hochmoorartige oder -nahe Bereiche. Die kalkgebundene Rasen- und Felsflora weicht dagegen in rheokrene Kalkflachmoore und Quellfluren mit ihren relativ gleichmäßig kühlen Boden- und bodennahen Temperaturen aus. Bemerkenswerterweise finden sich Pflanzen natürlicher alpiner Dauergesellschaften, die von Naturprozessen wie Grundlawinen- und Schneebrettern, von der Steilhangmahd, von der Schwendung durch Alpleute und durch das Weidevieh mechanisch offengehalten werden, auch im extrazonalen Bereich fast ausschließlich auf anthropogenen und künstlich offengehaltenen Formationen.

Fügen wir nun die ersten oberflächlichen Eindrücke aus den beiden vorstehenden Artenlisten, aus vielen weiteren, hier nicht aufführbaren Hintergrundinformationen und aus den vorhergehenden Kapiteln zu einem Gliederungsversuch extrazonaler Moorstandorte der bayerischen Alpen zusammen:

1 Der *Typus des nordischen Reliktstandorts* in den bayerischen Alpen scheint gebunden an ernährungsökologisch außergewöhnlich vielfältige, also gradientenreiche *Übergangsmoorkomplexe*, in Tälern, Becken und Mulden von relativ großer Mächtigkeit (hohem Alter) und auffallendem Schichtwechsel, im Falle homogen aufgewachsener Torfe und geringer Veränderungsdynamik an einen Reichtum an horizontalen Stoffbewegungen im Moorkomplex.

2 An *Hochmoor*(artige) Ökosysteme ist nur *eine* der als »Glazialrelikte« geltenden Sippen (*Vaccinium microcarpum*), von den *dealpin*-extrazonalen (Relikt-)Arten dagegen mindestens 10–12, gebunden.

3 Das Gros der *dealpin*-extrazonalen Pflanzenarten findet sich in *Kalkquellmooren* und *-fluren* mit ihren Kontaktgesellschaften.

4 Den zonalen Hauptverbreitungsgebieten und der Ökologie der extrazonalen Refugien entsprechend sind die *boreogenen* (Relikt-)Arten vorwiegend schwach bis mäßig minerotroph, die alpinen dagegen vorherrschend kalkminerotroph, aber auch sehr schwach minerotroph oder ombrotroph.

Ausnahmsweise können Alpenmoor(kontaktbereich)e auch weitverbreitete Arten des Vorlandes inselhaft in höhere Alpenstufen hinauftragen. Ein Beispiel hierfür sind die hochmontanen inselhaften Vorposten der Zittergrassegge (*Carex brizoides*) in feuchten Moorranddolinien beim Priesberg- (PAUL 1937) und Anthauptenmoos (Beob. d. Verf. 1974). PAUL diskutiert die *wärmezeitliche* Reliktnatur dieser Inseln.

7.3.3.3 Floristische Exklaven innerhalb derselben Höhenstufe

Die Kalkschieferinseln der Zentralalpen stechen durch ihre Kalkalpenflora ab. Umgekehrt können hochgelegene Hochmoorstillstands- und Erosionskomplexe den silikatreichen und kalkarmen Standortkomplexen ökologisch so ähnlich werden (s. 7.2.1), daß sie diese in Karbonatgebieten gewissermaßen vertreten. So wachsen kalkfliehende Arten wie *Agrostis rupestris*, *Hieracium alpinum*, *Diphasium alpinum*, *Loiseleuria procumbens*, *Gentiana kochiana* = *acaulis*, *Leontodon helveticus*, *Gnaphalium supinum*, *Rhododendron terrugineum*, *Juniperus sibirica*, *Coeloglossum viride*, *Leucorchis alba* und *Euphrasia minima* innerhalb von Dolomit-, Muschel- oder Dachsteinkalkgebieten bisweilen nur auf den subalpinen Hochmoor-Abbaustadien (z.B. Am Stein 1850 m, Gehrner Berg 1880 m). In dieser Hinsicht am auffälligsten sind moorgebundene Latscheninseln inmitten eines Mergel- bzw. Flyschkomplexes voller Grünerlen (z.B. Bierenwangalpe; vgl. Abb. 18). Es sieht dann aus, als hätte sich ein Fragment des subalpinen Latschengürtels auf Karbonat in den Grünerlen- bzw. den bodensaurigen subalpinen Fichtenwaldgürtel »eingeschlichen«.

Einen Grenzfall zu 7.3.3.2 stellt die Gamsheide (*Loiseleuria procumbens*) vor, die vom zonalen Wuchsgebiet oberhalb 2000 m fast nur auf erodierten Moorresten in die subalpine Stufe (bis unterhalb 1600 m; z.B. Ifersgrundalpe am Ifen, Moore am Funtensee, Seealpe/Gottesacker) herabsteigt. Dieser extrazonale konkurrenzarme Standort begünstigt sie offenbar so sehr, daß sie auch mit relativ wind- und schneegeschützten Mulden vorlieb nimmt.

8. Stellung und Bedeutung der Alpenmoore im Nutzungssystem (ausgewählte Beispiele)

Wie reagieren Alpenmoore auf ihre Nutzung bzw. die Nutzung ihrer Umgebung? Umgekehrt: Wie wirken ihre Funktionsweisen (Kap. 3–5) auf die Wohn- und Wirtschaftsflächen und -bedingungen des Menschen, insbesondere auf die Wasserwirtschaft im eigentlichen, umfassenden Sinne (vgl. HEBESTREIT 1979 ff.)? Darf der alpine ebenso wie der Tieflagen-Moorschutz auch aus der »hydrologisch-landeskulturellen Ecke heraus« argumentieren?

8.1 Alpenmoore im Gebietswasserhaushalt

8.1.1 Allgemeines

Die seit Ende des 19. Jahrhunderts schwelende, an

große Moorkolonisatoren, -forscher und -kenner (z.B. A. v. HUMBOLDT, LÖNS, C. A. WEBER, TACKE, BADEN, UHDEN, O. KRAUS) geknüpfte kontroverse Moorschutz/Agrikultur und Wasserwirtschaft beginnt sich erst in ihrer Spätzeit von Polemik, Halbwahrheiten, entstellenden Verallgemeinerungen zu reinigen, da der Diskussionszweck sich zunehmend mangels noch unberührter Moore erübrigt.

Nichtsdestoweniger – im Hinblick auf die wenigen noch hydrologisch intakten moorreichen Zonen des Alpenrandes und mancher Mittelgebirgskammagen – erscheint eine nüchtern vergleichende Analyse und Zusammenfassung des mittlerweile gewaltigen Berges seriöser Untersuchungsergebnisse und Auffassungen längst überfällig. Diese Analyse ist natürlich im hier gesetzten Rahmen unmöglich, ihre Notwendigkeit sei nur mit drei willkürlich ausgewählten Zitaten belegt:

Der Kgl. Forstmeister KAUTZ schreibt 1906 u.a.:

»Die Harzer Hochmoore stellen eine Bodenverwilderung schlimmster Art dar. Das Hochmoorgebiet des Bruchberges und Ackers ist kein Wasserreservoir für die Umgegend, vielmehr ist jenes Gebiet, auf dem die Wassermoose herrschen, das schädlichste, was wir in der Gegend haben.« (KAUTZ 1906, S. 681).

Dagegen faßt BAY (1969, S. 99 und 101) seine Abflußmessungen aus unberührten Hochlandmoorgebieten von Minnesota u.a. folgendermaßen zusammen: »... Although runoff normally reacts fairly quickly to rainfall, recessions are drawn out and storm peaks are relatively low ...« »However, low peak flows and long-drawn out recessions suggest that the small bogs do store short-term or storm runoff, particularly after summer drying periods when bog water tables are low.«

Und erstaunlich lange, nachdem SCHMEIDL, SCHUCH, WANKE und VIDAL sogar für naturnahes Hochmoor *ohne* Randzonation u.a. nachgewiesen hatten, daß:

1 »Unberührtes Hochmoor« viel niedrigere Abflußspitzen als kultiviertes (und entwässertes) hat

2 Die Jahresabflußsummen von »unberührtem« Hochmoor etwas kleiner sind als von kultiviertem (und viel kleiner als von vorentwässertem; vgl. EGGELSMANN 1971), war bei GORDON (1972) zu lesen: »Wenn der Abfluß aber schon auf vorentwässerten unkultivierten Moorflächen höher ist, um wieviel muß er größer sein auf den Flächen ohne Vorentwässerung?«

Leider wurden in der Vergangenheit differenzierte Sachverhalte gelegentlich mit Schlagworten wie »Moore sind (keine) Wasserspeicher!« überfahren. Das »Kind wurde vielfach mit dem Bade ausgeschüttet«, sprich: mit der HUMBOLDTschen »Schwammtheorie« wurden auch alle anderen hydrologischen Wohlfahrtsfunktionen der Moore bezweifelt oder unterschätzt. Durch zu pauschale Schlußfolgerungen aus örtlichen oder Teilergebnissen wurde manche Argumentation für oder gegen die Moornutzung bzw. den Moorschutz anfechtbar gemacht.

Eine moorhydrologische Analyse unserer Alpenmoore ist nicht nur aus Platzgründen sondern auch mangels exakter Daten unmöglich. Zur Abrundung der Gesamtdarstellung werden aber wenigstens einige differenzierende Überlegungen angestellt. Dabei unterscheiden wir zwischen hydrologischen Regelungsfunktionen, die Alpenmoore *aus sich selbst* heraus entwickeln, und solchen, die sie *kraft ihrer Lage und landschaftlichen Einbindung* wahrnehmen.

8.1.2 Wasserregelung durch Moorvegetation und -oberflächenform

Mittels

Evapotranspiration der Mooroberflächen (und -wasserflächen)

– Interzeption der Moorbestockung

– Auffüllung und Austrocknung der Kapillaren und Hohlräume in Torf, Moosdecken und Hyalinzellen, Hebung und Senkung der wachsenden Hochmooroberfläche (»Mooratmung«)

– abflußhinderlichem (z.B. Querstränge, Kolktruppen, Flarke, abflußlose Schlenkensysteme) oder abflußförderlichem (Rüllen) Kleinrelief (Muldenrückhalt)

– vielfacher Ablenkung und Schlängelung des Moorabflusses (z.B. mäandrierende Quellbäche, stark vernetzte Quellschlenken)

Hebung und Senkung von Schwinggrasen bzw. Auffüllen von Mulden bis zur Höhe natürlicher Überläufe oder Siphone (z.B. Ponore)

Bremswirkung dichter Moorvegetation (z.B. Randzonation) bzw. Durchlässigkeit spärlicher Pflanzendecken (z.B. Trichophorum-Mikroerosionskomplexe)

– verspätetes Ausapern und Ausschmelzen und andere Funktionen

regeln Alpenmoore die Glieder Verdunstung, Speicherung (Änderung des Wassergehalts) und Abfluß der Wasserbilanzgleichung. Ob in wasserwirtschaftlich »positivem« (relativ hohe Retention im Vergleich zum übrigen Niederschlagsgebiet) oder »negativem« Sinne (relativ geringe Retention und Verdunstung), ob in unbedeutendem oder gebietshydrologisch wirksamem Maße, hängt vom Zustand und Flächenanteil der Moorfläche ab. Dabei sind hoch- und niedermoorartige Systeme, Wachstums-, Stillstands- und Erosionskomplexe säuberlich zu trennen:

Hoch- und Übergangsmoore

Für hochgelegene Mooregebiete der Böhmisches Randgebirge (also Stillstands- bis Erosionskomplexe) weisen FERDA, 1973, sowie FERDA & PASAK, 1969, relativ zu moorfreen Gebieten erhöhte Gesamtabflüsse und Humusstoffausträge, ja sogar erhöhte Abflußspitzen, nach. Ein tiefer gelegener Hochmoor-Wachstumskomplex des Chiemseebeckens zeigte nach SCHMEIDL, SCHUCH & WANKE (1970) dagegen eine außerordentlich wirksame Dämpfung der Abflußspitzen und die bereits seit OVERBECK, UHDEN u.a. bekannte sehr hohe Verdunstung (vgl. auch Ringler 1977). Übereinstimmung herrscht nur insofern, als weder Hochlagen- noch Tieflagenhochmoore zur Überbrückung der Niedrigwasserklemmen in den Vorflutern beitragen. Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß Hochmoorschlenken aufgrund ihrer hohen Oberflächentemperaturen und Wassergehalte gerade in den sommerlichen Luftfeuchtemangelperioden aktiver verdunsten als ihr agrarisches oder bewaldetes Umland. Das Versiegen des Oberflächen(nahen)-Abflusses ist quasi nichts weiter als der Preis für eine andere Wohlfahrtsleistung. Beides zusammen würde die gesamte Moorwasserbilanz langfristig aus dem Gleichgewicht bringen.

Es ist demnach vernünftig, nur den (bis zu 1200 m ? hoch gelegenen) Wachstumskomplexen unter unseren alpinen Hochmooren eine nennenswerte Dämpfung der Abflußcharakteristik zuzuschreiben. Wer je einmal die rauschenden Rüllenbäche großer Erosionskomplexe oder den bräunlich-trüben Wasserswall auf stark zertrampelten Hochlagenmooren (vgl. PAUL 1937) nach Starkregen erlebt hat, wird dies bestätigen. Sinnvoller als eine Höhengrenze scheint es, den Umschlag von abflußbremsenden zu -beschleunigenden Mooroberflächen am

Vorhandensein von geschlossenen Torfmoosdecken und Querstrukturen einerseits und durchlässigen Längsstrukturen (Rüllen bzw. torfmoosarmen Rasenbinsengesellschaften andererseits zu bemessen. Werden Wachstums- oder Stillstandskomplexe durch starke Beweidung oder »Miespickeln« unterhalb ihrer natürlichen Höhengrenze in Erosionskomplexe umgewandelt, so sinkt auch die Obergrenze der »bremsenden« Hochmooroberflächen. Welch ungünstige Extremwerte der Abflußhaushalt degradierter Hochlagenvermoorungen erreichen kann, zeigen Abflußmessungen, die BUNZA (1978 a) mit der transportablen Berechnungsanlage nach KARL & TOLDRIAN auf der Grasgehrenalpe/Allgäuer Flyschgebiet durchgeführt hat: Stark weidebelastete Braunseggenmoore – vielleicht Abbauprodukte ehemaliger Hang-Hochmoore liegen mit 58 bzw. 75% Abfluß so ungünstig wie eine Lägerflur (63%), ungünstiger als Alpfechtweiden (um 30%) und wesentlich ungünstiger als zwergstrauchverheidende Borstgrasrasen (5%) oder Grünerlengebüsche (16%).

Nieder- und Quellmoore

Leider sind wir hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen Leistungen der (Kalk-)Niedermoore und Quellfluren immer noch auf Mutmaßungen und unseren gesunden Menschenverstand angewiesen. Ein diesbezügliches Meßprogramm in allen Naturräumen ist eines der vordringlichsten Projekte naturschutzrelevanter Forschung, die in Bayern, dem – noch! – kalkflachmoorreichen Land Mitteleuropas in Angriff genommen werden müssen.

Der außerordentlich hohe Evaporationsbeitrag dauernd überrieselter und wassergesättigter Quellmoore (vgl. BAUMGARTNER 1965) dürfte ebenso wie die intakten Hochmoore in Trockenzeiten wirksam werden. Allerdings wird man die bayerischen Alpen kaum jemals als Luftfeuchte-Notstandsgebiet bezeichnen können. Unzählige Autofahrer auf Straßen, die sich in den kaltluftstauenden Tälern an großen Quellmooren »entlangzwängen« (z.B. Ammer-, Loisach-, Achenal), werden allerdings die häufigen Bodennebel dieser Inversionslagen schon verflucht haben.

Eine gewisse Abflußbremsung – jedenfalls im Vergleich mit ausgebauten Drän- und Grabensystemen, – wird man den oftmals vernetzten Kalkschlenken (z.B. im Kopfried), den Sickerfluren, Tuffkaskaden mit ihren natürlichen Überlaufftreppen, vor allem aber den ha- oder gar qkm-großen Quellrieden zubilligen. Man vergleiche die riesigen Schneidriede des Murnauer Moores und die grabendurchzogenen Kulturflecken des Kochelseemooses, um die Abflußbeschleunigung durch Ausbaumaßnahmen zu ahnen.

An dieser Stelle erscheinen einige Hinweise auf den bisher kaum beachteten, rasch dahinschwindenden *Formenschatz der Wasseraustritte* am Platze.

Schwingrasen kennt man eigentlich nur aus Übergangsmooren, Hochmoorblänken und Verlandungszonen. Daß es aber am Alpenrand und im alpennahen Vorland sogar kalkoligotrophe Schwingrasen an Quellhängen gibt, wird viele erstaunen. Dabei wird offenbar ein gleichmäßiger und mächtiger Hangwasserzug am Übergang zur (auelehmigen) Talsohle durch fest zusammenhängende, aber elastische Kopfriedrasen zu einem ballonartigen Wasserkissen angestaut. Durch die »semipermeable Membran« des Quellschwingrasens hindurch tritt

diffuses Quellwasser langsam und großflächig aus. Das eindrucksvollste Beispiel bei Diesenbach im Surtal (Lkr. Traunstein) wurde in den 70iger Jahren durch einen Graben zum Auslaufen gebracht. Der vorher hydrostatisch gespannte Quellrasen war nun schlaff und konkav eingesunken.

Wo seitlich aus größerer Höhe eintretendes Karstwasser das Talgrundwasser unter hydrostatischen Druck setzt, wachsen moosumgebene Quellschlote bisweilen infolge biogener und physikalischer Kalkausscheidung vulkanartig empor. Von Kalktuffwällen konzentrisch abgedämmt, spiegelt das offene Quellwasser einige Dezimeter über der Talsohle. (Beispiele: Quellmoore an der Samerberger Achen bei Grainbach, Randzone des Mettenhamer Filzes). Ein seltenes Gegenstück in Hanglage stellen die »Steinernen Rinnen« dar: Durch Mithilfe von Cratoneuron-Arten und kalkausscheidenden Blaualgen (z.B. Scytonema) wird ein Quellrinnsal auf dem ausgedehnten Kalksinter langsam gehoben und plätschert endlich dezimeter- bis meterhoch über Gelände auf einer schmalen Rinne dahin. Dem imposanten »Wachsenden Stein« von Usterling bei Landau/Isar haben die bayerischen Alpen freilich nur die bescheidenere Steinerne Rinne auf der Baunalm bei Tölz (VOIGTLÄNDER 1967) und eine Reihe von moosverhangenen Sinterwällen insbesondere in den sehr harten Quellwässern der eiszeitlichen Talverfüllungen des Flyschgebietes entgegensetzen.

Die immer wieder staunenerregende Vielfalt an Quelltrichtern, -seen, -flanken und -schwingrasen im Murnauer und Pfrühlmoos einschließlich des Wassergewinnungsgebietes der Landeshauptstadt wurde schon mehrfach angedeutet. Angelegentlich sei aber auch an die Kleinen Ammerquellen im Einspeisungsbereich des Ettaler Weidmooses, die Quelltrichtergruppen im Bergener Moos und bei den Leitzachquellen nahe Osterhofen erinnert.

Mit einem abschließenden Hinweis wollen wir wieder zum Kapitelthema zurückkehren: Die dünnen Wasserfilme der Quellhangfluren, insbesondere der offenen Sinterflächen, ziehen an heißen Sommertagen neben vielen anderen Insekten unzählige Bienen der Umgebung an. Kein zweiter Biototyp ist gleichermaßen als Bienenränke geeignet und leistet damit einen Beitrag zur stetigen Leistungsfähigkeit von Bienenvölkern.

8.1.3 Lagebedingte Aufgaben der Alpenmoore im Gebietswasserhaushalt

Moore kennzeichnen als Wasseraustrittsstellen (Kalkflachmoore) und Wasserüberschußstandorte (Regenwasser-, Übergangs-, Vernässungsmoore) Schlüsselstellen im hydrogeologischen Landschaftsgefüge. Ihre gebietshydrologischen Aufgaben ergeben sich nicht nur aus ihrer biogenen Schicht und ihrem Untergrund, sondern auch aus ihrer

- 1 Position im geologisch-orografischen Gefüge
- 2 Position im Einzugsgebiet
- 3 Zuordnung zu (Fließ-)Gewässern
- 4 Zuordnung zu Trinkwasserbedarfsgebieten

1 Anhaltspunkte ergeben sich vor allem aus Abb. 9 und 11.

Moore auf Karsohlen sind hochgelegene Retentionsräume für Spitzenabflüsse und Geschiebe. Wenn der Karabfluß erst oberhalb des Karbodens anspringt (Überlaufschwelle oder Schluckloch), bilden sich auf den Karmoores und Naßfluren bei Schmelz- und Spitzenniederschlagsereignissen periodische Seen,

die als Abbläbchbiotope und Verdunstungsschwerpunkte oft über Monate hinweg wirksam sein können. Insbesondere am Fuß der Randkette (Zonen MA, M, R) sind mehrere Kar-Rückhaltebecken »nebeneinandergeschaltet«. Ihre Wirkungen können sich daher im gleichen Vorfluter gegenseitig verstärken (z.B. Buchinger Roßstall, Trauchgauer Roßstall, Klebalp, Nebelalp am Ammergebirgshauptkamm; Ebersberger, Mooserboden-, Kräutertwiesental und Schwarzer See am Fuß der Hochries).

Natürlich bremsen auch Karmoor ohne Anstau den Abfluß ab. Der Retardationseffekt wird an den Mäandern der Karbäche sichtbar, die manchmal netzartig die Vermoorungen durchziehen (Röhlmoos, Arzmoos, Hintere Krumbachalpe bei Immenstadt usw.).

2 Tal-Kalkflachmoore korrespondieren mit den wichtigsten Grundwasservorkommen. In ihnen treten gespannte Grund- und Kluftwasserströme in das Vorflutersystem über, wandelt sich A_u in A_o . Solche Zonen sind das hydrologische »Nadelöhr« eines großen alpinen Einzugsgebietes, denn das lateral eintretende Kluft- und Karstwasser (im Verein mit geologisch bedingten Talverengungen und -schwellen) setzt den großen Talgrundwasserstrom unter hydrostatischen Druck und zwingt ihn zum Aufstoßen. Als klassisches Beispiel seien die Verhältnisse in der Niedermoorkeette des Loissachtales (Ober-, Unter-, Pfrühlmoos) hervorgehoben (Bilanzwerte nach LOHR 1967):

Der unterirdische Loissachtalabfluß wird bei Garmisch-Partenkirchen zu $4,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, am Talengpaß bei Eschenlohe aber zu $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ kalkuliert. $3,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ treten demnach in der Moorkette in Form von Sickerhorizonten und Quellaufstößen an die Oberfläche und fließen der Loissach zu. Entsprechend befinden sich bei Garmisch-Partenkirchen nur 72,7% des gesamten F_N -Abflusses in der Loissach, bei Eschenlohe aber 94,6%.

Der Quellmoorkette beginnt mit einer ungespannten Einspeisungszone mit beträchtlichen Flurabstandsschwankungen. Das Grundwasser wird unterstrom in den sich verengenden, durch geologische Rückstauschwellen abgeriegelten Taltrichter und in mehreren Stockwerken zwischen undurchlässige Seetonlagen hineingedrückt. Verstärkt durch Seitenwassereintritte aus dem Ammer- und Estergebirge erhebt sich der Druckspiegel des zweiten Grundwasserstockwerks weit über die Talsohle; die obere Tonlage wird an mehreren Stellen durchbrochen (Faulenbachquellen, Sieben Quellen usw.).

Im gespannten, eigentlichen Quellmoorbereich sind die Flurabstandsschwankungen nur minimal, die Schüttung außerordentlich gleichmäßig und gegen Trockenperioden gut abgepuffert. Hierin kommt die Größe und Vielgestaltigkeit des Einzugsgebietes wohl am besten zum Ausdruck.

Es macht die hydrographische Einmaligkeit der Loissach aus, daß sie nach Aufnahme der gewaltigen Quellbäche des Murnauer Moos, durch den Südflügel der Murnauer Mulde abgelenkt, wieder zum Alpenrand zurückkehrt und nach Durchfließen eines natürlichen Ausgleichbeckens (Kochelsee) sogar eine dritte Quellaufstoßzone (ehemaliger Rohrsee) mit eindrucksvollen Quelltöpfen und -schlenken durchfließt.

Im Unterschied zu den Talquellmooren sind die Hangquellmoore und -fluren ungespannt. Sie leiten Poren- und Kluftwasser aus meist kleineren Einzugsgebieten (z.B. Talverfüllungen und Moränen-

einlagerungen, einzelne Karstmassive) aus; sie sind als Wasserspender erster Güte und nachhaltige Verdunstungsquellen nicht weniger »verlässlich«.

Die Grundwasseroberflächen von Kalkflachmooren pendeln in engeren Amplituden und viel näher an der Oberfläche als in der übrigen Einzugsgebietsvegetation (vgl. KLÖTZLI 1969), auf keinen Fall bis unterhalb der kapillaren Hubhöhe. Wenn längere Trockenzeiten oder gravierende Nutzungsänderungen (z.B. Bodenversiegelung) die Umgebung zu äußerst haushälterischem Umgang mit den schwindenden Bodenwasservorräten bzw. mit dem absinkenden Grund- und Kapillarwasser zwingen, gehören Riesel- und Sickerfluren mit porösem unterirdischen Reservoir zu den wenigen Niederwasserspendern, auf die sich ein Vorfluter auch in Wasserklemmen »verlassen« kann. Dabei versiegt ihre kühle, qualitativ hochwertige und sauerstoffreiche Wasserspende umso weniger, je ausgedehnter, voluminöser, differenzierter und ausgedehnter, mithin hydrologisch träger und wetterunabhängiger, ihr Einzugsgebiet disponiert ist (z.B. große Schwemmflächen, Talalluvionen mit Karstwasserzufuhr, poröse Rauhwacken). Ihr Verdünnungsbeitrag wird mit abnehmendem N_q oder NN_q des Einzugsgebietes (Jahresgang, Besiedlung, höherer Wasserverbrauch durch Kiesen usw.) bei steigender Stofffracht (Einwohnerzunahme, sommerliche oder winterliche Peaks der Übernachtungszahlen, Maisanbau dringt alpenwärts vor, Viehaufstockung veranlaßt intensivere Begüllung usw.) relativ höher und wertvoller. Je höher der Quellenanteil am NQ oder MQ eines Vorfluters, desto unschätzbarer die »Sauberkeitsgarantie« durch das quellenkontrollierende Kalkflachmoor (siehe 2). Man beachte auch die anhaltende winterliche Schüttung unter der Schneedecke.

Die eigenartige Hydrologie der südlichen Chiemseemoore kennzeichnet die Situation mancher Alpenfußhochmoore: Ein Hochmoorkörper ist 6 m mächtig über einer flach nordwärts einfallenden Rampe aufgewachsen, deren Tone, Sande und Kiese einen offenbar aus alpinen Schwemmkegeln gespeisten Grundwasserstrom führen. Dieser scheint gemeinsam mit den Hochmoorabflüssen einen an der talseitigen Hochmoorstirn vorgelagerten Lagbach (Kühbach; heute in ein Grabensystem umgewandelt) zu versorgen. Bei Grabeneintiefungen im Zuge des Hochmoor-Fräsabbaus trat Anfang 1981 das gespannte Untergrundwasser (pH im neutralen Bereich; hohe Leitfähigkeitswerte) als mächtige Sprudelquelle in das hochmooreigene Grundwasserstockwerk ein. Weiterhin fallen in den südlichen Chiemseemooren von Galeriewäldern gesäumte Rüllen auf, die vom Chiemsee durch den ganzen Moorkomplex bis an den Alpenfuß reichen und teilweise als alte Mündungsarme der Tiroler Ache gedeutet werden (Neumühler Bach; vgl. SCHMEIDL 1976).

3 Hoch- und Niedermoor können Fließgewässer *entsenden* (Ursprungsmoor), *begleiten* (fluß-, bach- (u. see-) begleitende Moor) und *beenden* (Karstmoore mit Schlucklöchern).

In Ursprungsmooren bilden sich aus dem mooreigenen Abfluß Gerinne (Rüllen), die sich ins Umland fortsetzen (z.B. Tännel- und Lungelbach in den Koller/Hochrunstfilzen, Kläperfilzabflüsse) oder sie transformieren Grundwasserausstriche in oberflächliche Vorfluter oder umgürteten Gewässeranfänge in Form von Quellseen, -trichtern usw. (z.B. Füg- und Krebssee/Murnauer Moos, Weitsee bei

Ruhpolding, Frillen- und Falkenseemoor bei Inzell, Rehgrabenalm ob Jachenau).

Hochmoore rufen in ihren Bachabkömmlingen natürlich ganz andere Wasserregimes hervor als in Quellbächen. Nur in Niederschlags- und Abschmelzperioden fließen Hochmoorbäche stark und rasch. Zwischenzeitlich können sie wie Totarme daliegen oder gänzlich austrocknen. Azidität, Huminstoffgehalt (mehrere oberbayerische Hochmoorabflüsse heißen Röthenbach!), starke Beschattung durch Rüllenwälder und extreme Abflussschwankungen machen sie zu einem sehr arten- und individuenarmen Gewässerbiotop.

Ganz andere Aufgaben haben fluß- und bachbegleitende Moore (z.B. entlang der Ammer, Trauchgauer Ach, Loisach, Wertach, Balderschwanger Ach, Jachen, Weißbach bei Bergen und Roten Traun). Ein großer Teil davon steht mit dem Gewässer im Austausch. Ufermoore gewährleisten die Reinheit des flußspeisenden Quellwassers und des Filtratbereiches. Wenn die Laststoffkonzentration (BSB, CSB) während der sommerlichen Niedrigabflüsse und gleichzeitiger touristischer Spitzenbelastung ansteigt, ist die Einspeisung aus den Quellmoorzonen von besonderer Bedeutung. Z.B. treten aus dem fossilen Ammertal, das heute beim Ettaler Paß hoch über dem Loisachtal ausstreicht, mehr als 1000 l.s⁻¹ in Quellen und Quellhangmooren in die Loisach ein. Die Quellschüttung hat auch in absoluten Niedrigwasserperioden 80% der mittleren Schüttung noch nie unterschritten! Die laterale Einspeisung sauberen Quellwassers lag damit fast so hoch wie NNQ der Loisach bei Garmisch-Partenkirchen (1280 l.s⁻¹). Letzterer nimmt beim Durchfließen der Quellzonen und -moore bis Eschenlohe um 2120 l.s⁻¹, also um das Doppelte zu!

Weitere Beispiele: Die Kleinammerquellmoore besorgen den Ammer-Abfluß (NNQ 0,44 m³.s⁻¹) noch oberhalb der Kläranlage Oberammergau auf. Die durch Sachrang-Aschau vorbelastete Prien wird durch die Hangquellfluren bei Huben und die Grundwasserausstriche des Bärnseemooses (Schafelbach als Sammler) merkbar verdünnt. Das Tölzer Schwimmbad wird dort vom Elbach gespeist, wo er sein Ursprungsmoor völlig unbelastet verläßt.

Periodisch auffälliger ist die Hochwasserretention durch gewässerbegleitende Moore. Darunter fallen die durch Molasse-Flügel bzw. Felsrippen des Großen Muldenzuges beengten Abflußräume der Gletscherstammbecken und -trichter (z.B. Murnauer Moos, Auer Weidmoos, Weid- und Pulvermoos, Bergener Moos, Birnbaumer Filz bei Trauchgau, Streuwiesen bei Raiten/Tiroler Ache). Teile dieser Quell- und Auenmoore liegen unter dem Niveau der vom Stromstrich aufgeschütteten Flußrehnen und wurden – vor dem Ausbau – bei allen Hoch- und Schmelzwasserereignissen weithin unter Wasser gesetzt. Erinnert sei an die häufige Sperrung der Olympiastraße bei Eschenlohe und die Aufständigung der Autobahn durchs Murnauer Moos. Da die Grundwasser-Druckfläche zwischen Flußrehne und Talflanke häufig über die Talniedermoore hinwegzieht, ist deren Melioration im allgemeinen wenig erfolgversprechend.¹⁾ Dies, wie auch die regelmäßigen Überflutungen und die bisweilen unzureichende Vorflut (Murnauer Moos) verhinderte eine großangelegte Kultivierung der europaweit unersetzlichen voralpinen Kalkniedermoore. Nicht umsonst ist die Kultivierung der durch

den Kochelsee hochwassergeschützten Loisach-Kochelseemoore viel weiter gediehen.

Wirkliche Meliorationsvoraussetzungen treten hier erst durch außerordentliche Eingriffe ein, die die Grundwasserdruckverhältnisse grundlegend und tiefgreifend verändern. Die vielleicht wichtigste offene Frage bei Wasserentnahme und Autobahnbau im Oberauer und Prühlmoos ist: Werden die durch Absenkungstrichter und ergänzenden Loisausbau eintretenden Meliorationserleichterungen (Vorflut, Flurabstand) von landwirtschaftlicher Seite tatsächlich ausgenutzt? Immerhin steht dort ein Karl-Zepter-Bestand von ca. 600 Exemplaren und der (ornitho-)ökologisch vermutlich diverseste Talraum der gesamten bayerischen Alpen zur Disposition.

Werden die alljährlichen Überflutungen abgedämmt und die Vorflutverhältnisse durch Sohleneintiefung künstlich verbessert, so reduziert sich der natürliche Selbstschutz des Ökosystems auf den Kernbereich mit »unergründlichen« Grundwasserlakunen. Daraufhin setzte im wichtigsten mitteleuropäischen König-Karl-Zepter-Biotop das parzellenweise »Abzwacken« durch Melioration verstärkt ein (Ettaler Weidmoos). In den Ammertalmooren wird auch der unauflösbare Zielkonflikt zwischen Siedlungsexpansion (Hochwasserfreimachung) und Erhaltung der Feucht- und Auenbiotope besonders deutlich. Er wird stets zuungunsten der Biotope entscheiden. Dabei ist allerdings die Frage zu stellen, ob die Bevölkerung ihre Naturschätze auch für einen Ausbau von 100-jähriger auf 500-jährige Hochwassersicherheit zu opfern bereit ist.

Ein treffendes Beispiel, wie durch Melioration rückhaltetfähiger Begleitmoore Konflikte flußabwärts verlagert werden können, liefert der anhaltende Streit zwischen Ober- und Unterliegern an der Kalten (Lkr. Rosenheim). Welchen Beitrag leisten die seit 1976 beschleunigt und konzentriert durchgeführten Meliorationsmaßnahmen im Auer Weidmoos (im Verhältnis zur Einzugsgebietsüberbauung) zu den immer häufigeren und höheren Überflutungen am intensiv genutzten und besiedelten Unterlauf?

4 Für viele bäuerliche und kommunale Wasserversorgungen sind alpine, bzw. von den Alpen gespeiste Druckquell- und Quellhangmoore das Gewinnungs- und Wasserschutzgebiet (z.B. Elbachmoor für Bad Tölz, Ammertalmoore für Oberammergau, Loischmoore für München). Hochliegende Schichtquellmoore verbinden zwei Vorteile für gemeindliche Wassererschließungen: Natürliches Gefälle mit großem Steigdruck (eigene Hochbehälter mit Pumpleitungen überflüssig) und Quellwasser erster Qualität bei hochstetiger Schüttung. In vielen Fällen wären wertvolle, alpenpflanzenreiche Quellmoore ohne das begrenzte Opfer privater und kommunaler Wassererschließungen längst kultiviert (z.B. zwischen Bad Tölz und Bad Heilbrunn, bei Niklasreuth und am Samerberg bei Lues). Es handelt sich hier um häufig nicht amtlich ausgewiesene Wasserschutzgebiete mit Naturschutz-Nebenfunktion. Ein Quellmoor mit tickendem Widder hat allgemein bessere Überlebenschancen!

8.2 Moore als Immissionsspeicher und -indikatoren

Hohe mikrobielle Aktivität kennzeichnet Bodenhorizonte, die an Stoffkreisläufen und Umsätzen teilnehmen. Im Hochmoor reicht die biologisch aktive Schicht ebenso wie die hydrologisch wirksame

1) vgl. HEBESTREIT (1979 ff.)

etwa nur 30 cm tief. In Deckenmooren gelten nur 100 von 3300 kg org. N.ha⁻¹ als »active pool« (MARTIN & HOLDING 1978). Nur rund 9 kg.ha⁻¹.a⁻¹ werden im N-Zyklus eines Deckenmoorökosystems »mineralisiert, i.d.F. ammonifiziert. Da Nitrifizierer (ebenso wie proteolytische und denitrifizierende Bakterien unterhalb 20 cm) praktisch fehlen, ist auch nach 6-wöchiger Inkubation kein Nitrit und Nitrat nachweisbar (COLLINS et al. 1978).

Man vergleiche damit die jährlichen N-Nachlieferungen etwa von Nadelwäldern des Teisenberges (50–140 kg.ha⁻¹.a⁻¹; PFADENHAUER 1975), schweizerischen Schwarzerlenbrüchern (100 dto; davon 75 als NO₃-N; KLÖTZLI, 1969, zit. nach PFADENHAUER s.o.) oder gar von Lägerfluren (100–250 dto; REHDER, 1970, zit. nach PFADENHAUER s.o.). Hieraus ergibt sich:

Wie in allen alpinen Rohhumusökosystemen (z.B. Latschengebüsche, subalpine Fichtenwälder) spielt die leicht vertikal verlagerbare N-Form (NO₃⁻) keine Rolle. Intakte Hochmoore scheiden als Nitratlieferanten für die Vorfluter aus.

- Der N-Import (bis zu 20 kg.ha⁻¹.a⁻¹ in Industriezonen Mitteleuropas; N-Fixierungsrate nach MARTIN & HOLDING, 1978, etwa 0,5–32 kg.ha⁻¹.a⁻¹) übersteigt den maximal möglichen Austrag von Mineralstickstoff (9 kg als NH₄-N) bei weitem. Ein Großteil der anthropogenen N-Immissionen wird also in wachsenden Hochmooren fixiert.

Da in Hochmooren viel mehr organische Substanz auf- als abgebaut wird, entsteht ein Adsorptions- und Kationenaustauschkörper von einzigartiger Mächtigkeit und - außerhalb der Alpen stellenweise - beträchtlicher Ausdehnung (vgl. z.B. CLYMO 1963). Aus der Fülle im Moor besonders gut fixierbarer Immissionsstoffe seien die Radionuklide Cs-137 und Sr-90 als Beispiele herausgegriffen. Ihre Fixierung bzw. geringe Tiefenverlagerung ergibt sich nach CLYMO (1978) u.a. aus

- der Übereinstimmung ihrer Tiefenfunktionen (einwertiges Cs⁺ müßte eigentlich mobiler als zweiwertiges Sr⁺⁺ sein!)

- der abrupten Abnahme beider Isotope bei ca. 30 cm

- aus einem oberflächlichen Konzentrationspeak in der Schicht der lebenden Torfmoosköpfchen, der als geschlossenes »Mikrokreislaufsystem« mit der Mooroberfläche hochwächst (vgl. auch die Na-, K- und Ca-Peaks in Sphagnum fuscum-köpfchen des Schwarzen Moores/Rhön; GIES 1972).

Der Cs-137-Peak der Atombombenversuche 1963 ermöglicht eine Alterseichung stabiler Tiefenprofile anderer Elemente (z.B. Al, Ti). Mit diesem Datierungs-Ersatz für die an jüngeren Torfen versagende C 14-Methode war auch ein Indikator für die jüngste Immissionsgeschichte und die Zersetzungsrate der einzelnen Schichten gewonnen (CLYMO 1978). Vgl. hierzu auch die Bedeutung von Sphagnum magellanicum als »Schwermetall-Monitorpflanze« (Nähe Pb-emittierender Glashütten im Bayerischen Wald) nach WANDTNER & LÖTSCHERT 1980).

Natürlich läßt die geringe Fläche der Alpenmoore deren Stoffspeicherfunktion viel unbedeutender als ihre »Indikator- oder Monitorfunktion« erscheinen. Bezieht man aber Rohhumus-aufbauende Ökosysteme von ähnlicher Wirkungsweise und großer Ausdehnung (z.B. die Krummholz- und Nadelwaldstufe) ein, so ergibt sich ein beachtliches Retentionspotential beispielsweise für polare Biozide (vgl. BRÜMMER 1976). Ein weiteres Beispiel betrifft das

wichtigste Quellmoorgebiet der bayerischen Alpen: Während zu Zeiten der Atombombenversuche die maximale Gesamt-β-Aktivität 6000 pC/l Regenwasser erreichte, stieg dieser Wert in den Karstquellen der Loisachtalmoore nicht über 10 pC/l an (LOHR 1967). Die Dekontaminierung muß weitestgehend im Einsickergebiet des Estergebirgsplateaus durch die Humuskolloide der Latschenregion erfolgt sein.

8.3 Stofftransfer durch die Alpwirtschaft

Das System Moor/Weidevieh bietet im Betrachtungsgebiet ein so vielfältiges Bild, daß nur einige Grundzüge und Grenzfälle angesprochen werden können.

Grenzfall 1: Stationäre Beweidung eines Moorauschnittes

Eine Rinderherde wird periodisch durch Abzäunung auf ertrags- und mineralstoffarmen Moorweidegrund eingeeengt (Beispiel: Jungviehkoppelhaltung auf Hangmooren bei der Roßhütte im Schwangauer Weidegebiet). Relativ gleichmäßig entnommene Nährelemente¹⁾ werden in ungleichmäßig-fleckenhafter Form (Fladen, Geilstellen) wieder abgegeben. Wie die unzähligen Trittstellen bewirkt dies eine Diversifizierung der Moorvegetation in Mikrogesellschaften und -habitats (Dungpolster von Splachnum-Arten, Mistkäfer, Dungfliegen, Trifolium-reiche Flecken, Weidebegünstigung von Carex nigra, Avenella flexuosa, Juncus squarrosus, Luzula multiflora²⁾). Das Vegetationsbild gewinnt einen eutraphenteren Charakter, obwohl durch Ammonifizierung der Fladen, Zuwachs und Abtrieb der Rinder in der Gesamtbilanz eher N-Verarmung anzunehmen wäre. Freilich dürfte bei fortschreitender Tritterosion oberflächliche N-Mobilisierung einsetzen. Diese Situation läßt sich kennzeichnen als örtliche Nährstoffanreicherung bei tendenzieller Aushagerung des gesamten Kreislaufsystems.

Grenzfall 2: Stationäre Beweidung mit Zufütterung
Unterstellt man volle Ausnutzung des Aufwuchses, so ernährt 1 ha eines Allgäuer Junco-Scirpetum (579kStE/ha.a; 1,03 dt verd. Rohpr./ha.a; SPATZ 1970) nur 1–2 Großvieheinheiten in 100 Tagen (Normalkuhgräser). Um diesen Besatz auf das Niveau einer Kammgras-Fettweide, also auf das 3–4-fache zu steigern, wäre lediglich eine Zufütterung von 30–40 dt cobs (465–540 StE/kg TS; 75–110 g Rohprotein/kg TS) erforderlich. Bei entsprechender Erschließung (snähe) erstaunt es daher keineswegs, daß immer mehr Einschläge bzw. Rinderaufenthalte in Gebirgsmooren durch Zufütterung und Mineralstoffausgleich (Lecksalz) ermöglicht werden (z.B. Kamm- und Quellnischenmoore am Ochsenkopf im Gebiet der Bolgenalpe). In solchen Systemen übersteigt der alpwirtschaftlich bedingte input den a.b. output. Das ganze Moor unterliegt einer Tendenz zur Eutrophierung.

Grenzfall 3: Schweifender Weidebetrieb auf großen, standortdifferenzierten Flächen

Wie in der alten Kulturlandschaft des Vorlandes die »Stierweiden«, »Hutungen« und »Tratten«, übernehmen die Hochlagenmoore eine Puffer-, Reserve- und Weiserfunktion im Weidesystem großflächiger Nutzungseinheiten. In der »Prioritätenskala« der Tiere rangieren die klimatisch ungünstigen, ertrags- und mineralstoffschwachen Moore (vgl. 10.6) hinter

1) Z.B. werden auf Kamm-Mooren in der Allgäuer Hörnergruppe (Zone FN) Carex rostrata- und C.nigra-Rasen lückenlos abgeweidet.

2) nach RAWES & HEAL (1978)

den extensiven und intensiven Weiden an letzter Stelle. Nach RAWES & WELCH (1969) zeigt sich die Besitzveränderung englischer Deckenmoorgebiete zuerst in den Mooren, dann in den Moorrand- und zu allerletzt in den Mineralbodengesellschaften. Auch in manchen unserer Moor-alpen hat es den Anschein, als würden die Moore gewissermaßen als »Überdruckventil« im Falle des Überbesatzes oder weitgehenden Abweidung der Kernweiden anspringen bzw. wieder gemieden (Moorbelastung als Symptom einer über- oder unpfleghchen Beweidung der eigentlichen Alm/Alpflächen)¹⁾

Allerdings beruhen Trittschäden nicht nur auf Futtersuche:

1 Latschen- und Moorwälder werden als Unwetter-, Wind- und Hitzeschutz insbesondere auf waldarmen Weiden aufgesucht (z.B. Piesenkopf, Hörmoos, Latschenfilzen bei der Kindsbangetalpe)

2 Kamm-Moore werden an heißen Tagen wegen ihrer Luftbewegung bevorzugt und unterliegen dann verstärkter Abkotung (z.B. Ochsenkopf)

3 Beim Wechsel zwischen getrennten Weideflächen werden zwangsläufig auch Moore überquert (z.B. Moosenalm/Karwendel).

Der Umstand, daß die Aufenthaltsfläche die Futterfläche der Tiere weit übersteigt, bewirkt einen Stofftransfer zwischen Moor und übriger Alpfläche. Für Schafe wird er in Moorhouse bei geringer Weidedichte zu maximal 1,04 kg/m²·a vom Moor weg und 0,58 kg/m²·a zum Moor hin kalkuliert (RAWES und HEAL 1978).

8.4 Alpenmoore als Folge früherer Nutzungen?

Unsere Alpen sind teilweise seit Jahrtausenden bis in die höchsten beweidbaren Lagen hinauf genutzt. Raubbauformen aus Kahlhieb und nachfolgender Beweidung, die der letzten großen Almrodungsperiode in der spätmittelalterlichen Salinenzeit ähneln, schaffen örtlich sogar heute noch Erosions- und Hochwasserprobleme (Scherenauer Laine im Körperschaftsgebiet Unterammergau).

Entwaldung und Beweidung bewirken:

1 mechanische und indirekte Bodenverdichtung (drastische Verringerung von Luftkapazität, Einsickerleistung, Edaphon und Zersetzerleistung – vgl. JAHN & SCHIMITSCHEK 1952 –, Wurzelsickerbahnen verfallen)

2 einen Wegfall der Pumpleistung der Bäume;

1 + 2 Oberflächenvernässung und Pseudovergleyung

3 ein kontinentales Mikroklima in den Schlägen (BJÖR zit. nach ELLENBERG 1978);

1 – 3 abiotische Standortbedingungen, die Regenwassermoor- und Staunässepflanzen ohne durchlüfteten Wurzelraum (z.B. Torfmoose, Polytrichum commune) begünstigen.

4 Versauerungsschübe. Da bei etwa gleich bleibendem C/N-Verhältnis der Humusvorrat mit der Höhe zunimmt, wird in den Hochlagen im Entwaldungsfalle mehr Humus abgebaut. Die Überschußnitrifikation mit der damit verbundenen H⁺-Produktion hält länger an (ULRICH 1980 kalkuliert 1 Jahrhundert) und ist sehr ausgeprägt. Insbesondere im SiO₂-reichen Boden (z.B. Flysch- und Brisandstein)

1) Bezeichnend hierfür ist die Gotzenalm im Nationalpark. Die Herde befindet sich und weidet fast immer in den Lärchwiesen, Milchkrautweiden (Ertragswertzahl nahe 100) und Rostseggenhalden (ca. 30 dt/ha·a Nettoprod.) des hintersten Almteiles auf Kalk und läßt die armen Nardeten, Trichophorum- und Torfhügelmoore auf Kieselkalk (ca. 5 dt/ha·a Nettoprod., Zahlen nach WALTER 1960) beim derzeit. Besatz fast unberührt.

würde – ULRICH's Überlegungen zufolge – die Pufferkapazität des Silikatpufferbereichs (pH > 5,0) sehr bald überschritten (0,2–2 kmol H⁺ ha⁻¹·a⁻¹) und durch eintretende Versauerung der Austauscherpufferbereich (4,2–5,0 pH) erreicht. Da sich nunmehr auch das Al-OOH in den verwitterten Schichtsilikaten an der H⁺-Pufferung beteiligt, entsteht Aluminium-Toxizität. Destruenten und Pflanzenwurzeln werden dadurch vollends geschwächt. Zudem kann der Versauerungsschub durch Al-Hydroxo-Kationen in den Silikat-Zwischenschicht-räumen konserviert werden. Werden die austauschbar gebundenen Ca- und Mg-Ionen ausgewaschen, oder fehlen sie wie z.B. in Kammlagen von vorneherein weitgehend, besteht die Möglichkeit, daß das Bodensystem in den Aluminiumpufferbereich gerät (pH < 4,2). Permanent auftretende Al³⁺-Ionen unterbinden nun jegliche Wiederbewaldung.

Entfallen Durchwurzelung und Bodenorganismen (z.B. alle Regenwürmer), so bilden sich in lehmig-tonigen Böden Staunässemerkmale und Oberflächenvernässungen (vgl. 1).

Das Zusammenspiel der Wirkungsfelder (1–4), insbesondere auf Verebnungen und Kämmen ohne Hangwasserzutritt, könnte die Ursache sein, daß sich an unzähligen Stellen auf sicherlich ehemals bewaldeten Standorten Teppiche von Hochmoormoosen ansiedeln (z.B. Sphagnum nemoreum, magellanicum, recurvum) und heute die Rasensimse ausbreitet (z.B. Abhänge des Hochschelpen bei Balderschwang).

Ob nutzungsausgelöste Sekundärvermoorungen bei »Grindenmoorheiden« oder flachgründigen »Mischenmooren« wie im Schwarzwald (vgl. RADKE 1973) halmachen, oder auch zu richtigen Hochmoorbildungen führen, ist ohne eingehendere moorstratigraphische Untersuchungen natürlich nicht zu entscheiden.

Auf den »schlechten Auen« des Böhmerwaldes breiten sich nach Kahlhieben Torfmoose und Wider-tonmoose aus (vgl. BERGDOLT 1937). Diese Erscheinung ist auch in den bayerischen Alpen zu beobachten (z.B. Edelsbergkamm bei Pfronten, Sulzeck, Hundsfallgraben und Lindermoos bei Linderhof). Häufig geht ein Deschampsia- und Carex leporina-reiches Stadium vorher. Etabliert sich die Sphagnum-Decke, die ihrerseits durch Ionenaustausch den Versauerungsschub fortführt, so ist eine Regradation des chemischen Bodenzustandes bis zur Wiederbewaldungsfähigkeit unterbunden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß eine Reihe kleinerer, heute naturnah erscheinender Kamm- und Hangschultervermoorungen in Forsten von jahrhundertelanger Nutzungsdynamik auf diesem Wege entstanden sind (z.B. Lohbergmöser/Halbammer, Sulzbergkamm bei Inzell).

Den vermuteten Prozessen dürfte durch die wirtschafts- und wildbedingte Verfichtung der potentiell moorfähigen Lagen (SK 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 12–14, 18, 19) Vorschub geleistet werden. Die bodenaufschließende Kraft der Tanne wird eliminiert; die Fichte ist auf solchen Standorten höchst windwurfgefährdet. In den wasserstauenden Windwurfteflern sieht man häufig rasch sich ausbreitende Torfmoosrasen, die als Vermoorungsansätze auch auf die umliegenden Waldböden hinauswirken können (FRENZEL 1981).

9. Beeinträchtigungen der bayerischen Alpenmoore

Die Allgäuer und Ammergauer Alpen sind am dichtesten und vielfältigsten mit Hochlagenmooren

ausgestattet (Abb. 12, 13, 15, 18), unterscheiden sich aber durch die Gefährdungsarten wesentlich. Im Allgäu tritt die Weidewirtschaft, im Ammergebirge die Forst- und Jagdwirtschaft ganz besonders hervor. Deshalb soll ein Vergleich beider Mooregebiete die Beeinträchtigungsschwerpunkte in weide- und forstbetonten Gebirgstteilen exemplarisch beleuchten. Die Grundlage dafür sind systematische Bestandsaufnahmen zwischen 1975 und 1980, durchgeführt im Rahmen der alpinen Biotopkartierung (Lehrstuhl für Landschaftsökologie Freising-Weihenstephan, Direktor: Dr. W. Haber) und eines landschafts-ökologischen Gutachtens über das Naturschutzgebiet »Ammergauer Berge« am Alpeninstitut (RINGER u. HERINGER 1977).

Im Oberallgäu wurde der Zustand des Sommers 1977 für 101 Moore, darunter alle größeren und wichtigeren, auf einem Standardbogen detailliert festgehalten. Nur ein Teil dieses Informationspools wird an dieser Stelle genutzt, dafür aber aus den jeweils mehrwöchigen Mooruntersuchungen der darauffolgenden Jahre bis 1980 einige Trends abgeleitet.

Für die Ammergauer Gebirgsmoore liegen solche Bögen nicht vor, wenngleich sie nahezu vollständig 1975 und 1976 vom Verfasser begangen worden waren (einzelne Moore zusätzlich auch 1977 und 1978). Quantitative Bilanzen sind daher – ebenso wie in den kürzer abgehandelten restlichen oberbayerischen Alpen – nur vergrößert möglich.

Das Ammergauer Testgebiet umfaßt das gesamte NSG »Ammergauer Berge« und dessen östliche Nachbarbereiche, im Norden durch den Flysch-Fuß, im Süden durch die Staatsgrenze und das Neidernach-Loisachtal, im Westen durch das Lechtal und im Osten durch das Loisach- und Ammerquertal begrenzt.

Die betrachteten Allgäuer Alpen liegen zwischen der Linie Oberstaufen – Alpsee – Wertach – Pfronten im Norden, der Linie Oberstaufen – Hädrich – Si bratsgfäll – Diedamskopf im Westen, der Wertach im Osten und der Staatsgrenze im Süden. Bergstöcke und Naturraum-Untereinheiten, die von der Grenze durchschnitten werden, wurden im Zollanschlußgebiet Kleinwalsertal insgesamt miterfaßt.

9.1 Moorzustand und Beweidung

9.1.1 Allgäuer Alpen

Die Rinderbeweidung ist in den Allgäuer Alpen durchschnittlich viel intensiver als in den übrigen bayerischen Alpen. 1976 weideten auf den Alpen des Lk. Oberallgäu, der weitgehend mit dem Allgäuer Untersuchungsgebiet deckungsgleich ist, 29 102 Stück Rindvieh (ENGELMAIER et al. 1978). Umgelegt auf die Lichtalpfäche ergibt sich eine mittlere Beweidungsdichte von 1,38 Stück Rindvieh pro Hektar. Dies entspricht dem Wert für das Grünlandgebiet im Pfaffenwinkel vor den Alpen. Es ist dabei nicht zu übersehen, daß die Rinderkonzentration auf den ebenen moorreichen Lagen noch höher sein wird, weil im Allgäu ein Großteil der unbeweidbaren Steillagen und Krummholzzonen zu den Lichtalpfächen gerechnet wird.

Das Weidevieh, überwiegend Jungvieh, erreicht im Allgäu im allgemeinen größere Höhen als in den oberbayerischen Alpen. Die Weidegebiete der Einzelalpen sind ausgedehnter. Auch die höhergelegenen Wälder liegen zum großen Teil im Privat- oder Genossenschaftsweidegebiet, so daß ein Schutz vor Waldweide wie im Staatsforstgebiet meist entfällt.

Die Moore sind gegenüber Beweidung, Erschließung neuer Weiden und Alpwegebau oft sehr exponiert, weil sie vor allem auf Verebnungen und Bergkämmen liegen. Die Voraussetzungen für die Moorerhaltung sind daher viel ungünstiger als in den bewaldeten Mittelgebirgen Harz, Sudeten, Böhmerwald und Schwarzwald.

101 Allgäuer Gebirgsmoore wurden auf ihre *Weideschäden* hin untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 21 zusammengefaßt.

Bereits 47% der wichtigsten Moore sind durch Weidevieh stark zerstampft, teilweise auch morphologisch verändert. Die Hufe treten insbesondere die Ränder der Rüllen und natürlichen Erosionsrinnen nieder und lassen die Resttorfbänke immer weiter zurückweichen. Natürliche Abtragsvorgänge, schwemmen den durch den Weidetritt vorgelockerten und bloßgelegten Torf ab. Auch die Frostlockerung in den unzähligen Trittlöchern dürfte den Angriff der Torferosion begünstigen. Viele Allgäuer Gebirgshochmoore belegen, daß die jahrhundertlange Tritteinwirkung aufgewölbte Moorkörper ganz abtragen kann (Oberalp, Obere Hörnlealpe, Scheuenalpe u.a.). Sie bieten sich heute als z. T. breiig umgewühlte, von tiefen Hangwasserrinnen zerschnittene buckelige Flächen dar, deren frühere Torfmächtigkeit nur an einzelnen aufragenden Torfrestbänken abzulesen ist.

Die Veränderung der Hochmoorvegetation durch die Beweidung wird an anderer Stelle eingehend dargestellt. Erwähnt sei hier nur, daß sich auf Resttorfbänken durchaus eine verarmte Rotschwingelweide (*Festuco-Cynosuretum*) oder eine arme Borstgrasweide (*Sphagno-Nardetum* Ass. prov.) einstellen kann. In beiden Gesellschaften spielen aber futtertschwache bzw. moorbürtige Arten wie *Anthoxanthum odoratum*, *Carex echinata*, *Sphagnum subsecundum* eine erhebliche Rolle. Stark weidegestörte flachgründige Westallgäuer Moore auf silikatreichen Gesteinen (helvetische und ultrahelvetische Sandsteine und Quarzite, Reiselberger Sandstein) sind durch *Juncus squarrosus*-reiche Gesellschaften gekennzeichnet, wie sie OBERDORFER (1938) als *Junco-Scirpetum* aus silikatischen Mittelgebirgen beschrieben hat (vgl. auch SPATZ 1970). In vielen Mooren wurde die Beweidung erst durch das Schwenden der Latschen ermöglicht.

Der geringe Fichtenanflug auf den beweideten Mooren kann natürlich die festigende Kraft und den Erosionswiderstand der ursprünglichen Latschenbestockung nicht ersetzen. So ist der vollständige Abtrag der Resttorfbänke vieler fossil aufgewachsener Hochmoore unter der Frost-, Wasser- und Schneedynamik der hochmontanen und subalpinen Lagen vielfach nur noch eine Frage von Jahrzehnten.

Abb. 22 führt den Umfang der Moortrittschäden in den einzelnen Höhenstufen (800–1900 m) vor Augen. Der Anteil der schwerstgeschädigten Moore steigt pyramidenförmig von 1100–1500 m auf 63% an, um oberhalb 1500 m wieder abzusinken. Da die Alpwirtschaft im allgemeinen erst oberhalb 1000–1200 m einsetzt und das Talgrünland hauptsächlich als Winterfutterfläche genutzt wird, weisen die Moore unterhalb 1000 m erwartungsgemäß kaum Weideschäden auf.

Diese Höhenstufenpyramide spiegelt die Verteilung der am stärksten beschlagenen Sommerungsflächen wieder. Ein Älpungsschwerpunkt liegt in den besonders moorreichen Westallgäuer Alpen zwischen 1300 und 1600 m.

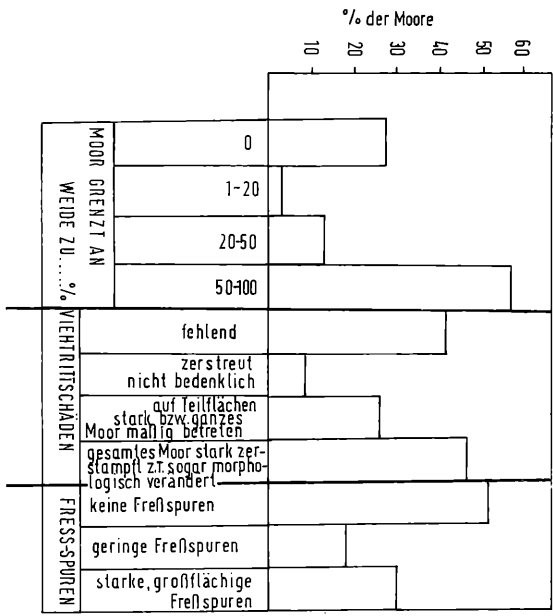


Abb. 21: Bilanz der Weideschäden in den wichtigsten Allgäuer Gebirgsmooren (Aufnahmezeitpunkt: August 1977 und 1978)

Für die Biotopplanung leitet sich aus Abb. 22 ein alarmierender Mangel ungestörter Moore zwischen 1300 und 1700 m ab. Dies ist umso bedauerlicher, als der Schutz ungestörter Moorgradienten durch die verschiedenen Höhenstufen ein besonderes Anliegen des Moorschutzes in Bayern ist (vgl. KAULE 1976). Diese Sachlage zwingt dazu, die wenigen ungestörten Hochlagenmoore in 1300–1600 m Seehöhe umso höher zu bewerten und umso sorgfältiger zu schützen.

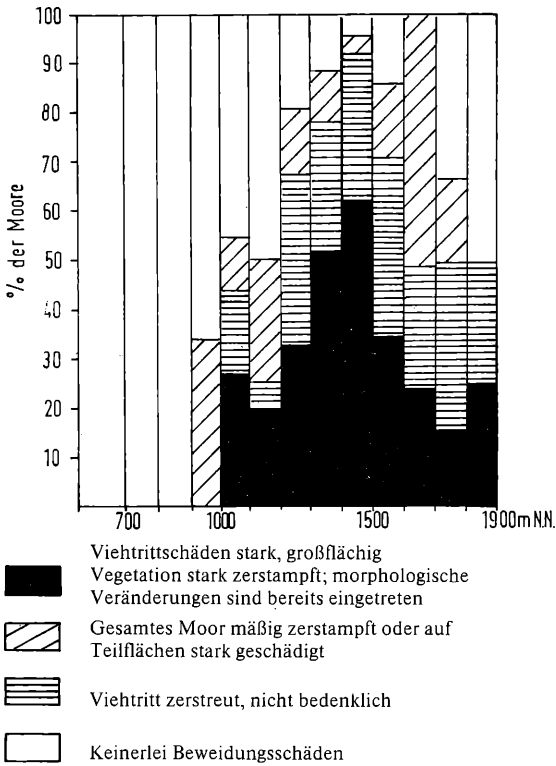


Abb. 22: Höhenverteilung der Weideschäden in Allgäuer Gebirgsmooren (Aufnahmezeitpunkt: August 1977 und 1978)

9.1.2 Ammergauer Alpen

Noch sind erhebliche Trittschäden durch Weidevieh auf einzelne Moore beschränkt (Wasserscheid-, Krottenstein- und Kronwinklmoos im Halblechgebiet; Klebalp, Schwangauer Kessel; Kuh- und Lan-

genmoos an der Königsstraße). Im überwiegenden Teil der Ammergauer Berge ist der Weidebetrieb auf wenige größere Lichtalpfflächen konzentriert. Auf neugeschaffenen Lichtweiden im Rahmen von Integralsanierungen (Halblechsanierung) kann der Beweidungsdruck auf wertvolle Moorflächen besonders groß sein. Hier werden aber auch Moorkomplexe z.T. abgezaunt und damit gegen Trittschäden vollkommen abgesichert (Eckfilzen, Krottensteinmoos). Im westlichen Teil der Ammergauer Berge wurden weder Integralsanierungen noch Wald-Weide-Trennungen durchgeführt. Der als Folge der EG-Bergbauernförderung seit einigen Jahren stark zunehmende Viehauftrieb verstärkt ebenso wie im Allgäu den Druck auf Grenzertragsweiden in Mooren und Anmooren. So wurden im Schwangauer Weidegebiet im Gebiet der Roßhütte 1976 Hangmoorflächen und Hangerlenbrüche für die Jungviehsommerung neu eingezäunt. Weitere Meliorierungsmaßnahmen werden in Ammergauer und Allgäuer Gebirgsmooren nicht ausbleiben, wenn die Weideverknappung im Zuge weiterer Viehbestandsaufstockungen und Pensionsviehwachse fortschreitet.

9.2 Erholungsschäden

9.2.1 Allgäuer Alpen

Die Moore liegen häufig auf natürlichen Pässen (Sättel, Joche), auf aussichtsreichen Bergkämmen oder in leicht durchgängigen Hochtälern, mithin oft in der Nähe beliebter Wanderrouen. Zwangsläufig unterliegen sie daher mechanischen Belastungen ausgehend von Touristen und Bergwanderern. Da auch die besonders hochfrequentierten Verbundskigebiete flachere felsfreie Hanglagen bevorzugen, gerieten einige Moore in den Bereich von Lift- und Pistenplanierungen (z.B. Hangmoorgebiet bei der Bierenwangalpe am Fellhorn, Hochschelpengebiet bei Balderschwang; Hörmoosgebiet südlich Oberstaufen).

	Anzahl der Moore
Suhlen (Moorschlambäder)	6
ein moordurchschneidender Trampelpfad	9
mehrere moordurchschneidende Trampelpfade	10
Netz von Trampelpfaden und Trampelstellen	3 ¹⁾
Zertrampelung fast eines ganzen Moores	1

Bezogen auf die Gesamtzahl der in den einzelnen Höhenstufen aufgenommenen Moore ergibt sich die Verteilung in Abb. 23. Es bringt zum Ausdruck, daß hochgelegene Moore auf Sätteln und Kämmen in 1500–1800 m am meisten durch Touristen begangen werden. Zudem ist die Trittbefruchtung bei hochgelegenen Mooren bezogen auf die Moorfläche im allgemeinen größer, weil sie aufgrund der Geländelage meist nur 1–5 ha umfassen. Das alarmierendste Beispiel trittbedingter Moorzerstörung ist das Kernnatsrieder Moor bei Oberjoch

1) Mitgerechnet ist die erhebliche Beeinträchtigung des einzigartigen Hochmoores am Engenkopf durch morphologisch-stratigraphische Untersuchungen (allem Anschein nach eines größeren Studententeams) im Jahre 1981.

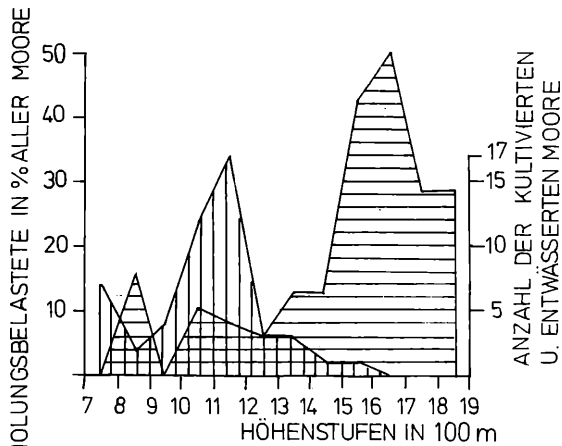


Abb. 23: Höhenverteilung der erholungs- und meliorationsbelasteten Moore in den Allgäuer Alpen (waagrecht schraffiert: Erholung; senkrecht schraffiert: Kultivierung und Entwässerung).

(1150 m). Es nimmt den Zwickel zwischen zwei von Sommertouristen vielbefahrenen Straßen und Parkplätzen ein. Ausgehend von angelegten Wanderwegen quer durch das Moor entwickelt sich ein Netz von breiig zerstampften Trampel- und Suhlstellen. Randbereiche werden durch die Wasserzuleitung für ein im Moor angelegtes Moorbad und durch großflächige Überfüllungen für Parkplätze geschädigt.

Sieht man von empfindlichen Trittveränderungen in Grinden- und Hochtalmooren um die Schwarzwasserhütte am Ifen, am Söllereck sowie am Weierkopf, Wannenkopf und Ochsenkopf in der Hörnergruppe ab, so stellt die touristische Trittbelastung eine im Vergleich zu Weide- und Wegebauschäden bescheidene Moorbeeinträchtigung dar. Es werden dadurch zwar Artverschiebungen, Moortrittgellschaften und nackte Torfstellen hervorgerufen, der Moorwasserhaushalt aber nur wenig verändert. Auch in den Hochlagenmooren ist der Sternseggentrittsrassen (*Caricetum echinatae*, ass. prov.) die verbreitetste Ersatzgesellschaft unter Tritteinwirkung auf Torf.

Irreparable Schäden entstanden aber durch Planierungen, Verfüllungen, Liftfundierungen und Gebäudeanlagen im Zuge des Skibetriebs. So wurden durch Geländeänderungen bei der Bierenwangalpe am Fellhorn etwa 3 ha des größten Allgäuer *Trichophorum caespitosum*-Hangmoorgebiets zwischen 1600 und 1700 m vernichtet (Abb. 18).

Auch am Schelpen bei Balderschwang, am Söllereck bei Oberstdorf, bei der Grasgehrenalpe am Riedbergerhorn, an der Kanzelwand- und Walmen-dinger Horn-Abfahrt im Kleinwalsertal wurden Lifte und Pistentrassen durch Hangmoore geführt. Im Kreisentwicklungsprogramm für den Lk. Oberallgäu wird eine Kapazitätserhöhung von Wintersportanlagen vor allem im Anschluß an vorhandene Erschließungen angestrebt. Da einige der interessantesten Moorgebiete der Hochlagen in unmittelbarer Nachbarschaft zu Lifterschließungen liegen, sind weitere schwere Moorbeeinträchtigungen nicht auszuschließen (Grasgehrenalpe, Schelpen, Hörmoos, Hochgratgebiet, südliches Ifengebiet, Söllereckgebiet, Abhänge der Fellhorn-Söllerkopf-Kette ins Kleine Walsertal, Edelsberg bei Pfronten). Einige der wertvollsten, in dieser Ausprägung in Deutschland unersetzlichen Grindenmoore auf Kämmen und Graten liegen in potentiell besonders gut erschließbaren Gebieten (Hörnergruppe, Roßkopfge-

biet bei Hindelang, Schwarzenberg bei Balderschwang u.a.).

Der großflächigste Fall erholungsbedingter Moorbeeinträchtigung traf das Talmoorgebiet westlich Dietrichs südlich Ofterschwang. Hier wurden 45 ha z.T. schlenkenartiger Übergangs- und Niedermoor-gesellschaften für den Rundkurs eines Golfplatzes drainiert, abplaniert bzw. verfüllt und mit einer Kunstrasenmischung begrünt.

9.2.2 Ammergauer Alpen

Fast alle Moore liegen abseits von Wanderrouten und Erschließungsanlagen. Die innere Erschließung für den öffentlichen Verkehr und den Erholungs-betrieb ist viel weitmaschiger als im Allgäu.

Für Touristen anziehende Almflächen sind auf kleine Inseln oder Hochtäler in ausgedehnten Bergwäldern beschränkt. Die meisten Moore sind von Wäldern umschlossen und oft nur schwer zu erreichen. Die Übernachtungszahlen der Talgemeinden liegen weit hinter den Werten des Oberallgäus zurück.

So verwundert es nicht, daß auf den Ammergauer Gebirgsmooren bislang keine nennenswerten Erholungsschäden aufgetreten sind.

9.3 Entwässerung, Kultivierung, Torfstich

9.3.1 Allgäuer Alpen

Eingriffe durch Vorentwässerung, Meliorierung, Kultivierung und Torfstich verteilen sich folgendermaßen auf die 101 untersuchten Moore:

	Anzahl der Moore
teilweise vorentwässert	21
nur randliche Niedermooranteile vorentwässert	5
langfristig drainierende Randgräben vorhanden	4
gesamtes Moor vorentwässert	10
teilweise kultiviert	4
durch Entwässerungsgräben sekundär Rüllenbildung ausgelöst	6
Meliorierung ohne Vorentwässerung (Düngung, Entstockung)	2
Torfstich	21

Klammert man die vollständig umgewandelten Talmoore aus, so erstrecken sich diese Maßnahmen auf den Höhenbereich 900–1200 m. Darüber wurden nur mehr wenige Vorentwässerungen von Moorteilflächen im Zuge von Alpverbesserungen angetroffen (bis 1600 m).

Der Torfstich wurde nicht nur in der Talregion, sondern auch in oft entlegenen Mooren der Alpre-gion bis ca. 1400 m NN betrieben (z.B. Kackenköpfe, Piesenkopf).

Es ist damit zu rechnen, daß manche abgeschlossene Melioration, die die vorgängige Moorvegetation nicht mehr erkennen läßt, dem Bearbeiter entgangen ist.

Bei anhaltender Weideverknappung ist mit weiteren Meliorationen auch oberhalb 1200 m zu rechnen. Die Durchführung von Dränungen, Entstockungen und Meliorationsdüngungen wird zunehmend durch

den derzeit sehr intensiven Alpwegebau erleichtert. *Maschinell-gewerblicher Torfabbau* fehlt bisher den eigentlichen Gebirgsmooren. Ein für den Florenbestand bedrohlicher Fall am Nordfuß der Allgäuer Alpen bedarf jedoch der Erwähnung: Eine Abbaufäche vernichtete im nordwestlichen Breitenfilz bei Rechtis einen Teil des dortigen Zwergbirkenbestandes (*Betula nana*) im minerotrophen Spirkenbruch und gefährdet mit ihren metertiefen, neu ausgehobenen Randgräben den unmittelbar angrenzenden Restbestand. Dieser endet in nur 150 m Entfernung vom Abbaurand und würde einer weiteren Ausdehnung des Abbaus fast vollständig zum Opfer fallen. Die Zwergbirke kommt im Gesamttallgäu nur mehr an 2 Stellen vor. Inwieweit der landschaftlich besonders eindrucksvolle Bestand der schleichen- den Entwässerung durch die Abbaugräben standhalten kann, bleibt ungewiß.

9.3.2 Ammergauer Alpen

Meliorationen wertvoller Laggbereiche und Übergangsmoorbruchwälder sowie kleiner Hochmoorteile wurden im Zuge der Integralsanierung des Halblechgebietes im Wasserscheidmoorgebiet durchgeführt. Diese Maßnahmen waren für einen positiven landeskulturellen Zweck bestimmt, nämlich Ersatzweiden für die Weidefreistellung großer Körperschaftswaldungen zu schaffen. Als Reaktion auf bedeutende Heimweidenverbesserungen im Tal und eine Älpungsbegünstigung aus dem EG-Bergbauernprogramm stockten die betroffenen Betriebe jedoch ihren Viehbestand erheblich auf. Im Bereich der Wasserscheidalpe wurde daher der Entlastungseffekt für den Bergwald durch den erhöhten Auftrieb wettgemacht. Außerdem neigen die meliorierten Moor- und Anmoorflächen zur erneuten Vernäsung, Verunkrautung und Verschlammlung bei Landregen und werden deswegen vom Weidevieh ungern angenommen. Der Waldweidebereinigung war daher in diesem Teil der Ammergauer Alpen bisher nur ein Mißerfolg beschieden. Dies ist umso bedauerlicher, als die Moormeliorationen in einem Naturschutzgebiet vorgenommen wurden. Im Gegensatz zum Hochallgäu beschränken sich jedoch Meliorationsvorhaben in den Ammergauer Bergen auf wenige ausgewählte Alpstandorte.

Der *Bademoorabbau* im Altenauer Moor liegt bedauerlicherweise in nächster Nähe zu dem von LIP-POLDMÜLLER 1980 neu entdeckten *Trientalis europaea*-Bestand nördlich außerhalb des Naturschutzgebietes. Da es sich hier um den einzigen südbayerischen Bestand neben dem viel bescheideneren Vorkommen am Wagenbrüchsee bei Krün (LOTTO & LOTTO 1975) handelt, ist eine Ausdehnung des Abbaues nach Süden und Südwesten unbedingt zu verhindern.

9.4 Wildschäden in den Gebirgsmooren

In diesem Punkt schälen sich besonders deutliche Unterschiede zwischen den beiden Moorgebieten heraus.

Die Ammergebirgsmoore liegen nur ausnahmsweise in Lichtweidegebieten. Sie sind ungestörte Wildeinstandsplätze in großen zusammenhängenden Rotwildbesatzgebieten.

Im Hochallgäu hingegen konzentriert sich der Rotwildbesatz auf stärker bewaldete Teilflächen, wo er allerdings die Dichte des Ammergebirges erreicht, wenn nicht übertrifft. Ganzjährig ungestörte Einstandsplätze in den Mooren sind im Hochallgäu viel

seltener als im Ammergebirge, weil sie stark mit Alpflächen und Wintersportanlagen durchsetzt sind. Durch weitgehende Entwaldung im Zuge des Weidebetriebes haben die Hochallgäuer Moore ihre Indikatorfunktion für überhöhte Schalenwildichten (Schäden an Moorgehölzen) weitgehend eingebüßt.

9.4.1 Allgäuer Alpen

Nach KARL, DANZ und MANGELSDORF (1969) herrschte in der besonders moorreichen Westallgäuer Hörnergruppe seit gut 8 Jahrzehnten eine Rotwildichte von ca. 20 Stück je 100 ha Einstandsfläche (= Waldfläche). Auch heute noch gehören die Allgäuer Alpen zu den schalenwildreichsten Gebirgsabschnitten Bayerns. Allein beim Reduktionsabschluß 1977 wurden 2400 Stück Rotwild erlegt. Der Landkreis Oberallgäu setzte jüngst eine im Hinblick auf Laubholz- und Tannenverjüngung weit überhöhte Zieldichte für Rotwild (3,5 bis 4,0 Stück/100 ha) fest, die durch Reh- und Gamswildichten von 2–4/100 ha bzw. 1,8/100 ha überlagert wird (Kreisentwicklungsprogramm Oberallgäu, S. 133). Trotz der hohen mittleren Wildichten sind wildbedingte Moorschäden vornehmlich in entlegeneren walddreichen Moorgebieten festzustellen. Die eingangs zu Kap. 9.4 geschilderten Verhältnisse dürften hierfür verantwortlich sein.

Verbreitet sind in solchen Moorgebieten Vegetationszerstörungen durch *Wildsuhlen* (52 von 101 Moore). In 16 Mooren befinden sich sogar zwei oder mehrere Suhlen. In Einzelfällen werden dadurch wertvolle Teile der Moorzonation (insbesondere Zentralschlenken) schlammig umgewühlt.¹⁾

Schäl- und Fegeschäden an Moorgehölzen sind in 22 von 101 Mooren aufgetreten. Verbreitete Schadbilder sind hellschimmernde geschälte Latschenstämme, Fichtenäste und abgestorbene Latschenwipfel. Auch einzelne abgestorbene Spirken (*Pinus rotundata* grex arborea) wurden beobachtet. Eine Konzentration der Schäl- und Fegeschäden auf wenig erschlossene und beweidete Moorgebiete ist unübersehbar (z.B. Moore um den Engenkopf, Schönthalalpe, Kühberg). Die unzähligen kleinen Verbißfichten auf den Hochlagenmooren können auch auf Rindvieh zurückgehen. Da schäl- und fegefähige Gehölze auf den alpnahen Mooren meist fehlen, ist hier der Schalenwildeinfluß nur schwer feststellbar.

9.4.2 Ammergauer Alpen: Spirkensterben

Das Wildproblem tritt in den Ammergauer Gebirgsmooren ungleich schärfer in Erscheinung.

Wildsuhlen sind in nahezu allen Mooren vorhanden. In mehreren Fällen (z.B. am Herzigen Bergel) werden zentrale Schlenkengesellschaften, die dem Moor sonst fehlen (z.B. *Sphagnum dusenii*-*Scheuchzeria*-Schlenken) total zerstampft und umgewühlt.

In höchstem Maße alarmierend ist das Ausmaß der Schäl- und Fegeschäden an Moorgehölzen. Niederliegende Bergkiefern und Jungfichten werden geschält; baumförmige, bis in etwa 2 m Stammhöhe astfreie Spirken, bisweilen auch Moorfichten werden gefegt bzw. »geschlagen«. Um den Stammfuß der Fegespirken entstehen zertrampelte Ringzonen von etwa 4 m Durchmesser, die mit abgebrochenen dünnen Aststücken übersät sind. Die locker bestockten Spirkenfilze gehören zu den bevorzugten Rotwildfegeplätzen des Ammergebirges überhaupt.

1) Eine erst 1980 oder 1981 entstandene Hirschsuhle vernichtete sogar einen Teil eines Hangsickermoores mit dem seltenen Eiszeitmoos *Paludella squarrosa* W Oberstdorf.

Folgende Umstände scheinen dies zu begünstigen:

- Der intensive Harzgeruch und die Elastizität des Stammholzes wirken auf den Hirsch besonders anziehend (GEHRING mdl.).
- Die Fegebewegung des Hirsches wird durch die hohe Beastung der Spirke erleichtert. Die dünnen Aststücke des Stammes werden leicht abgebrochen. Fichten erschweren das Fegen durch besonders im Freiland tiefere Beastung.
- Die Stammdurchmesser der Spirken überschreiten 30 cm nur selten. Ein Schlagen und Wetzen einzelner Gemeinhirschen ist bei mäßigen Stammdurchmessern leichter möglich.
- Vielleicht wirkt die durchgängige Lichtstellung der Spirkenbestände besonders anziehend als Rudelstand und Fegeplatz.

In den Mooren um den Hennenkopf, am Herzigen Bergel und entlang der Königstraße sind durch Schlagen geschädigte, absterbende oder bereits abgestorbene Spirken am häufigsten. Das Wasserfilz südlich Buching, eines der schönsten Ammergebirgsmoore überhaupt, hat seinen Spirkenbestand fast ganz eingebüßt. Bestände von grauen, entrieten Strüngen erinnern an die ehemalige Spirkenzone im Randbereich.¹⁾

Ganz oder teilweise abgestorbene Bäume sind in nahezu allen Spirkenfilzen des Naturschutzgebiets Ammergauer Berge beigemischt. Auch in Rotwildrevieren des Vorlandes nördlich des Bannwaldsees und im Sulzschneider Forst sterben immer mehr Moorspirken durch Schlagen und Schälern ab. So hat das Wannenfilz zwischen Bannwald- und Forggensee fast alle Spirken verloren.

In den Filzen entlang der Königstraße am Ammergebirgsnordfuß ist der Anblick rötlicher entborkter Ringe an den Stämmen und eingestreuter braun benadelter Bäume nachgerade charakteristisch.

Im Unterschied zum Hochallgäu sind im Ammergebirge die Moore allgemein als wichtige Indikatoren für einen vertretbaren Schalenwildbesatz anzusehen. Die Tatsache, daß die Letalitätsrate insbesondere der Bergkiefern in den letzten Jahrzehnten stark angestiegen sein muß, läßt darauf schließen, daß früher viel weniger Wild das Ammergebirge im Dauereinstand bevölkerte. Werden die Reduktionsabschnitte im Ammergebirge nicht erheblich verstärkt, so ist eine Vernichtung aller Moorspirkenbestände nicht mehr auszuschließen.

9.5 Moorbeeinträchtigung durch Wegebau, Straßenbau und Abraum

9.5.1 Allgäuer Alpen

Bis 1977 waren 36 (35%) der untersuchten Allgäuer Gebirgsmoore von Alpwegen durchschnitten oder tangiert. Zwischen 1977 und 1980 sind mindestens 10 weitere Moore durch Neutrassierungen von Straßen und Wirtschaftswegen geschädigt oder weitgehend zerstört worden:

- Rodung und Durchschneidung des Spirkenfilzes bei Hellengerst im Wierlinger Wald bei der Vorbereitung der A 98 Kempten-Weitnau; auf der freigelegten Nadelstreu der Moorswälder ist derzeit eine Neubildung von Hochmoorbulten im Gang, möglicherweise ein Modellfall für einen bisher wenig beachteten Weg der Hochmoorregeneration (Einschlag wertloser Mooraufforstungen). Sollte sich der Bau der A 98 auch weiterhin verzögern, so können auf den 1981 vom Verf. angelegten Dauerbeobachtungsflächen Erkenntnisse über den Sukzessionsverlauf erwartet werden.

- Zerstörung der Randbereiche des Jauchenmooses bei Oberstdorf durch die neue »Spange« ins Kleinwalsertal (im Zusammenwirken mit einer großen öffentlichen Mülldeponie und Kultivierung wurden die 1977 noch feststellbaren Glazialrelikte *Carex heleonastes*, *C. chordorrhiza*, *Eriophorum gracile*, *Meesia triquetra* (vgl. DÖRR 1964 ff.) zum Verschwinden gebracht)

- randliche Durchschneidung des Kematsrieder Moores bei Oberjoch durch die neue Umgehungsstraße Oberjoch

Durchschneidung und damit verbundene Grabenentwässerung einer Reihe von kleinen Hangmooren beim Alpwegebau Rohrmoos-Piesenalpe im Jahre 1980

- Durchschneidung einer geringmächtigen Hangmoorzone im Bereich des Ziebelmooses oberhalb der Dinigörgenalpe/Gutswieser Tal (1977)

- Ausbau der Straße Rohrmoos - Hirschgund; dabei Eintiefung einer Grabenentwässerung im ausgedehnten Deckenmoorbereich an der Wasserscheide Rhein/Donau (Austrocknung von *Scheuchzeria palustris*)

- Randliche Beeinträchtigung des Gatterschwangmooses im NSG »Ifen und Gottesackerwände« durch den Erschließungsweg zum Großsteinbruch bei den Kackenköpfen

Durchschneidung des wertvollen Sattelmoores bei der Unteren Wilhelminen alpe südlich Gunzesrieder Säge durch einen Wirtschaftsweg anstelle eines vorgängigen Knüppelweges (1978); ein System von höhenliniengleichen Flarken und besonders tiefen Rüllen, die diesem morphologisch und floristisch besonders bemerkenswerten Hochlagenmoor eine ausgeprägte subarktische Note verliehen, wurden durch Wegedurchlässe ausgeleitet. Seit 1978 ist das Erscheinungsbild im Durchschneidungsbereich grundlegend verändert (Sackung der Kolke und Schwingrasen; Florenveränderung durch Ausschwemmungen aus dem auf Filzmatten ins Moor geschütteten Wegekörper).

Da der Alpwegebau angesichts zunehmender Auftriebszahlen, steigender Pensionsviehaufnahme und Personalverknappung fortgeführt werden wird²⁾, ist mit weiteren Moorbeeinträchtigungen zu rechnen. Auch der Forstwegebau - hier vor allem im Staatswaldbereich - veränderte den Wasserhaushalt einiger wertvoller Gebirgsmoore, so z.B. die Laggzone des wohl schönsten hochgelegenen Spirkenmoores der bayerischen Alpen im Metzwald SE des Grüntens, eines sehr hochstämmigen Spirken-Fichten-Erlen-Hangmoores unterhalb davon, die Hangwasserzuflußzone des Sybellenmooses (vgl. LANGER 1961), eines bis dato unberührten kolkreichen Wasserscheidenmoores zwischen Iller und Wertach. Das entgegengesetzte Ende der erstgenannten Spirkensattelmoores (1200 m NN) wurde bereits durch einen Kahlschlag der Randwälder lokalklimatisch und hydrologisch beeinflusst. Die Dränwirkung des Forstweges bei der Oberen Bichleralpe S Wertach brachte randliche sehr hochstämmige Spirkenbestände eines ebenfalls sehr eindrucksvollen Spirken-Sattelmoores (1220 m NN) zum Absterben (anscheinend über ausgelösten Schädlingsbefall).

1) Eine Folge davon ist die verstärkte Umwandlung von Wachstums- oder Stillstandskomplexen in erodierte *Trichophorum*-Abbaustadien.

2) Im Alm-/Alpbereich der bayerischen Alpen waren 1980 seitens der Alm-/Alpwirtschaftlichen Verbände ca. 150 km zur Neutrassierung vorgesehen, davon etwa 50 km im Allgäu. Die Wünsche der Alm-/Alpbewirtschafter liegen allerdings wesentlich höher (ENGELMAIER et al. 1980).

In Mooren geschüttete Bankette von Straßen und Wirtschaftswegen wirken als:

1 Dränstränge (mehrere bis viele Meter breite Austrocknungszone proportional zu unterschiedlichen k_f -Werten der betroffenen Torfarten und dem Moorwasserergefälle)¹⁾ Moorbestimmende Schichtquellhorizonte und Hangwasserzüge können vor Mooreintritt abgefangen und abgeleitet werden (z.B. Sybellenmoos am Grünten, Hangmoore der Alpe »Auf dem Horn« bei Rohrmoos).

2 Quellen ökochemisch störender Einschwemmungen (kalk-, ton- und nährstoffreiche Stoffe werden auf saure, kationenarme Hochmoore auf meist kalkarmen Gesteinen des Flysch und Helvetikum aufgebracht;²⁾). Von moortangierenden Straßen im Winter abschwemmtes NaCl (KCl, CaCl₂) bewirkt: a) eine Na-Anreicherung (im Mai neben Autobahnen des Alpenrandes noch 100 ppm – PEER 1981), b) eine weitreichende Cl-Einwaschung (mobiles Anion!), c) synergistische Veränderung der Bioelementkombination und Alkalisierung (saure Hochmoore!), d) eine Gefügeverfeinerung und Verdichtung der erfaßten Torfe (Abflußregime!). Die Na-Zufuhr wirkt allgemein kumulativ (nach 18 Jahren 10–15fach gegenüber Anfangsjahr; PEER 1981), insbesondere aber in eingesenkten, gegen vertikale Perkolation durch Gleysöckel und Totwasser abgedichteten Mooren (sinks). Die Reichweite der Tausalz-Aerosole (100–200 m) und der Fahrbahnabschwemmungen dürfte in vielen Mooren das normale Maß überschreiten, weil die hydraulische Leitfähigkeit vertikal gering, in den obersten 20 cm lateral aber sehr hoch sein kann (CHAPMAN 1965). Es ist zu prüfen, ob solche Moore, insbesondere auf Hangverebnungen unterhalb von gestreuten Straßen nicht die Abdrift zugeführter Elektrolyte begünstigen, ähnlich wie es z.B. für Stagnogleye auf Schwarzwald-Missen von SCHLICHTING (1975) dargestellt wurde.

3 hydrologische Staukörper (dichtgeschlammte oder lehmig-tonige Bankette schneiden mooreigene oder moorspeisende Wasserzüge ab und lenken sie um; z.B. Rückstau durch Uferwege in die Kalkflachmoorökosysteme um den Weißen-, Schwan-, Sims- und Chiemsee; sekundär gesacktes Gehänge zum dränenden Trassenkörper hin erzeugt lateralen Moorwasserstrom und verstärkt Einstau; vgl. auch Abb. 1 in HEBESTREIT 1979)

4 Kaltluftstaudämme und Windbremsen (falls Trasse über Gelände verläuft)

5 Ausbreitungs- und Bewegungsbarrieren für viele mooroberflächen-, torf- und wasserbewohnende Organismen (hiervon dürften u.a. betroffen sein: Schwimmkäfer, epigäisch lebende Käfer – vgl. MADER 1979 –, Rückenschwimmer, Wasserläufer, Wasserwanzen, Wasserspinne, Molche, moortypische Kiesel- und Schmuckalgen und sämtliche Planktonorganismen, die an der Mooroberfläche und in Schlenken- oder Rüllensystemen driften).

6 Veränderung des Temperaturhaushalts trassennaher Moorbereiche mit seinen Folgewirkungen (Wassererwärmung in Stautümpeln am Trassenrand, nächtliche Wärmeausstrahlung in den stark abgekühlten bodennahen Luftraum und die Torfe;

1) Im Extremfall Toniskopfalpe wurden angeblich 8 m Torf ausgekoffert und mit Kies aufgefüllt (Mitteil. eines Mitgliedes der dortigen Alpgenossenschaft); diese Angabe deckt sich allerdings nicht mit der von LAFORCE (mdl.) ermittelten maximalen Torftiefe.

2) Im Moor bei der Wilhelminen-alpe stellten wir bereits 2 Jahre nach dem Wegebau einen pH-Anstieg von etwa 4,0 (Hochmoor) auf 7–9! (Bankettfuß) fest.

erhöhte Mineralisationsraten, Produktionssteigerung in Abstimmung mit der durch Nährstoffanreicherung vergrößerten »carrying capacity«, Abschmelzverfrühung bzw. Einschneiverspätung aufgrund höherer Wärmeleitfähigkeit und spezifischer Wärme des Wege- gegenüber dem Moorkörper)

7 Seitliche Mooraufpressungen infolge Materialschüttung in Naß- und Lockertorfen (z.B. 1976 durch Straßenbau im Stucksdorfer Moos), Kompressions- und Zerreißeffekte durch Moorsprengungen (z.B. A 95 durch ein Spirkenfilz bei Penzberg); laterales Abgleiten von Schüttmaterial in Untermoor-Wasserlinsen mit langfristigen moorchemischen Folgen (z.B. 1980 beim Wasserleitungsbau durch die Stammbeckenmoore bei Großweil)¹⁾

Natürlich treten diese Wirkungen in jedem Störfall mit anderer Intensität und anderen Schwerpunkten auf; ausnahmsweise können sie sogar einander entgegenwirken (z.B. Kaltluftstau und Moorerwärmung). Es ist aber zu betonen, daß in den meist hängigen und wasserzügigen Gebirgsmooren Dräneffekte ungewöhnlich weit spürbar sein dürften. Im Wilhelminenmoor (1380 m NN) und im Rohrmoosgebiet (1080 m NN) wurden 1980 bzw. 1977 Dauerbeobachtungsflächen abgegrenzt und über ein 1 m²-Raster einzelarten- und pH-kartiert. Durch Nacherausfassung zu späteren Zeitpunkten soll das mögliche Ausgreifen der Eutrophierung bzw. Austrocknung (u.U. Vernässung) verfolgt werden.

1977 wurden in 10 Allgäuer Gebirgsmooren größere Abraumverfüllungen und Anschüttungen von Wegebbaumaterial festgestellt. Im Kematsrieder Moos bei Oberjoch ging die westliche Laggzone mit Standorten des Eiszeitmooses *Meesia triquetra* weitgehend verloren. Hier wurde ebenfalls (1978) ein Dauerbeobachtungstranssekt angelegt. Bereits heute sind floristische Umwandlungen ursprünglich ombrotropher Bultgesellschaften bis in eine Entfernung von 7–10 m vom Deponierand feststellbar (Ringler 1981 a). Bei der Alpe »Unter dem Horn« westlich Tiefenbach wurden Sweertia-reiche Hangquell- und Übergangsmoore auf mehreren Hundert Metern entlang eines neugebauten Alp- und Holzabfuhrweges überfüllt; ein 10–50 m breiter Schilfgürtel (obere Höhengrenze des Phragmites-Areals in diesem Klimabezirk!) hat hier die vorgängigen Davallseggen- und Rasensimsenrieder bereits ersetzt.

Die Verfüllungsgefahr setzt im allgemeinen erst mit der Wegeerschließung ein. Ein Sonderfall ist die Einfüllung von Abraum und Metallteilen in die meter tiefen Spalten eines jüngst aufgetretenen Moorbruches östlich oberhalb der Kindsbangetalpe im Gutswieser Tal. Die Einbruchgefahr für das Weidevieh wurde damit vorübergehend gebannt, das Abgleiten der Torf- und Verwitterungstonpakete in den bereits wild zugeschobenen Vorfluter dürfte jedoch in Naßperioden weitergehen (schrägstehende Fichten).

9.5.2 Ammergauer Alpen

Der Ausbau ehemals primitiver Holzabfuhr-Winterwege (Ziehwege), z.gr. T. Knüppelwege, im Wasserscheidgebiet (Halblech/Halbammer) durchschnitten eine Reihe von Latschenmooren, Übergangsmooren und Hangbruchwäldern. Die Beeinflussungszonen reichen in einen der höchstgelegenen *Carex* chor-

1) Sämtliche unter 7 aufgeführten Beispiele entstammen außerallgäuer Gebieten; derartige Effekte traten wahrscheinlich aber auch hier bei massiven Moorzerschneidungen auf.

dorrhiza-Bestände Bayerns (KAULE 1973 b), im Eckfilz in eines der wenigen süddeutschen Carex paupercula-Vorkommen.

1977 begann der Wegebau zum Kronwinklmoos, einem der wichtigsten Schutzobjekte des Ammergebirges. Auch der Knüppelweg durch die Mooreihe Kugelwälz-Hennenkopf-Roßhütte oberhalb Buching ist im Sanierungsprogramm Halblech zum Ausbau vorgesehen.

Ein Walderschließungsweg (wie auch in den vorgenannten Fällen im Bereich der Waldkörperschaft Buching-Trauchgau) durch das Aschenmoos östlich des Krottensteinmooses war nach Mitteilung des Wasserwirtschaftsamtes Kempten 1976 geplant und würde einen der vitalsten, auffallend hochstegelegenen Bestände der Patagonischen Segge (Carex magellanica) betreffen. In nächster Nähe waren bereits 1976 großflächige Moorzerstörungen durch Holzschleifen und Einsatz schwerer Bringungsgeräte eingetreten.

Der Moorkomplex bei der »Blauen Gumpe« im Elmautal, ebenfalls im NSG »Ammergauer Alpen« gelegen, wurde schon vor längerer Zeit von einem staatlichen Forstweg durchschnitten.

Es würde hier zu weit führen, all die vielen kleineren Hanganmoore und geringmächtigen Vermoorungen zu erwähnen, deren Vorflut und Wasseraussickerung durch querschneidende Forst- und Wasserwirtschaftswege beschleunigt wird (Flysch- und Randzone: z.B. Lettenflecke/Lobental, Herzigs Bergel/Halblech, Wachsbichel-Rabenmoos entlang des Königstraße und an der Illach). Walderschließungswege an diesen meist besonders flachen (Sattel, Hochtal- oder Hangschulter-)Lagen »vorbeizutrasieren« scheint ebenso schwierig wie, Familienabfahrten und Bergstationen aus den bevorzugten Birkhahnbalzplätzen herauszuhalten (MEILE 1979). Einer besonderen Erwähnung bedarf jenes Dreieck öffentlicher Straßen, welches den wohl wertvollsten, an seltenen Arten reichsten Moorkomplex der Ammergauer Alpen, das Ettaler Weidmoos, einkesselt. Das schon lange vorhandene Straßennetz ist dabei weniger zu beklagen als die großflächigen Auffüllungen auf der Ost- und Westseite des Moores in seinem Gefolge (sowie die in König-Karl-Zepter-Beständen neuangelegten Wanderwege, der hochwassersichere Ammerausbau und die anhaltende Kultivierungen (vgl. JUNG 1963).

9.6 Querschnitt der Moorbeeinträchtigungen in den bayerischen Alpen östlich der Ammer

Die exemplarische Darstellung der Situation in den beiden wichtigsten Mooregebieten Allgäu und Ammergau erspart ein ähnlich detailliertes Vorgehen in den Berchtesgadener und den restlichen oberbayerischen Alpen.

Für 4 Alpenlandkreise, in denen der Verfasser die allermeisten Gebirgsmoore aus eigener Anschauung kennt, gibt die Tabelle (s. unten) einen gerafften Überblick. Zu berücksichtigen ist dabei, daß viele Moore nur einmal zwischen 1973 und 1980 besucht wurden. Bei den Weideschäden ist also nicht immer der neueste Zustand erfaßt. Zusätzlich gestörte Moore sind also nicht auszuschließen. In den anderen Beeinträchtigungsbereichen beruhen einige Nennungen auf einer systematischen Luftbilddauswertung (Befliegungsserie der Photogrammetrie GmbH München, freigeg. Reg. v. Obb. G 788/314; Befliegungsjahr 1974). Auch hier ist mit seither hinzugekommenen Fällen zu rechnen. Kleinere geringmächtige bis anmoorige Hangquellmoore sind größtenteils nicht erfaßt, ebenso wenig Moorkomplexe, die vor 1973 bereits vollständig melioriert oder ausgehoben und überbaut waren.

Bei den folgenden Andeutungen wird besonders auf Nutzungskonflikte abgehoben, die im Allgäu und Ammergau fehlen oder weniger hervortreten.

Weidebelastung

Trotz geringerer Almlichtflächenanteile fallen auch hier die meisten Hochlagenmoore in den Trampel- und Eutrophierungsbereich des Weideviehs. Vollständig ihrer Latschenbestockung beraubte und stark erodierte Hochmoorkörper wie z.B. Funtensee-, Priesberg- und Schwimmend-Moos (Lkr. Berchtesgadener Land), Chiemhauser Alm (Lkr. Traunstein), Acker- und Käsalm (Lkr. Rosenheim), Plankenstein- und Rote Valeppalm (Lkr. Miesbach) lassen ahnen, daß der Konflikt Moorschutz/Älpung nur wegen der viel spärlicheren Moorkomplexe in Oberbayern weniger hervortritt.

Einige von Almbewirtschaftern freiwillig unterhaltene Moorabzäunungen (z.B. Saletstock am Königssee, Anthauptenmoos/Lattengebirge, Schwingrasen auf der Ackeralm am Geigelstein) können als Vorbilder für die künftig unumgängliche Trennung schutzwürdiger Moorsinseln vom Weidebereich gelten.

Meliorationen

Entwässerungs- und Intensivierungsmaßnahmen erstrecken sich derzeit vor allem auf ehemals streug genutzte Hangquellmoore und leicht vorentwässerte Pfeifengraswiesen der Talböden. So ist der Streuwiesenverlust auf dem Samerberg (Lkr. Rosenheim) infolge Intensivierung und Maisumbruch während der 70iger Jahre mit mehr als 50% anzusetzen. Wo Hochmoorkörper mit erheblichen Flächenanteilen »störend« in die Kernweideflächen hineingreifen, werden auch diese geschwendet und melioriert (z.B. mehrere Hochmoore des Hemmersuppen-Moordistrikts ob Reit im Winkl, Teile des Lexenalm-

Zahl der beeinträchtigten Alpenmoore in 4 oberbayerischen Landkreisen

	Moor(komplex) ganz oder auf wichtigen Teilflächen		Torfstiche	Siedlung (Gebäude, Müll, Abraum)	Wege- und Straßenbau	Tourismus (großflächiger Tritt, Pisten, Lifte, Planierung)
	vom Weidevieh zertreten	melioriert (entwässert, aufgedüngt)				
Berchtesgadener Land	8	6	3	3	5	1
Traunstein	14	16	7	3	12	5
Rosenheim	10	11	2		3	3
Miesbach	8	10	6	3	11	6

und Röthelmoos-Distrikts) Entwässerungsversuche in geringmächtigen Übergangsmooren über Gleystandorten mit sehr geringer Wasserleitfähigkeit sind bisweilen fehlgeschlagen. Z.B. ist die hochmoorartige Artenkombination einer Rückenvermoorung bei der Almkirche Winklmoos (Lkr. Traunstein) trotz eines 8 m dichten Drännetzes und erheblichen Startdüngergaben (mdl. Mitt. d. Almgengesellschaft) praktisch unverändert: Einige *Poa annua*-, *Deschampsia caespitosa*- und *Trifolium*-Pflänzchen verlieren sich etwa 15 Jahre nach dem Kultivierungsversuch im »unbeeindruckten« Torfmoosrasen.

Siedlung mit Folgeerscheinungen

Ausgedehnte Talmoore treten häufig in *Platzkonkurrenz* zu Dauer- und Feriensiedlungen (z.B. Inzell, Schönau bei Berchtesgaden, St. Valentin bei Ruhpolding, Aurach bei Schliersee, Pulvermoos bei Unterammergau). Siedlungsausläufer (Inzell), Camping- und Sportplätze (z.B. Auracher Filz, Inzell, Tennsee-Ufermoor bei Mittenwald) dringen verschiedentlich in urtümliche Moore und Torfstichgebiete vor. Kläranlagen, großflächige Auffüllungen und Gewerbegebietsgrenzen stehen im Extremfall dort, wo ADE zum letzten Mal auf deutschem Boden das Eiszeitrelikt *Carex microglochin* festgestellt hat (Pulvermoos bei Unterammergau). Das rasch um sich greifende Problem der Badeschlammagerung im Umkreis von Moorbadeorten (Bad Aibling, Bad Feilnbach, Bad Kohlgrub u.a.) wurde bisher meist durch Belastung von Torfstichgebieten und Flachmooren am Alpenrand »gelöst« (z.B. NSG Auer Weidmoos). Eine Recyclingmöglichkeit durch Wiederaufbereitung zu Gartentorf zeichnet sich ab, wird aber noch kaum genutzt (LOOSE mdl.).

Wege- und Straßenbau, Energie- und Wasserleitungen

So brennend die »Platzkonkurrenz« zwischen Wirtschaftswegen und Hochlagenmooren auch im oberbayerischen Gebirge ist (z.B. Mehrfach-Anschnitte im Hangmoorgebiet Gindelalm), so verblaßt sie doch gegenüber Großtrassen im Bereich der Tal- und Stammbeckenmoore. Das bedeutendste mitteleuropäische Moor (Murnauer Moos) ist ebenso wenig vor Autobahnneubauten geschützt wie der einzigartige loisachnahe Talmoorkomplex des Pfrühl- und Oberauer Moores mit den berühmten »Sieben Quellen«. Ein Straßenausbau bedroht sogar die Kalkflächmoorteile des NSG »Mettenhamer Filz« im Tiroler Achental. Eher in Grenzen zu halten und einer Regeneration zugänglich sind Moordurchschneidungen von Ölpipelines (z.B. Abdeckerfilz bei Großholzhausen), Hochspannungsleitungen und der neugebauten Münchner Wasserleitung (z.B. am Rand der Loisach-Kochelseemoore). Eine Reihe kleinerer Straßenneutrassierungen (z.B. durch ein *Iris sibirica*-Flachmoor bei Raiten/Achental) schaffen Naturschutzprobleme von nur örtlicher Größenordnung. Schwerer wiegt z.B. der Verlust eines der letzten süddeutschen König-Karl-Zepter-Bestände am Rand des Murnauer Moores bei Eschenlohe im Bereich der A 95. In Sonderfällen werden Kernteile unersetzlicher Kalkflachmoore verfüllt, wenn Autobahntrassenpläne ihre Schatten vorauswerfen (größtflächigster *Cladium mariscus*-Bestand Schwabens am Weißensee).

Tourismus

Sommertouristische Trittschäden sind in den oberbayerischen Gebirgsmooren zwar derzeit noch von untergeordneter Bedeutung, dafür aber Pistenpla-

nierungen und Schlepplifttrassen (z.B. Winklmoosalm, Rote Valeppalm am Spitzingsee), Wanderwegbankette (z.B. Spitzingseeufermoor), Berggaststätten mit ihrer Zusatzbelastung durch Infrastruktur und Abwasser (z.B. Hochtalhochmoore bei der Schwarztännalm (Lkr. Miesbach – vgl. HOHENSTATTER 1973, Winklmoos, Hindenburghaus am Hemmersuppen-Moordistrikt; vgl. auch Schwarzwasserhütte im Allgäu). Dabei sollte ein Blick auf die gigantischen wintertouristischen Erschließungsprogramme in großartigen zentralalpinen Hochlagenmoorgebieten (z.B. Radstätter Tauernpaß) nicht von den Problemen »vor der eigenen Haustür« ablenken.

Spezialfälle sind die Aufstauung von Alpen- oder Alpenrandmooren (z.B. Illasbergsee bei Roßhaupten, Rottach-Talsperre nächst einem alpinen *Erica tetralix*-Vorkommen bei Enterrottach, Grüntensee bei Wertach, wieder aufgegebener Kraftwerksplan für das Arzmoos am Wendelstein), Freizeitparks (Auer Weidmoos), die Errichtung von Falknerei-Gehegen inmitten oligotropher Talniedermoore (Sutten/Lkr. Miesbach), erhebliche Trampel- und Lager-schäden entlang von straßennahen Niedermoorbächen (N Blecksteinhaus/Lkr. Miesbach) durch Naherholer und insbesondere Angler.

Bei den *Trittwirkungen* auf die Moorvegetation ist in erster Näherung zwischen weich-plastischen und trocken-festen oberflächennahen Torfen zu unterscheiden. Im ersten Fall werden Torf und Moosdecke bei massiven mechanischen Erholungseinwirkungen breiig durchmischt, ohne daß sich eine Ersatzgesellschaft mit charakteristischer Artenkombination einstellt (z.B. NSG Wildseefilz bei Saulgrub; vgl. auch Oberstdorfer Moorbad im Allgäu). In den häufigeren Stillstands- und Erosionskomplexen der bayerischen Alpen breiten sich auf stark betretenen, zwergstrauchverheideten, *Sphagnum nemoreum*- und *Trichophorum caespitosum*-dominierten Hoch- und Übergangsmoortorfen Sternseggenrasen (*Caricetum echinatae* ass. prov.) aus (z.B. Winklmoos, Kläpersee; vgl. auch Moorkette im Schwarzwassertal/Allgäu). Stark beanspruchte Kalkflachmoore bestocken sich mit Gelb- und Hirsenseggen-reichen Ersatzgesellschaften. Wenngleich Moorkolke höherer Lagen gern besucht werden, sind die mechanischen Schäden dank frostbedingter standfester Uferwülste vielfach noch kaum besorgniserregend (vgl. auch die ernsteren Schäden um den »Latschensee« im NP Bayerischer Wald und die gelungene Fernhaltung unzähliger Besucher von den empfindlichen Kolken im Schwarzen Moor/Rhön). Interessant ist, daß moorquerende Schleppliftspuren ganz ähnliche Trittgeseellschaften ausbilden können wie sommerlicher Tritt (Hangübergangsmoore Roßalm bei Reit i. W.).

9.7 Allgemeine Kennzeichnung der Beeinträchtigungen bayerischer Alpenmoore

Abb. 24 verallgemeinert einige der vorstehend skizzierten Situationen und faßt sie in einem fiktiven Landschaftsausschnitt zusammen. Dabei wird deutlich, daß die einzelnen »Moorstockwerke« der bayerischen Alpen jeweils spezifischen Bedrohung(schwerpunkt)en ausgesetzt sind: Moore der ausichtsreichen Kammlagen der Pflanzenbeschädigung und Trittverdichtung durch den Sommertourismus (z.B. Torfhügelmoor an der Kanzelwand, Gipfel- und Kammvermoorung am Wannenkopf/Hörnergruppe; vgl. hierzu auch die Trittschäden in Mooren am Rachel und an der Schneekoppe/

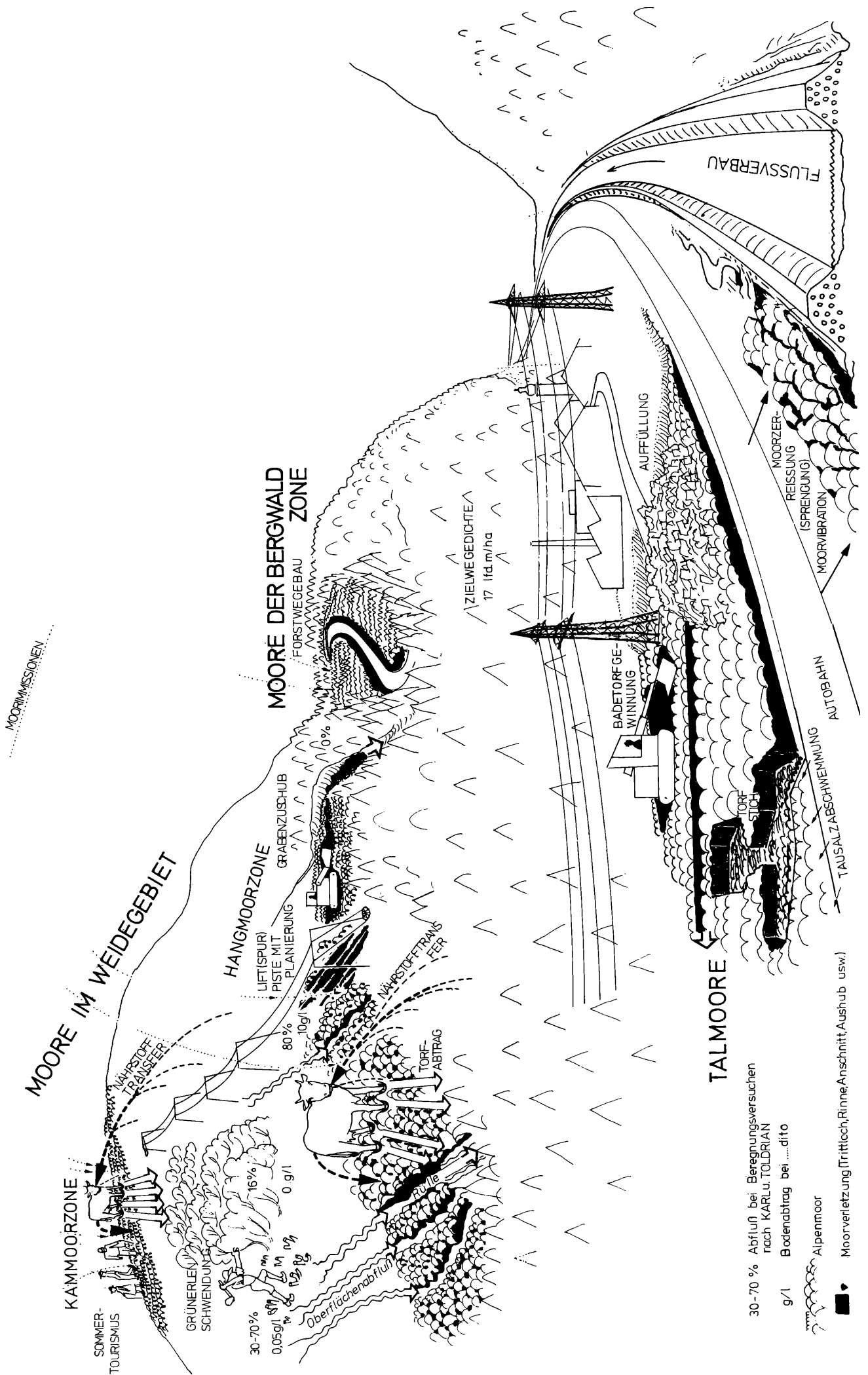


Abb. 24: Moore im Nutzungssystem der bayerischen Alpen (schematisches Schaubild drängt Aktivitäten auf einem fiktiven Ausschnitt zusammen).

Riesengebirge), Hang-, Quellnischen-, Kar- und Riedelmoore der »mittleren Etag« den Eingriffen der Pistenerschließung und dem Skikantenschliff (z.B. Rasur von Trockentorf-Zwergstrauchbulten an der Steinplatte bei Reit i. W., Planierung und Verfüllung am Hochschelpen bei Balderschwang und bei der Bierenwangalpe/Fellhorn), zunehmendes Abrasieren nicht schneebedeckter Latschenteile z.B. im letztgenannten Fall und im Winklmoos, – Befahren schon oder noch bei unzureichend tiefer Schneedecke! –) sowie besonders intensiv der Beweidung mit ihren Begleitmaßnahmen (in)direkte Düngung (Nährstofftransfer), Melioration, Alpwegebau usw., Moore der Haupt- und Hochtalböden der Überbauung mit ihren Begleiterscheinungen Energietrassen, wilde und offizielle Entsorgungsanlagen, Bad-, Garten- und Brenntorfge Gewinnung bzw. Torfschlammrückführung, Feierabendaktivitäten wie Feuermachen (z.B. innerörtliches Spirkenhochmoor in Bad Wiessee), Spazierengehen (Damm- und Bohlenwegenetze um Grassau/Chiemgau, Inzell, Oberstaufen, Oberammergau usw.) und Latschenräubern (z.B. Abdeckerfilzen bei Brannenburg), den lebenswichtigen, häufig alpendurchquerenden Verkehrswegen (Loisachtalmoore) u. dgl. mehr.

10. Erhaltungskonzept für die bayerischen Alpenmoore

10.1 Vorbemerkung zur Tradition bayerischen Moorschutzes

Dem jahrzehntelangen Engagement des ehemaligen Leiters der bayerischen Landesstelle für Naturschutz, O. KRAUS, der rastlosen moorbotanischen Forschungsarbeit eines H. PAUL, und der weit zurückreichenden Pflege des Erhaltungsgedankens schon innerhalb der ehemaligen Kgl. Bayerischen Moorkulturanstalt und ihrer Nachfolgerinnen (vor allem H. PAUL und J. L. LUTZ) war es zu verdanken, daß auch moorreichere Gegenden keine so stolze Reihe ursprünglicher Moorschutzgebiete vorweisen können wie Bayern. Schon vor dem Zweiten Weltkrieg wurden von seiten der Landesstelle (O. KRAUS, frdl. mdl. Mitt.) und der Landesanstalt »amtliche Moorlisten« der besonders erhaltungswürdigen Moore angelegt. Ein erheblicher Teil der naturnahen Filzen (Hochmoore) konnte vor allem in den 40iger und 50iger Jahren ins Landesnaturschutzbuch eingetragen werden. Das schmerzliche Defizit im Bereich der Niedermoore beruht auf den dort massiveren Nutzungsinteressen und Meliorationsmöglichkeiten, der Mangel an gesicherten Alpenmooren wohl u.a. auf dem Glauben, die Bedrohung sei dort viel geringer, und auf dem geringeren Bekanntheitsgrad.¹⁾

Unter den neueren Anstrengungen sind insbesondere die Bestandsaufnahmen der Hoch- und Übergangsmoore durch KAULE (1974) und die Übertragung des schwedischen Konzeptes der Stufenkomplexe auf unsere Moore durch den gleichen Autor hervorzuheben. Gastforscher (z.B. DU RIETZ, GAMS) haben sich immer wieder in bayerischen Mooren aufgehalten und ihrer Bewunderung für deren Vielfalt und Schönheit Ausdruck verliehen (KRAUS mdl., SCHMEIDL mdl.).

10.2 Bausteine des Erhaltungskonzepts

Bausteine des Konzepts sind (landschaftsökologisch untereinander verbundene) Moorgruppen (Moorsysteme) oder auch Einzelmoore, wenn keine direkten Beziehungen zu anderen Mooren erkennbar sind. Beide nennen wir im folgenden einfach »Moore«. Am Anfang steht die *Bewertung* anhand eines Kriterienkatalogs, der sich aus den vorhergehenden Kapiteln ableitet. Dann wird der über den (künftigen) Zustand des Moores entscheidende *Einflußbereich* abgegrenzt. Er entspricht der kleinsten, dem Moor übergeordneten landschaftsökologischen und Bewirtschaftungseinheit (z.B. Moordistrikt und Alm). Nun sind *Maßnahmen* zu bestimmen, die im Einflußbereich im Hinblick auf die Erhaltung der darin enthaltenen Moore durchgeführt werden sollten. Da insbesondere in den Hochlagen Schutzbestrebungen ohne Einsicht und Bereitschaft der Nutzungsberechtigten von vorneherein zum Scheitern verurteilt sind, werden beim Maßnahmenbündel die *Ansprechpartner* angegeben. Vielleicht bedienen sich Land- und Forstwirtschaft aus freiem Antrieb derartiger Orientierungshilfen, eingedenk ihres Anspruchs, die alpine Landschaft nicht nur zu nutzen, sondern auch zu *pflegen*. Die Ideallösung für die Alpenmoore wäre es, wenn auf diese Weise der Konfrontation mit dem Naturschutz vorgebeugt würde, etwa nach dem Beispiel vieler Straßenbauverwaltungen, die schon bei der Trassenfindung die Biotopkartierung heranziehen.

Schließlich sind *Moorverbundsysteme* anzugeben, die *en bloc* zu erhalten sind, weil der Wert oder Informationsgehalt des Einzelmoores wesentlich durch wissenschaftliche Vergleichsmöglichkeiten zu anderen Mooren desselben Verbundes bestimmt ist. Innerhalb von Verbundsystemen variieren nur ganz wenige ökologische Faktoren (z.B. die Meereshöhe), deren Einfluß auf das Moorökosystem somit deutlich hervortritt.

Schon aus Platzgründen kann der ganze Arbeitsgang nur für die wichtigsten Erhaltungsschwerpunkte vorgeführt werden. Bis zum Erscheinen einer vollständigen Kurzbeschreibung und vergleichenden Bewertung aller bayerischen Alpenmoore steht die alpine Biotopkartierung (SCHÖBER 1979) als Orientierungs- und Lokalisierungshilfe zur Verfügung. Deshalb kann hier auf platzgreifende Lageangaben verzichtet werden.

10.3 Moorbewertung

Alle Kriterien werden in den vorhergehenden Kapiteln abgeleitet. Die Kriterien von KAULE (1974) wurden aus der Sicht des begrenzteren Naturraumes und unter Betonung landschaftsökologischer und moormorphologischer Gesichtspunkte ergänzt und etwas anders akzentuiert. Wie dort enthalten wir uns jeglicher arithmetischen Verknüpfung von Skalierungen, weil dadurch die subjektiven Komponenten verschleiert, nicht adäquate Dinge vermengt und die zwangsläufigen Kenntnisunterschiede bei den einzelnen Mooren nicht ausgeglichen werden würde(n).

Mit den Bewertungskategorien »international« bis »lokal« bedeutungsvoll wird bewußt ein Anschluß zur KAULEschen Liste hergestellt. Der praktische Hintergrund dieser Arbeit veranlaßte aber eine Präzisierung der Kategorien »regional« bedeutungsvoll (= unersetzlich in der betreffenden Planungsregion) und »lokal« bedeutungsvoll (unersetzlich im Alpenanteil des betreffenden Landkreises). Wir hoffen,

1) Z.B. war PAUL noch 1937 der Meinung, die Moosbeere steige in den bayerischen Alpen nur bis 1250 m.

einen Ansporn zu geben, die Belange der Alpenmoore in den Regional- und Landschaftsplanungen sowie in der Landkreisarbeit besser zu berücksichtigen als bisher.

Grundsätzlich zählen wir jedes Moor, in dem eines bis mehrere der folgenden Merkmale ihre beste Ausprägung in den Bezugsräumen Bayern, Region und Landkreis erreichen, zur »Mooreliste«. Ein derartiges Moor erhält zumindest die Einstufung »lokal bedeutungsvoll« (= im Landkreis unersetzlich).

10.3.1 Strukturmerkmale

1 Randzonation der Hoch- und Übergangsmoore auf dem Torfkörper (s. KAULE 1974):

0 allseits zerstört, 1 teilweise erhalten, 2 voll erhalten

2 Anbindung des Moorkomplexes an die umliegende Mineralbodenvegetation:

Direkt anschließende Mineralbodenvegetation (Übergang Torf/Mineralboden)

0 allseits nutzungsbetont, 1 teilweise naturnah,

2 überwiegend naturnah, 3 ringsum fast ungestört

3 Innere natürliche Aufgliederung der Moorvegetation:

0 (Außer Randzonation) keine deutliche Gliederung

1 Grundwassereinflußgrenze (Mineralbodenwasserzeigergrenze, soliombrogener Gradient)

2 mehrere bis viele Grundwassereinflußgrenzen

4 Hervorragende Moorstrukturen (Mooreigener Formenschatz):

00 nichts Auffälliges, 01 besonders schöne Einzelkolke, 02 Kolktreppen (mehrere Kolke stufenartig hintereinander), 03 Flarks, Stränge, 04 besonders schönes, wenig nutzungsbeeinflusstes Erosionsrelief, 05 Moordolinen, Untermoorkanäle, 06 Sturz- und Sprudelquellen, 07 Quelltrichter, Tümpelquellen, 08 Hochmoorkrater, 09 Torfwasserfälle, 10 Rest- und Quellseen, 11 besonders große Schwingrasen, 12 Moorbrüche und Moorterrassen, 13 Bachanschnitt.

10.3.2 Artenschutzmerkmale (Pflanzen)

5 Von der Roten Liste Gefäßpflanzen Bayern (KÜNNE 1974) und Gefährdete Moose BRD¹⁾ (PHILIPPI 1977) kommen im Moor (kontaktkomplex) vor u.a.:

00 keine Fundorte bekannt, 1 *Carex heleonastes*, 2 *Eriophorum gracile*, 3 *Gladiolus paluster*, 4 *Juncus stygius*, 5 *Orchis coriophora*, 6 *Orchis palustris*, 7 *Pedicularis sceptrum-carolinum*, 8 *Salix myrtilloides*, 9 *Saxifraga hirculus*, 10 *Sedum villosum*, 11 *Vaccinium microcarpum*, 12 *Arctostaphylos uva-ursi*, 13 *Betula humilis*, 14 *Calamagrostis pseudophragmites*, 15 *Carex baldensis*, 16 *Carex buxbaumii*, 17 *Carex paupercula* = *magellanica* ssp. *irrigua*, 18 *Coronilla emerus*, 19 *Diphysium issleri*, 20 *Dryopteris cristata*, 20 *Empetrum nigrum* u. E. *hermaphroditum*, 21 *Hammarbya paludosa*, 22 *Juniperus sabina*, 23 *Rhynchospora fusca*, 24 *Meesia triquetra*, 25 *Paludella squarrosa*, 26 *Luzula sudetica*, 27 *Trientalis europaea*, (28 *Lonicera coerulea*), 29 *Cinclidium stygium*.

6 Arealgrenze (Höchst- und Tiefstvorkommen der jeweils genannten Art in der BRD):

0 Kein derartiges Vorkommen bekannt, 1 Höchstvorkommen, 2 Tiefstvorkommen.

10.3.3 Landschaftliche Lage- und Haushaltsmerkmale

7 Repräsentanz der Geologischen Zonen und Höhenstufen:

1) Bundesrepublik Deutschland
in den folgenden Tabellen aus Platzgründen als BRD abgekürzt.

Moor vertritt am besten die: 1 tiefmontane (600–1000 m), 2 montane (1001–1300 m), 3 hochmontane (1301–1600 m), 4 tiefsubalpine (1601–1800 m) und 5 hochsubalpine (über 1800 m ü. NN) Stufe innerhalb der Zonen F, R, MA ... (s. 6.1).

8 Repräsentanz der Orografischen-morphologischen Moortypen (Abb. 1)

Moor ist innerhalb der bayerischen Alpen ein Schulbeispiel für:

01 Soligenes Hangmoor (übergangs- und hochmoorartig), 02 Soliombrogenes Hangmoor, 03 Quellnischenmoor, 04 Riedelmoor, 05 Grindenmoor, 06 Kamm-Anmoor, 07 Plateaumoor, 08 Asymmetrisches Talhochmoor, 09 Schwingrasenmoor, 10 Karboden-Hochmoor, 11 Staumäandermoor, 12 Decken(moorartiges) Moor, 13 Sattelmoor, 14 Einseitiges Sattelmoor, 15 Halbsattelmoor = Sesselmoor = Hangschultermoor, 16 Kargehängemoor, 17 Karststufenmoor, 18 Blockhaldenmoor; in Abb. 1 sind nicht enthalten: 19 Quellhangmoor, -flur, 20 Talbodenquellmoor, 21 Kesselmoores, 22 Aapamoor

9 Repräsentanz der Funktionstypen (Abb. 9) und **Dynamiktypen** (Abb. 10)

siehe Abb. 9/10: Block 01–16; zusätzlich 17 Zufluß-Abflußsystem mit Sickerquellen aus porösem Wasserleiter.

10.3.4 Liste der »Elitemoore« in den bayerischen Alpen

Hier fehlt der Raum für eine Auflistung oder gar Beschreibung sämtlicher Objekte. Mit Rücksicht auf immer drängendere Naturschutzprobleme werden aber wenigstens die beim derzeitigen Kenntnisstand am wichtigsten scheinenden Moore steckbrieflich aufgeführt. Ihre Auswahl wird durch die Bewertungsmerkmale 1–9 zwar gestützt, jedoch nicht unbedingt entschieden. Denn Moore können nicht nach der Vielzahl bestimmter »Einrichtungen« (z.B. Moorstrukturen) beurteilt werden. Gerade das Hervortreten einzelner Merkmale bei gleichzeitigem Zurücktreten anderer gibt fast jedem Alpenmoor faszinierende *Individualität*¹⁾. Somit soll der subjektive, durchaus von Zufällen mitgeprägte Eindruck zwar objektiviert, aber nicht ausgelöscht werden.

In folgender Liste ist zu beachten:

– Im Falle von Moorgruppen (Moorgebieten oder -distrikten) richtet sich die Einstufung gemäß 10.3.3 nach dem bestausgebildeten bzw. erhaltenen Moor. Die Moorgruppen werden als Einheit geführt, können aber aus vielen benachbarten Einzelmoores von sehr unterschiedlicher Ausbildung und Erhaltung bestehen.

– Gelegentlich ragen Meßtischblätter mit Mooren über den angegebenen Landkreis hinaus.

In fraglichen Fällen steht die alpine Biotopkartierung (Lehrstuhl f. Landschaftsökologie, Freising-Weihenstephan, i.A. des Bayer. Landesamtes f. Umweltschutz) als Lokalisierungshilfe zur Verfügung.

Die unerwähnten Moore sind vielfach nur um Nuancen weniger erhaltungswürdig. Keineswegs wäre allein mit der Erhaltung der aufgeführten Objekte den Erfordernissen des alpinen Moorschutzes Genüge getan!

1) Wollte man z.B. Moore zwischen Küste und Alpen mit starren Kriterien schlüsseln vergleichend bewerten, liefe man Gefahr, daß Niederungsmoore, die gerade durch ihre endlose Gleichförmigkeit bezwingen, von jedem degradierten, floristisch und geomorphologisch vielfältigeren Alpenmoor »ausgepunktet« würden. Man wird den Denkmalswert einer romanischen oder barocken Kirche nicht an der Zahl der Schnitzwerke oder der Größe der Orgel taxieren. Gebilde, deren Wesen einmal in der Fülle, anderswo in der monumentalen Kargheit liegt, können nicht mit denselben Kriterien beurteilt werden.

- Mit »K« wurden Moore bezeichnet, für die KAULE (1974) weitere Hinweise gibt.
 - Die Landkreise werden wie folgt abgekürzt: BR Bezirkshauptmannschaft Bregenz (Vorarlberg), OA Oberallgäu, FÜ Ostallgäu, GAP Garmisch-Partenkirchen, TÖL Bad Tölz-Wolfratshausen, MB Miesbach, R Bezirkshauptmannschaft Reutte, RO Rosenheim, TS Traunstein, BGL Berchtesgadener Land, Z Bezirkshauptmannschaft Zell a. See (Salzburg). Der Moor(distrikts)bezeichnung sind die vierstelligen Nummern der Topografischen Karte 1 : 25 000 des Bayer. Landesvermessungsamtes beigelegt.

A International bedeutsame Moore (NSG-würdig)

	Merkmal Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
3 P	OA, BR/8627 Engenkopf Hochwald	2	2	2	2,5 1,8 12	?	1,2	H 2	12,4	15	Bedeutendstes Karstschüsselmoor, Karpatenbirkenhangmoor, Krater- u. Deckenmoore, Moorspalten, Torfgrotten u. -röhren
4 P	OA/8626 Kühberg, Seealpe, Gottesacker	2	2	3	4,5 1	11,24	1,1,1,1 1,1,1,1 1,1,1,2	H 3 4 5	17,6	8	Karststufenmoore in 5 Stockwerken übereinander; viele (Hoch)Moorpfl. erreichen Höhengrenze (z.B. Meesia); Loiseleuria erreicht Tiefstpunkt
9 A	OA/BR/8525/26 Hädrichmoore Hörmoos	1	1	2	1,2 5,9	1,11?	1 (Carex chordor- rhiza)	M 2	12	15	Wichtigster Deckenmoor(artiger) Komplex vom »dissected type«, riesige Rüllen, Kolkterrassen
16 P S A	FÜ/GAP/8330/31 8430/31/K Halblech, Halb- ammermoore vgl. KAULE (1976)	2	2	2	1,4 8	1,11, 17	2 (Carex pauper- cula)	F 2 3	1,2 13	11 12	Bedeutendstes Mittellagenmoorgebiet, bemerkenswert ungestört, mehrere Eiszeitrelikte, viele orograf. Moortypen; max. Moortiefe 13 m, in 1400 m noch 4,80 m.
19 T U W	GAP/K/Murnauer Moos mit an- schließenden Loisachmooren	2	1	2	1,3 10,11	1,2,3 4,5,7 8,9,11 13,14 16,20 21,23 24	2 (Vac- cinium micro- carpum)	TB ¹⁾ 1	8,9 20	17	Größter und vielfältigster Moorkomplex Mitteleuropas; wichtigstes Eiszeitretefugium der BRD; km ² -große Quellaufbrüche; große Flarkomplexe, florist. hochwertige Verzahnungszone mit Loisachauen; enormes Forschungspotential
27 S	TÖL/8235 NW Steinbachalm	2	3	2	1,12	?	?	F 1	2,4	10	Kleinmorph. vielfältiges Hangmoor im Zwickel zw. Stein- u. Sonnersbach, beste Randzonation u. Umfeldanbindung aller Alpenmoore Bayerns
A	TS/8241/K Röthelmoos	2	1	2	1,3 8	?	?	C 1	2,10 13	7 11	Repräsentativster Moorkomplex mit östl. Alpenbereich, viele Kolke, flarkartige Strukturen, Krater

1) TB = Talböden

B National bedeutsame Moore (überwiegend NSG-würdig)

	Merkmal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
4 A P	OA/8627/8525/26/4 Rohrmoos-Hirsch- gund, Aibealpe	1	3	2	13	24	1	H 1 L 2	1 2	11 15	Klass. Talwasserscheidenmoore, z.T. blanket bog-artig, moordurchsetzter Piesenkopf-S-Hang schließt an Gebirgsbach auf Torfsockel. Bachmäander untergräbt den Moorkörper mit 3 m hohem Anschnitt.
2 A S	OA/8627/Bieren- wangelpe am Fellhorn	1	1	2	11	24	?(1)	FS 3 4	1 3 4	11 12	Größter hochmontan-subalpiner Hangmoorkomplex; wechselnde Stoffdurchsatzgeschwindigkeit; enge Verzahnung mit subalpiner Flyschvegetation
7 A	OA/8527 Rangiswang- Herde N Weiherkopf	1	1	2	12,1	26	1(26)	FN 3	5	12	größter Grinden(an)moorkomplex (1500-1600 m!), Kolke, durch Torfnischen u. -treppen feingegliedert
7 A	OA/8527 Wannen- kopf mit seinen Abhängen	1	2	1	1	?	?	FN 4	3 5	4 12	Subalpine Kammvermooring und Gipfelmoor in 1700 m im Kontakt mit Quellnischen- u. Waldhangmooren viele, z.T. langgezogene Kolke
7 A	OA/8527 Ochsenkopf- Prinschenhütte - Schwabenhütte - Hällritzen	1	2	2	5	?	1	FN 3 4	3 5	4 12	Bester Quellnischenkomplex (Pinguicula-Trichophoretum), höchstgelegenes Grindenmoor mit fast vollständiger Hochmoorartenkombination, größte Allium sibiricum-Sickerflur

	Merkmal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
5 A	OA/8525/26/z.T.K Hochlagenmoorland- schaft Piesenkopf- Freiburger Alpe	2	2	2	5,8, 9,12	24	2 (Juncus triglumis)	L 3	7 4 13 12	4 10 15	Einzigartige, durch Moore geprägte Plateaulandschaft mit höchstgele- genen blanket bog-Ansätzen; Torf- terrassen und Dolinen
7 A	OA/8525/26 Stubenbach E Unt. Wilhelminenalpe	1	2	1	1,3 4,5 9,12	1	1 (Carex heleo- nastes)	FN 3	13 22	—	Riedelmoor in Sattellage mit bestem naturnahem Erosionsrelief und Strängen; Torfkavernen und breite Kanäle an der Moorbasis über Sand- stein, münden in Bachschlucht
8 A	OA/BR/8525/26 Schwarze Lache – Lecknerbachtal	1	1	2	3,10	?	?	M 2	1 19	9 12	Moorkette in einzigartiger land- schaftlicher Lage beiderseits des Lecknerbaches, z.T. in Nagelfluh- rippen eingezwängt
13 A	OA/8428 Roßkopf b. Hinde- lang (Hühnermoos)	1	2	2	2,3	?	?	FN 3	5 7	4	Beeindruckendstes, z.T. plateau- artiges Kamm-Moor (1590 m), im Komplex mit weiteren Kamm-, Sattel- und Quellmooren
12 S P	OA/8428 Großer Wald, Metzwald	2	3	2	2,5	11?	1 (Rhyncho- spora alba)	FN 1 2	13	15	Zone mehrerer eindrucksvoller fast ungestörter Sattelmoores, höchstgelegenes Spirkenfilz; Stau- u. Reißzone von Sattelmoores in klass. Ausprägung (Sybellenmoos)
— A P	OA/8528/K Strausbergmoos bei Imberg	1	1	2	3,7	24 25	?	AD 2	1 2 10 19	11	Hochtal- und Karschluß-Hangmoor im engen Kontakt zu Bachau und Hangquellfluren; mehrere Eiszeit- relikte
18 A P S	FÜ/GAP/WM-SOG/K 8331/Moorkette entlang Trauch- gauer Ach und Königsstraße	2	3	2	10	8,10 13,21	?	M 1	1,8 12	16 10	Kette vielfältiger Auen-, Tal-, Hang-, Riedel-, Sattel- u. Verlandungsmoores, stellenweise terrainbedeckend (Gerstenfilz), einzigartige Bruchwald/ Auenübergänge, Bergkiefern in allen Wuchsformen; eines der großflä- chigsten C. chordorrhiza-Vorkommen
16 P A	GAP/8331 Rabenmoos – Wachsbichel	2	3	1	—	?	?	F 1 2	15 13	10	Beste Zuordnung von Sattelmoores in der Kammlinie, Hangvernässungen und soliombrogenen Sesselmoores
17 T U	GAP/8332/8432/K Ammertalmoore Weid-, Pulvermoos Kochel- u. Tiefseefilz	1	1	2	7,10 11	2,7,8 13,21 22,23 24,25 27	1 (Rhynch. fusca) 1 (Pedicu- laris sceptr.-car.)	TB 1	20 8	16	An Eiszeitrelikten reiche Grund- wasseraufstoß- u. Auenmoore mit Hochmoorkernen; Kontakt mit Felsreliktfuren und Schneeheide- Kiefernwäldern
— S T U F	GAP/8432 Hangfußquellmoore Kramer SE (S Pfleger- see 730 m, Heuberg S, 700 m u. Ofenberg S, 830 m	—	2	—	6	18,	2 1	DB 1	19	17	Serie hervorragender Quellhang- moore (Schoenetum) im seltenen Kontakt mit Reliktkiefernwald; Vorkommen von Liparis, Goodyera; hervorragende Übergänge, z.T. sehr steil, Kalkschlenken
22 T S	GAP/8533/8633/K Buckelwiesenmoore (Hirzenneck, Kranz- berg, Wagenbrüch- und Barmsee)	1	2	2	6 10 27 4	1,2,3 13,19	2,2,2 2,2	P 1 2	8 13 15 19	17	orografisch u. trophisch vielfältige Sattel-, Hangschulter-, Kessel-, Verlandungs- u. Quellhangmoore, durch ungestörte Übergänge zu Trockenrasen floristisch äußerst reich
— A	GAP/8433/Wildensee Estergebirge	0	0	1	3 10	11	?	DB 3 MB	9 10	3	Höchstgelegenes Schwingrasenmoor d. BRD; spezifischer Karstwasser- haushalt (Wanne im Karstplateau), Zirbenreste anschließend
23 S	TÖL/8433/Isarberg Hohenmoos u.a.	2	3	2	11	?	?	DB 2	21 13	2	Dolomit-Rundhöckerlandschaft mit vielen kleinen Hoch-, Schwingrasen- und Niedermoores; Moortiefen- rekord d. Hochlagen (19 m!)
26 A	TÖL/8334/Hoch- moorkomplex Dudl-, Fell- und Lexenalm	2	0	1	1	?	?	F 2	10	5	Beste Hochtal-Hochmoorgruppe der mittleren Alpen, steht dem Röthel- moos nur wenig nach; Gewässer- und Rüllensysteme sind sehr schön ausgebildet
26 S	TÖL/8334/Lainen- moore (Schmied-, Kotlaine, Schaftels- graben)	2	3	1	12	?	?	R 2	4	10	»locus classicus« der soliombrogenen Riedelmoores auf Talverfüllungen; Randzonation u. Umfeldkontakt (Reißen, Schluchten) streckenweise ungestört
26 S A	TÖL/8335 E Gabrielalm ober- halb Arzbach	2	2	1	1	?	?	F 1	2	11	Eines der eindrucksvollsten u. unbe- rührtesten Mittellagenmoore mit im- posantem Kolk; Randzone größtenteils ungestört; steht Nr. 27 nur wenig nach

C Regional bedeutsame Moore (für die Planungsregion unersetzlich)

Im Falle (inter)nationaler Bedeutsamkeit wurden absolute Maßstäbe anzulegen versucht, d.h. eine Region oder ein Landkreis können *mehrere*, andere fast *gar keine* Objekte der höchsten Kategorie aufweisen (Extreme: Oberallgäu/Rosenheim). Im folgenden liefert dagegen jede Planungsregion ihren eigenen Bewertungsrahmen. Hierbei ergibt sich eher ein Gleichgewicht zwischen den verschiedenen Gebieten. Freilich müssen in Regionen mit geringerer Moorauswahl und durchschnittlich stärkerer Moorbeeinträchtigung absolut geringerwertige

Moore einbezogen werden, um alle Moortypen, -funktionen usw. zu repräsentieren.

Da andererseits Substrat- und Mesoklimaunterschiede die Spanne der moorfähigen Standorte aufweiten oder einengen (s. 7.3.3), ist auch die Zahl der repräsentierbaren Typen einmal höher (z.B. Allgäu), anderswo geringer (z.B. Berchtesgadener Land).

Vorrangig naturschutz- bzw. naturdenkmalswürdige Moore sind mit NSG bzw. ND im Anschluß an die Benennung gekennzeichnet. Die übrigen Moore können auch über spezifische LSG-Verordnungen oder verlässliche Erhaltungsregelungen gesichert werden.

	Merkmal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
– T P	OA/8527 Flachmoorgruppe Altstädter und Hinanger Hof ND	–	1	2	6	?	Schoenus-Grenze im Allgäu	F 1	19,1 13	12 17	Wichtigstes u. höchstgelegenes Kopfried-Quellmoor der Allgäuer Alpen mit hervorragenden orchideenmarkierten Übergängen zu versauerten Magerrasen, im Komplex mit Übergangsmooren
– T	OA/BR/8627/Hangmoor Kornau-Söllereck	–	4	0		?	?	FS 1 2	1	12	eines d. größten Molinion-Hangver-nässungsmoore auf wasserstauendem Flysch
7 A F	OA/8527/Kargehängemoore Grasgehren	1	1	2	3,12	?	1 (Listera cordata)	FN 3	16	10	Sehr steile Kargehängevermoorung, Torftreppen, durch Gräben zerschn.
6 A S	OA/8525/26 Hangfußmoore Scheuenalpe SE Balderschwang	2	3	–			2 (Diphasium alpinum)	L 2	1	12	fast ungestörte, sehr wechselhafte Übergangsmoore in steilen Wasserzügen; Torfanschnitt Bachprallhang
6 A F	OA/8525/26 Grinden u. Hangmoore Schelpen-Schwarzenberg S Balderschwang	1	1	1	8	?	2 (Carex frigida)	L 3	1 5	4 12	Prototyp d. auf entw. Kämme sek. gewachsenen Mosenmoore; riesige Trichophorum-Hang(an)moore und Davallseggensickerfluren
– T A	OA/8525/26/8427 Gunzesrieder Tal (Rehmahdsmoos, Hinteraulpe) ND	1	0	–	10 11	1,2 25	1 (Eriophorum gracile)?	M 1	21 9,1	14	Bedeutende Eiszeitrelikstandorte; klass. Karstquellmoor
11 T U	OA/8427/K Moore bei Agathazell (Goi-, Gallmoos)	1	0	1			?	TB 1	8	–	Besterhaltene Talhochmoore der Planungsregion Allgäu, fossiler Bohlenweg
25 S T F	TÖL/8334/z.T. K Hang-, Hochtal- u. Talterrassenmoore Jachenau NSG	2	2	1	7	23 28	?	MB 1	1 8 13 19	16 12 17	Einzigige Moorgruppe in unmittelbarem u. ungestörten Kontakt zu Wildfluß(au); bewaldete Hangübergangsmoore am Mesnerberg, soliom-brogenes Sattelmoor Rehgrabenalm mit floristisch äußerst reichen Kontaktgesellschaften
24 A	TÖL/8434/K Moosenalm	0	1	2	–	?	?	MC 3	1 10 11	1 2	Aufgrund einzigartiger Lage (Moore in Kartreppen übereinander, subalp. Hangmoor) trotz st. Beeinträchtigung so hoch bewertet
32 T	RO/8239 Hangquellmoore Samerberg ND	–	1	–	6,7		2,2 (Sold. alp., Traunsteinera-globosa)	F 1	19	17	Entlang gut 600 m hoher Quellhorizonte b. Törrwang, Wiedholz, Grainbach u. Gritschen ketten-artige zugeordnete Quellflurstreu-wiesen; bester Eibenquellwald
34 T	TS/8240/K Achentalmoore NSG	2	1	1	7	?	?	TB 1	8	–	Kein anderes Talhochmoor hat sich so frei entfaltet wie der Mettenhamer Filz; Auen-, Kalkflachmoor- u. Bergwaldkontakt; Überflutungsriede b. Raiten; Ephedra-Pollenfund
36 A S	TS/8341 Hemmersuppenalm NSG	1	1	1	5	?	?	T 2	7 10	13	Bedeutendster Karstmoorkomplex der östl. Alpen (Moordolinen), mehrere Moorkörper; Kolke
37 A S	TS/Z/8341/K Winklmoos NSG	1	1	1	4 5 11	11	?	MC 2	1 2 13	11 12	Gr. grenzüberschr. Komplex aus ca. 15 Einzelhochmooren, durch Hangübergangsmoore u. Sickerfluren verbunden.
– A	BGL/8343 Berchtesgadener Hochthron	2	1	–		20	?	T 5	7	–	Bestes Beispiel für Tangelhumus – Pseudohochmoore in windausgesetzter Hochplateaulage

	Merkmal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
10 A	OA/8427 Gund- und Hinterkrumbachalpe	1	0	2	5	?	?	M 3	11 1	5 9	Dolinenreiches Karsickermoor, Grinden- u. Staumäandermoor; bestes Vorkommen des Juncetum squarrosi
14 A F	OA/8428 Talmoore Unter- u. Oberjoch <i>NSG, ND</i>	1	1	1	4,5 7	24	2 (Sor. chamae mesp.)	J 2	2,7 13,19	11 13	Schar von Riedel-, Sattel-, Hang- und Quellmooren von großer morph. Vielfalt; Kontakt Buckelwiese/Bachau
15 A	FÜ/R/8428/Edels- u. Röffleuter Berg, Scheidbach-Stubentalalpe	1	0	-	1			FN 1 2 3	5 15	4 11	Moortreppe zw. Scheidbach- und Stubentalalpe, Missenmoore, Edelsbergkamm, Hangstreuwiesen, Spirkenfilze; Bärenmoos: klass. Kamm-Moor
- F	FÜ/8430/8429 Faulenbachtal <i>NSG</i>	2	2	-	6,7 10	18	1 (Cladium)	V 1	19	-	eine der wenigen primär offenen Kalkquellfluren in fast ungestörtem Kontakt zu thermophilen Trockenwäldern
- T F	FÜ/8430 Schwanseemoor <i>NSG</i>	2	2	1	7 10	3	?	V 1	20	14	einziges alp. Quellseen-Kalkflachmoor in Schwaben, primäre Schoeneten, Gladiolus-Restbestände
- S A	GAP/8431 Moore im Elmautal (Blaue Gumpe, Rothmoos u.a.)	2	2	0	6,7	24	?	DA 1	13 19	-	nur hier grenzen Felsspirken an Moorspirken! Quellbruchmoore, hervorragende Zonation zu Bachauen
- A	OA/8431/Hirschwang am Firstberg	2	1	-	3,5	26	1,1,1 Obb.Alp	MA 4	1,5	4 12	Einziges subalpines Trichophorum-Hangmoor der mittl. bayer. Alpen, Höchstvorkommen Erioph. vagin. u.a.
- A	GAP/8432 Ziegspitz Steppberg-Enning	0	0	-		?	?	MB 3	13	-	Höchstgelegene Latschenfilzen Obb. Alpen im Kontakt zu Schuttlatschen
- S A	GAP/8531/8631 Gr. Moos Friedergrieß	2	2	1		15	?	MB 1		-	Einmaliger Kontakt Filz/Dolomitschuttfuren m. Baumwacholder
20 S	GAP/8531/8631 Eibseemoore	2	2	-	10	11	?	DB 2	18 21	2	Kessel-, Hang- u. Sattelmoore aller troph. Stufen in Rundhöcker-, Bergsturz- u. alp. Toteislandschaft; hervorzuheben kleine »Blockhochmoore«
19 S	GAP/8432 Quellhangmoor Ettaler Sattel; <i>ND</i>	-	2	-	6		1	MA 1	19	17	Schönes Steilhangquellmoor im natürl. Bergwaldkontakt
- S	TÖL/8333/Wetzstein-laine, Hingmoos	2	2	1		?	?	R 2	2,4	10	Wenig gestörte Spirkenfilze im quellnahen Wasserscheidenbereich
26 A	TÖL/8334 Scharnitzalm	0	1	-	6	?	?	MA 3	19 21	-	kl. hochgeleg. Latschenfilz in Karsthohlform, hochgel. Davallseggenriede
- T	TÖL/8335/Streuweisen W Gilgenhöfe; <i>ND</i>	-	1	-		?	?	TB 1		-	Einzigart. Durchdringung von Kalkflach-/Ü'moor u. Magerrasentumuli
26 T	TÖL/8235 Zwischen Tölz und Stallau, Baunalm	-	1	-	6			TB 1	19	-	Eines der besten oberbayerischen Sickerquellmoore, beste »Steinerne Rinne« m. Quellrieden b.d. Baunalm
28 A F	MB/8336/K Schwarztennalm <i>NSG</i>	1	1	1	4			MA 2	10	5	Kette v. Hochtalfilzen in Konkurrenz zu Karstquellmooren Hangfuß
30 F A	8337/8437/K Spitzingseeufer <i>ND</i>	2	2	1	10 11			MB 2		-	Latschenfilz in einzigart. Lage: Zwickel zwischen Delta und See
31 U	MB/8337/K Auracher Filz/K	1	0	0				TB 1	8	5	Eines der besten Talhochmoore, tiefgelegene Rüllen, Siedlungskonflikt
- A S	8236/Tegernsee Gindelalm	2	2	-				F 2	1	12	Beste soligene Flysch-Hangmoore E Ammergauer Alpen
- T	MB/8337 Niklasreuth-Sonnenreuth <i>ND</i>	-	1	-	6,7	28	2(28)	M 1	19	17	Größter Eibenbestand am Alpenrand; eines d. besten Hangquellmoorgebiete E Isar
- A	RO/8338/K/Kronberg bergfilz/Arzmoosalm <i>ND</i>	2	1	-	1			MA 2	10	6	»Lehrbuchhochmoor« m. eindrucksvollen Kolken u. erstaunl. Hochwölbung
- A	RO/8338/Fellalm <i>NSG</i>	-	2	-	6			MB 3	19	-	Beste subalpine Karsickerfluren i.d. Region 18; Karstwasserregime
39 F A	TS/8242/K/Frillen-Falken-Krottensee Wildenmoos; <i>NSG</i>	2	2	1	7,10 11	?	?	W 1	20 21	14	Hervorragende Karstquell-/Schwingrasen-Hochmoorkomplexe, Fichten- und Erlenbruchwälder, Bachauen
- T	BGL/8343/K Strub <i>NSG</i>	2	1	-	10			T 1	8	-	Bestes Talhochmoor d. BGD-Alpen; Faulbaum a. d. gesamten Hochmoor!

	Merkmal-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
– A	BGL/8343/K/Latten- gebirgsmoore (Land- haupten-Moosenalm)	1	1	–	1,5	17	1 (Carex brizoides).	T 3	7,10	13 6	Karstmoorkette m. Fi-Brüchern, Dolin- enkränze, klass. Zentralkolk (Anth.), als Pollenarchiv im moorarmen Tafelgebirge unersetzlich
– A	BGL/8443/K Gotzen	0	0	2	0	17,20	1(17)	T 4	7,5	4	Hochmoorartige Krähenbeer-Gams- heidebulte, beste Liasvermoorung
– A	BGL/8443/K Saletstock	2	1	1	11			T 1	8	3	Als halbinselförmiges Seeuferhoch- moor ohne Beispiel
– A	BGL/8444/K Pries- berg-Königstalalm	0	1	1	5,12	17,29	2 (Tofiel- dia pusilla)	T 3	2,21	13 1	Einziger soliombr. Moorkomplex BGD Alpen, Wannenmoor in Karstpolje mit Lawinenüberschüttung, Rostseggen- kontakt
– S	BGL/8543/Funtensee Geigen, Am Stein	1	2	2	4,5 10	?	1,1,1 1,1,1 1,1,1	T 5 4	21 10	13 5	Höchster hochmoorartiger Komplex außerhalb OA, wichtiges Pollenarchiv, Zirben-Plateauwälder im Anschluß

10.3.5 Versuch einer landkreisbezogenen Moorbewertung

Das vorstehende Gesamtkonzept steckt nur einen groben Rahmen ab. Unter 10.3.4 nicht genannte Moore können aber für den betreffenden Landkreis von ganz außerordentlicher Bedeutung sein. Deshalb soll mit nachstehender Bewertungsergänzung die Aufmerksamkeit auf das differenziertere Vorgehen in den Landkreisen gelenkt werden. Als Testbeispiel diene der moorreichste aller Alpenlandkreise, das Oberallgäu. Dabei werden zusätzliche Kriterien in den Vordergrund gerückt, deren Einsatz auch im Gesamtkonzept erwogen werden kann (in folgender Aufstellung kursiv gesetzt), andere werden weggelassen.

Im Landkreis wird ein *Grundnetz* für den Biotoptyp Alpenmoor¹⁾ angestrebt.

Darin sollen repräsentiert sein:

- 1 Die orografisch-morphologischen Moortypen (Abb. 1) und Moorstrukturen (vgl. 4.2–4)
- 2 Die Moor-Vegetationstypen (Ringler 1981 a)
- 3 Seltene und bedrohte Arten (weniger als ca. 5 bekannte Fundorte in der naturräumlichen Untereinheit = geol. Zone des Landkreises; Höchst- und Tiefstfundorte)
- 4 Alle Moor-Höhenstufen (6 Stufen zu je 200 Höhenmeter von 700 bis 1900 m ü. NN)
- 5 *Substrattypen* (7 Standortkomplexe; vgl. 6.4)
- 6 *Die Relation der Moordichten in den geol. Zonen* (Vermoorungsprozente)
- 7 *Die Relation der Mooranteile der Höhenstufen*

Die Kriterien (1–3) entsprechen einer *Typenrepräsentanz*, (4–7) einer räumlichen *Verteilungsrepräsentanz* (vgl. auch KAULE und SCHÖBER 1980).

Theoretisch kann jedes Merkmal (1–7) in seinen sämtlichen n Ausprägungen durch die m Ausprägungen eines anderen Merkmals variiert werden, sodaß n · m Kombinationstypen entstünden. Eine unbewältigbare Typenzersplitterung droht aber deswegen nicht, weil die Merkmale in ihren Ausprägungen untereinander gekoppelt auftreten. Z.B. gibt es bestimmte Gestalt- und Vegetationstypen nur in bestimmten Höhenstufen. Ein einziges Moor tritt in der Regel Ausprägungen mehrerer Merkmale.

10.3.5.1 Moorauswahl nach der Typenrepräsentanz

Die jeweils typischsten, besterhaltenen und größten

1) Natürlich auch für andere Biotoptypen (Ringler 1980)
2) Alle Stufen sind auf den Gelände-Erhebungsbögen codiert.
3) Wichtige Quellen sind z.B. BRAUN 1969, DÖRR 1964 ff., LÜBENAU 1966, 1968, 1969).

Moore für alle Stufen der Merkmale (1–3) werden ausgewählt. Ihr Erhaltungsgrad resultiert aus den Bewertungsstufen für Viehtritt, Beweidungsstärke, Erholungsschäden, Meliorationseinbußen und Vollständigkeit der natürlichen Zonation²⁾ nach einem bestimmten rechnerischen Schlüssel. Das Vorkommen seltener Arten³⁾ wurde als Dominanzmerkmal anerkannt, d.h. alle betreffenden Moore wurden ohne Rücksicht auf ihren sonstigen Zustand zum Grundnetz gestellt.

Nach dieser Kernauswahl stellte es sich heraus, daß alle Höhenstufen und Standortkomplexe mitrepräsentiert waren.

Die typenrepräsentativsten Moore faßt die umseitige Tabelle zusammen. Dabei nimmt die Anzahl der Nennungen (Kreuze; Zielerfüllungsgrade) nach unten ab. Neben der TK 25 werden die Rechts- und Hochwerte (RW/HW) des Moores im Gauß-Krüger-Gitter (Hauptmeridian 9°) angegeben. Die Höhenstufen sind folgendermaßen codiert: 1700–900 m, 2900–1100 m, 3 1100–1300 m, 4 1300–1500 m, 5 1500–1700 m, 6 1700–1900 m. Die Zonen werden wie oben symbolisiert: M Faltenmolasse, FN nördl. Flyschmittelgebirge, FS südl. Flyschhochgebirge, L Feuerstätten und Liebensteiner Decke (ultrahelvetisches Mittelgebirge), H Helvetikum, J Mergelhochgebirge (Allgäudecke), LD + AD Dolomit-zonen der Lechtal- und Allgäudecke, TB quartäre Talböden. Zusätzlich wurden die Moorkennziffern der Erhebungsbögen 1977 aufgeführt.

Im Unterschied zur Moorliste 10.3.4 werden viele Moore außerhalb der Distrikte und Moorlandschaften einzeln aufgeführt. Daraus resultieren einige auffallende Positionsveränderungen. Der engere Bezugsraum bringt es auch mit sich, daß Moore, die einen im Allgäu seltener und schlechter als im übrigen Alpenbereich vertretenen Typ ausbilden, hier unverhältnismäßig besser abschneiden.

Die aufgeführten Moore werden 3 Gefährdungsklassen zugeordnet:

- I derzeit nur geringe Bedrohung;
- II Beeinträchtigungen noch nicht substanzbedrohend;
- III Nur bei unverzüglichen Gegenmaßnahmen ist eine entscheidende Moorentwertung noch aufzuhalten.

Die Schutzvorschläge gliedern sich in:

- 1 NSG mit Nutzungsausschluß; 2 NSG mit innerer Nutzungszonierung; 3 Moor ist als Tabuzone im bereits bestehenden, aber unwirksamen NSG auszuweisen; 4 ND; 5 einvernehmliche, aber verbindliche Nutzungsregelung.

Tabelle: Liste der repräsentativsten Moore der Allgäuer Alpen

Erläuterungen s. S. vorher.
Es wurden 3 Güteklassen gebildet, die durch fette Linien auseinandergehalten sind.
In der zweiten Spalte erscheint die Numerierung der Moorkarte und der Moor-Erhebungsbögen.

Tabelle: Liste der repräsentativsten Moore der Allgäuer Alpen					Moortypen	Seltene Arten Zahl der Kreuze entspricht Zahl seltener Gefäßpflanzen- u. Moosarten	Moormorphologische Eigenarten (Strukturen)	Vegetationstypen	Höhenstufe	Geologische Zone	Standortkomplex	Gefährdungsklasse	Schutzvorschlag
Moor	Nr.	Top.K. 25	RW	HW									
Hörmoosgebiet	101 102 172- 176	8525	35760	52615	X X	X X X	X X X X	X X	3	M	19,13	III	2
Engenkopfgebiet	32- 34	8627	35915	52520	X X	X X X X	X X X X	X X	3	H	17,16	I	2
Strausbergmoos	157- 159	8528	36015	52610	X X X X	X X X	X X	X	3	J	13,8	II	1
Rangiswanger Herde	93	8527	35910	61600	X	X X	X X X X X X X X	X	5	FN	2	III	1
Unt. Wilhelminenalpe	94	8525	35875	52610	X X	X X X	X X X X X X	X	4	FN	2,8	III	1
Gehrner Berg	142	8727	35900	52376	X X	X X	X X	X	6	LD	10	I	
Windecksattel	21	8626	35851	52499	X X	X X X	X X	X	6	H	17	II	3
Gottesackerwände	26	8626	35860	52501	X X	X X X	X	X	6	H	17,18	I	3
Seealpe	24- 25	8626	35876	52498	X X	X	X X	X X	5	H	17	I	3
Hühnermoos/Roßkopf	171	8428	3603	52665	X X		X X	X	5	FN	2	III	1
Scheidthalalpe I	38	8527	35907	52522	X	X X	X X	X	3	H	1	I	2
Wannenkopf/Bolgen	83	8527	35896	52570	X X	X	X X		5	FN	2	II	5
Ochsenkopf	85	8527	35890	52588	X		X X	X	5	FN	2	III	4
Kühberg	23	8626	35880	52498	X X	X X	X X	X	5	H	17	I	3
Hintere Aualpe	98	8525	35854	52625	X	X X X	X	X	2	TB, M	18	I	4
Sybellensmoor	167	8428	36031	52703	X	X	X X	X	2	H	1	II	1
Metzwald	184	8428	36041	52702	X X	X X			2	H	1	H	1
Schwabenhütte	86	8527	35891	52587	X X	X		X	5	FN	2	III	5
Piesenkopf	50	8525	35862	52539	X X	X	X X		5	L	1,16	III	2
Scheuenpaß	46- 47	8525	35846 35844	52540 52542	X X X X		X X		4	L	1,13	III	2
Altstädter Hof	68	8527	35986	52617	X	X X	X	X	2	FN	1,13	II	4
Bichelerbergalpe	168	8428	36039	52717		X X		X	2	H	13	I	1
Rehmahdsmoos	99	8427	35902	52639		X X X			2	TB, M	13	III	4
Grasgehrenalpe	88	8527	35882	52570	X	X	X X		5	FN	2	III	5
Hochwald	29- 30	8627	35905	52510	X X	X X			3	H	13,17	I	1
Teufelsküche/Unterjoch	160	8428	36088	52667		X X			2	TB, J	13,8	I	1
Kematsrieder Moos	163	8428	36065	52652		X X	X X		3	TB, J	13	III	1
Goimoos, Gallmoos	125	8427	35950	52695	X	X			1	TB	13	III	2
Hint. Krumbachalpe	121	8427	35888	52660	X X	X			4	M	18	II	5
Toniskopfherde	59	8527	35890	52538	X	X	X		3	H	1	III	5
Rohrmoostal	26	8525	35869	52520	X X	X	X		2	H	1	III	3
Hörnlein	70	8525	35834	52550	X X				5	L	1	I	5
Schwarzenberg	72	8525	35839	52561	X X				5	L	1	II	5
Schlappoltsee	135	8627	35929	52468	X	X		X	6	FS	2	III	5
Beerenmoos	182	8429	36135	52738				X	4	FN	1,2	I	1
Zollamt Oberjoch	161	8428	36081	52660	X				2	TB, J	13	I	1
Scheidthalalpe II	63	8527	35907	52520		X		X	3	H	1	I	2
Schönbergalpe	65	8527	35888	52555	X	X			4	H	1	III	5
Schwabenhof	79	8525	35853	52580	X				2	L	14	III	5
Wiesälpe/Hirschgund	73	8525	35812	52529				X	2	H	14	I	
Enzianhütte	141	8727	3595	52407		X	X		5	J	8	II	5

10.3.5.2 Moorauswahl nach der räumlichen Repräsentanz (Verteilungsrepräsentanz)

Moore sollen als Ausdruck und Charakterzug ganzer Landschaften erhalten bleiben. Deshalb hat die Er-

haltungsplanung auch dem unterschiedlichen Moor-reichtum der Landschaftseinheiten (Zonen) Rechnung zu tragen. Eine Leitlinie für die Grundnetz-konzeption ist das Vermoorungsprozent der Zonen:

Zone	L	TB	H	FN+FS	M	J	LD+AD
Vermoorungsprozent ¹⁾	6,85	4,75	2,24	2,02	0,81	0,61	0,02
Relation der Ver-moorungsprozente	350 9	240 6	112 3	100 2,5	40 1	30	1
Typengrundnetz (s.o.) in % Gesamtmoorfläche	17,1	46,0	28,0	34,9	42,7	47,4	50,0
Relation der Grund-netzanteile	0,4	1,07	0,65	0,81	1	(1,11)	(11,7)

Das Moornetz muß also »zurechtgerückt« werden, um der räumlichen Moorverteilung mehr Recht zu verschaffen. Die Defizite sind in L und H am größten.

Deshalb wird das Grundnetz um folgende, nach Typenrepräsentanz und Erhaltungsgrad nächst-besten Moore erweitert:

	Nr.	Top.Karte	RW	HW	Zone	Standortkomplex
Scheuenalpe	68	8525	35856	52560	L	13
Hochschelpenalpe	75	8525	35851	52564	L	1
Gauchenwände	51- 53	8525	35863	52543	L	8,1
Ziebelmoos	54	8525	35873	52540	L,H	1
Aibelewald	41	8525	35855	52528	L	1
Walserschanz	146	8627	35930	52510	H	14
Scheidthalalpe	36	8527	35911	52523	H	1,16
Geißbergalpe	61- 62	8527	35910	52536	H	16,8

Analog der naturräumlichen Repräsentanz ist auch die Moorhäufigkeit in den einzelnen Höhenstufen

in der Kernausswahl nicht ausreichend berücksichtig:

Höhenstufe	Grundnetzfläche in ha	Gesamtmoorfläche in ha	Relation aus beiden
700- 900 m	56	337	1 : 6
900-1100 m	70	147	1 : 2,1
1100-1300 m	142	330	1 : 2,3
1300-1500 m	62	311	1 5
1500-1700 m	123	187	1 1,5
1700-1900 m	9,1	57	1 6

In den stark defizitären Höhenstufen 700-900 m (Tallagen) und 1700-1900 m (subalpine Region) wird bei weiterer Grundnetzausdehnung sehr schnell die Grenze zu ausgetorften, gerodeten, stark vorent-

wässerten oder weitgehend zertrampelten Flächen erreicht. Für die nötige Korrektur der Höhenrepräsentanz stehen daher nur mehr folgende Flächen zur Verfügung:

	Nr.	Top.Karte	RW	HW	Höhenstufe
Kinderheim Oberstdorf	130	8627	35974	52510	700- 900 m
Moorbad Oberstdorf	129	8627	35972	52518	700- 900 m
Moorgebiet bei Kornau	145	8527	35945	52530	700- 900 m
Tiefenberger Moos	149	8527	35946	52614	700- 900 m
Untergern	136	8627	3592	52452	1700-1900 m
Kanzelwandsattel	138	8627	35915	52451	1700-1900 m
Wannenkopf-Gipfelmoor	84	8527	35901	525705	1700-1900 m
Biberalpe, Salzbücheljoch	141	8727	3592	52381	1700-1900 m

Der Grundnetz-mangel kann mithilfe dieser Er-weiterungen auf eine Relation von 1 : 3,5 (Tallagen) und 1 : 3 (subalpine Stufe) verringert werden.

1) ermittelt aus der Moorkartierung des Verf. unter Einschluß der Pufferbereiche und Moordistrikte

10.3.6 Moor-Grundnetz für die alpinen Naturschutzgebiete

Da die innere Differenzierung großer Alpenschutzgebiete mit starken Nutzungsansprüchen am Beispiel der Ammergauer Berge (27 600 ha) ausführlich dargelegt ist (RINGLER & HERINGER 1977)¹⁾, genügen hier wenige ergänzende Hinweise.

Da die Boden- und Holznutzungsintensität der großen Alpenschutzgebiete überhaupt nicht (z.B. Ifen, Höfats-Hintersteiner Tal, Ammergebirge), nur geringfügig (z.B. Karwendel) oder *noch* nicht nennenswert (z.B. Nationalpark) von den ungeschützten Bereichen abweicht, genießen nur die wenigen Moorschutzgebiete der Täler faktischen Schutz (z.B. Mettenhamer Filz, ND Gritschen).

Das *schutzgebietseigene* (Moor-)Grundnetz unterscheidet sich vom landkreis- und bayernbezogenen vor allem in folgenden Punkten:

- Die zugrundegelegte Typen- und Standortgliederung ist entsprechend dem höheren, mehr wissenschaftsorientierten Vertretungsanspruch so fein, daß praktisch sämtliche Moore individuell und damit unverzichtbar erscheinen
- Sämtliche Moore fallen unter die Schutzgebiets-Mindestforderung, daß wenigstens die naturnahen Lebensräume unangetastet bleiben müssen.
- Im Naturschutzgebiet werden die Moorpufferbereiche und -distrikte großzügiger abgegrenzt und noch restriktiver behandelt als außerhalb. Die Zwischenbereiche von Moordistrikten auf Flyschrücken, Talverfüllungsplateaus, in zusammenhängenden Talauen u. dgl. sollen nur soweit genutzt werden, daß

1 alle biotischen und hydrologischen Wechselwirkungen zwischen Moorzonation und Umfeld ungestört sind

2 ungestörte Freilandforschungsflächen für die Frage »Wie unterscheidet sich die Hydrologie eines Moorgesamtkomplexes/-distrikts von derjenigen herausgeschnittener Teilflächen?« gesichert sind

3 die eventuell fortschreitende und expandierende Vermoorung der Umfeldwälder (z.B. in zusammenbrechenden Fichtenforsten oder auf moorbenachbarten Kahlschlägen) ungehindert bleibt

4 der hydrologische Summeneffekt aller Moore eines Einzugsgebietes optimal erhalten bleibt

Alle (Grundnetz)Moore und Moordistrikte des Ammergebirges sind in der Schutzgebietsplanungskarte 1 25 000 (Bay StMinLU, Reg. v. Obb.), die Moore allgemein auch in der alpinen Biotopkartierung abgegrenzt.

10.4 Bestimmung des Moorsicherheitsbereichs

Das künftige Schicksal eines jeden Alpenmoores beruht auf zwei Fragen:

- Gelingt es, das Moor selbst eingriffsfrei zu halten (zu machen)?
- Gelingt es, jene Wasser- und Stoffflüsse aus dem Umfeld, die zur Moorgestaltung beitragen, wie bisher abzupuffern bzw. zu erhalten? Das Mooreinzugsgebiet im erwünschten Zustand zu erhalten?

Das Einzugs- oder Herkunftsgebiet der moorbestimmenden Oberflächen-, Sicker-, Grundwasser- und Gerinnezuflüsse ist anhand der Moor- und Funktionstypen seiner Bedeutung nach abschätz- und grob abgrenzbar. So sinkt die *Umfeldabhängigkeit* etwa in der Reihe Auenmoor > Talbodenmoor > Kessel- oder Karmoor > Hangmoor > Sattel-

moor > Riedelmoor > Kamm- und Plateaumoor > Gipfelmoor. Das Zuflußregime ist andererseits umso ausgeglichener, je höher der unterirdische Zufluß im Verhältnis zum stör- und schwankungsfälligeren oberflächlichen. Änderungen im Mooreinzugsgebiet (z.B. Abholzung) werden sich im Moor umso heftiger auswirken, je direkter (oberflächlicher) die Wasserverbindung, je weniger »hydraulische Pufferung« durch poröse oder klüftige Filtersysteme zwischengeschaltet ist.

Ist die hydrogeologische Pufferung des Moores gering (z.B. auf wenig sickerfreudigen Unterlagen; SK 1, 3, 6, 8, 9, 12, 18, 19), so kommt der *Pufferung durch die moorumgebende Vegetation* erhöhte Bedeutung zu (Waldzustand, Schwendung, Waldweide, Wilddichte, weidebedingte Bodenverdichtung, abflußsteigernde Pisten usw.).

Mit drei Beispielen sei die Abgrenzung des *natürlichen* Einflußbereichs erläutert.

Beispiel 1: Quellnischenmoore Schwarzwassertal/ Allgäuer Alpen

Es ist kein Zufall, daß intakte Fettkraut-Rasensimsen-Quellmoore im Flysch nur entlang des Hangfußes *unterhalb geschlossener Grünerlengebüsche* (oder unterwuchsreicher subalpiner Fichtenwälder) vorkommen (Oberflächenabtrag nahezu 0; Oberflächenabfluß sehr gering; vgl. 8.1.2, Abb. 24). Würden die *Moorschutzwälder* gerodet und beweidet, so wäre mit erosiver Abschwemmung und mineralischer Übersättigung der Moore zu rechnen. Aller Voraussicht nach verlören auch die moorerzeugenden schwachen Kluft- und Sickerquellen die erforderliche Gleichmäßigkeit, weil die Einsickerate des Einzugsgebietes zugunsten des Oberflächenabflusses eingeschränkt würde. Als natürlicher Mooreinflußbereich ist daher die gesamte Hangpartie oberhalb der Moorreihe bis zum Kamm abzugrenzen.

Beispiel 2: Kamm-Moor Heinzenmoos im Ammergebirge/Schemeralm in der Jachenau

Da Stoffzufuhr und Wasserbewegung im *höchsten* Punkt der Landschaft fast ausschließlich aus der Atmosphäre gesteuert werden, ist der Vegetations- und Bewirtschaftungszustand der Abhänge unterhalb der Vermoorung für den Moorzustand fast ohne Belang (sieht man von der Möglichkeit rück-schreitender Tiefenerosion bis zur Kammlinie ab). Ähnliches gilt für alle hangwasserunabhängigen Moore unterhalb von Kammlinien (z.B. Block 17 in Abb. 1). Sogar das Talmoor Schemeralm (Abb. 25) wäre dank seiner zum Hangfuß hin vorgeschalteten »Sicherheitsgräben« relativ gut gegen Abfluß- und Schwemmstoffstöße aus eventuellen Steilhangkahlschlägen abgepuffert. Allerdings bleibt dort eine »Achillesferse« ungeschützt: Die Querwasserscheide des Moores, wo Hangwasseranschluß besteht. Der Moorsicherheitsbereich (indirekter »Biotopschutzwald«¹⁾) ist also in der Verlängerung der Moorquerwasserscheide viel weiter hangaufwärts ausgebuchtet als im Bereich der moorflankierenden Bachgräben. In dieser Zone wäre auf Maßnahmen, die das Abfluß- und Abtragsverhalten verändern, zu verzichten (z.B. Anlegen einer Winterfütterung mit hoher Schälrate im Umfeld, großflächiger Einsatz schwerer bodenverdichtender Bringungsgeräte, Aufschüttung eines Wende- oder Holzlagerplatzes).

Beispiel 3: Der Sicherheitsbereich von Schichtquellmooren

Schneiden Dräne, Gräben, Pipeline- oder Straßenbankette in laminare Grundwasserströme ein, so

1) Die einzelnen Flächenkategorien sind: Grundnetz-, Ausgleichs- und Puffer-, Vorbehalts- und Nutzflächen.

1) Kartiereinheit der bayerischen Waldfunktionsplanung



Abb. 25: Landschaftliche Einbindung und Isolation von Talhochmooren.

Bildmaßstab ca. 1 : 10000. Befliegung der Photogrammetrie GmbH 1973. Freigeg. Reg. v. Obb. G/788265.

Weiß punktiert sind laggartige Bachgräben, die das Hangwasser vor dem Hochmoor ableiten.

Weiß strichliert sind kultivierte Parzellen innerhalb der Hochmoore (schwarz umrissen).

Vorgelagerte Niedermoore sind schwarz strichliert umrissen.

Die Wechselwirkung Hochmoor/Umfeld ist im Jachenauer Moordistrikt (oben) weitgehend ungestört, die Randzonationen haben ihren ursprünglichen Charakter bewahrt. Dagegen ist bei Aurach/Schliersee das Hochmoor-Ökosystem durch Bachregulierung, Straßen und Siedlungen im ehemaligen Laggbereich völlig abgeschnürt und der einzige naturnahe Überrest eines zonalen Ökosystemkomplexes.

entstehen Absenkungstäler der GW-Oberfläche. Wie weit die entwässernde Trasse mindestens von wertvollen Quellmooren (GW-Austrittshorizonten) entfernt sein muß, damit ihr Absenkungstrichter dieses nicht mehr erreicht, hängt vom k_f des GW-Leiters, dem ursprünglichen GW-Gefälle und der Absenkungstiefe ab. Je durchlässiger, d.h. grobkörniger, das wasserführende Substrat, desto mehr Abstand zum Quellbiotop erfordern hang- und talseitige Grundwassereingriffe. Beispiel einer indirekten Quellhangmoorzerstörung ist ein alpenpflanzenreiches Kopfbinsenried im Breitenbachtal bei Gelting, dessen Sickerwasserzufuhr durch die Münchner Wasserleitung im Mai 1981 abgeschnitten wurde. Wie schwierig indessen der hydraulische Kommunikationsbereich eines Hangmoores zu bestimmen sein kann, zeigt eine neuverlegte Alpwasserleitung oberhalb des Strausbergmooses bei Hindelang. Nach Beobachtungen von GUNTER (mdl.) sind seitdem Quelltrichter stärker zugewachsen und eingesunken, die unterhalb der Hanghochmoore aufstoßen.

10.5 Welche Nutzungseinheiten bestimmen über das Moor?

Der natürliche Einfluß- oder Pufferbereich des

Moores ist Bestandteil einer größeren Nutzungseinheit (z.B. Staatsforstrevier, Forstamt, Waldkörperschaft, Großprivatwald, große Genossenschafts- oder Gemeinschaftsalpe) oder überstreicht deren mehrere (z.B. mehrere Eigentums- oder Berechtigungsalmen¹⁾, Forsteinrichtungseinheiten). Über Forstbestand und künftigen Zustand des Moores bestimmen direkt (z.B. Abtorfung, Moorbeweidung, Latschenschwendung) oder indirekt (z.B. Rodung im Hangwasserzuflußbereich) die Nutzungsberechtigten der zugeordneten Flächeneinheiten. Sie sind Ansprechpartner und einzige wirkliche Garanten für eine nachhaltige Moorbewahrung. In berühmten Naturschutzgebieten und Nationalparks zunehmend degradierte Moore (z.B. Rehberg- und Fereinsalm im NSG Karwendel; Gotzen- und Priesbergmoor im NP Königssee haben seit PAUL's Zeiten ihre *Carex magellanica*-Bestände eingebüßt) unterstreichen, daß *nur in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit den angestammten Bewirtschaftern* Aussicht besteht, wenigstens eine repräsentative Auswahl unserer interessantesten Alpenmoore in die Zukunft zu retten.

Ein umfassendes Erhaltungskonzept kann erst im Anschluß an eine vollständige Moorliste vorgelegt werden. Hier sei der Anfang gemacht mit einer

Liste der Almen/Alpen für moorschonende Weideordnungsmaßnahmen²⁾

(! besonders dringlich, weil (inter)national oder regional bedeutsame Moore im Weidebereich!)

8627 Einödsbach	8626 Hoher Ifen	8527 Oberstdorf		8528 Hinterstein
! Osterberg	! Höfle-Mahdtal	! Rangiswang	Oberälpe	! Talweiden Hinterstein
! Scheidthal	! Hoch	! Ornach	Mitterälpe	! Straußberg
Hinterenge II	! Aibele	! Grasgehren	Lochbach	Stierengeratsgund
! Bierenwang	8727 Biberkopf	! Bolgen	Falkenberg	Dietersbach
! Schlappolt	Biber	! Freiburger	Gund	Taufers
Hochleite	! Haldenwang	! Rohrmoos	Schönberg	
Glaserchwand	Rappen	! Scheidthal		
		! Simons		
8525/8526 Balderschwang			8428 Hindelang	8426 Oberstaufen
! Paptsche Piesen	! Kindsbanget	Hirschgund	! Scheidbach	Bur
! Ihlsche Piesen	! Dinigörgen	Kaspelersschrine	! Bärenmoos	Ehrenschanz
! Roßschelpen	! Toniskopf	Schwand	! Sorg II	Sederer
! Untere Wilhelmine	Rindbäck	Helmingen	! Kematsried	Untere Denneberg
! Hällritzen	Innere Scheuen	Schilpern	Heißeloch	Rauhgund
! Lachen	Au	Seele	Schnitzlertal	Ochsenhof
! Vorderhädrich	Junghansen	Leiterberg	Hintere Kölle	Riemle
! Unterhädrich	Schwarzenberg	Schneeloch	8427 Immenstadt	Huberschwendle
! Mittelhädrich	Seelos-Schelpen	Oberstieg	! Hinterkrumbach	Hohenschwand
! Hörmoos	Schellpach	Eineneegg	! Gund	Tuffermoos
! Hinterhochwies	Lenzen	Hörnle	Seifenmoos	Mittelbergmoos
! Hinterau	Höfle		Mittelberg	
8429 Pfronten	8330 Roßhaupten	8331 Bayersoien		8431 Linderhof
! Salober	! Ebene-Roßhütte	! Schönleiten		! Krottenstein
! Rößleuter	8430 Füssen	! Trauchgauer Pfarr		! Rothmoos
Obere Nesselwang	! Privatweide Schwangau	! Waldweide Murgengbach		! Frieder
8531/8631 Zugspitze	! Jägerhütte	! Wasserscheid		Oberalpe
! Griesen	Rotmoos	! Trauchgauer Ach		Trachgauer und
8432 Oberammergau	8532/8632 Garmisch-P.	8533/8633 Mittenwald		Buchinger Roßstall
! Steppberg, Enning	! Kreuz	! Ferchen- und Lautersee		8433 Eschenlohe
! Rothmoos, Soila	Schachen-Wetterstein	Rehberg		! Kuh, Lain
! Langental				! Krüner Niederleger

1) Alpine Weideflächen werden in Oberbayern »Almen«, im Allgäu (und übrigen alemannischen Kulturraum) »Alpen« genannt (vgl. auch ENGELMAIER 1980).

2) Bezeichnung nach »Almen und Alpen in Bayern« (hrsg. BStMELF, München 1971). Das Epitheton -alm/-alpe wurde jeweils weggelassen.

8333 Murnau ! Mitterburg Buchwall	8334 Kochel ! Dudl ! Hintere Fell	Rappin Orterer	8335 Lenggries ! Lenggrieser Berg ! Röhlmoos	Rauh Ampertal
8235 Bad Tölz ! Steinbach ! Granitseck ! Stacheleck Baun Greillinger	! Lexen ! Haustatt ! Hint. Scharnitz ! Hint. Krotten ! Eibelsfleck	Jocher Rieder 8234 Benedikt beuern ! Lehenbauern	! Rehgraben ! Düft ! Brand ! Brunnlochner ! Mesmer-Lettenberg	Vordergraben Kot Hauserbauern Vord. Längental
8434 Vorderriß ! Moosen Graben	8435 Fall Lärchkogel Vereins	8336 Rottach-Egern ! Schwarzentenn Lahner Röthensteiner Plankenstein Duselau Waidberg Bucher Siebl	8236 Tegernsee Kreuzberg Hannerl ! Gindel Berger	8337/8437 Josefsthäl ! Spitzing ! Rote Valepp ! Großtiefental ! Soin Krottenthal Kleintiefental Wechsel Freudenreich Unt. Wallenburger
8338 Bayrischzell ! Fell ! Arzmoos Einbach Baumoos Himmelmoos Wendelstein	8238 Neubeuern Schlipfgrub Schloß 8339 Oberaudorf ! Acker Niederkaser	8239 Niederaschau ! Roß Oberkaser Euzenau Wagner Käs Mooserboden Ebenwald Mauerlinder	8240 Marquartstein Chiemhauser Häusler Großbaumgarten Maurer Weißen Samer 8340 Reit im Winkl Maserer	
8241 Ruhpolding ! Röthelmoos Weit Eschelmoos	8341 Seegatterl ! Winklmoos/Roß ! Hemmersuppen Weitsee Löden	8242 Inzell ! Wildenmoos 8243/44 Reichenhall Steiner	8343 Berchtesgaden-West ! Moosen ! Landhaupten Hals	
8344 Berchtesgaden Ost Ecker	8443 Königssee ! Salet ! Gotzen	8444 Hoher Göll ! Priesberg ! Königstal		

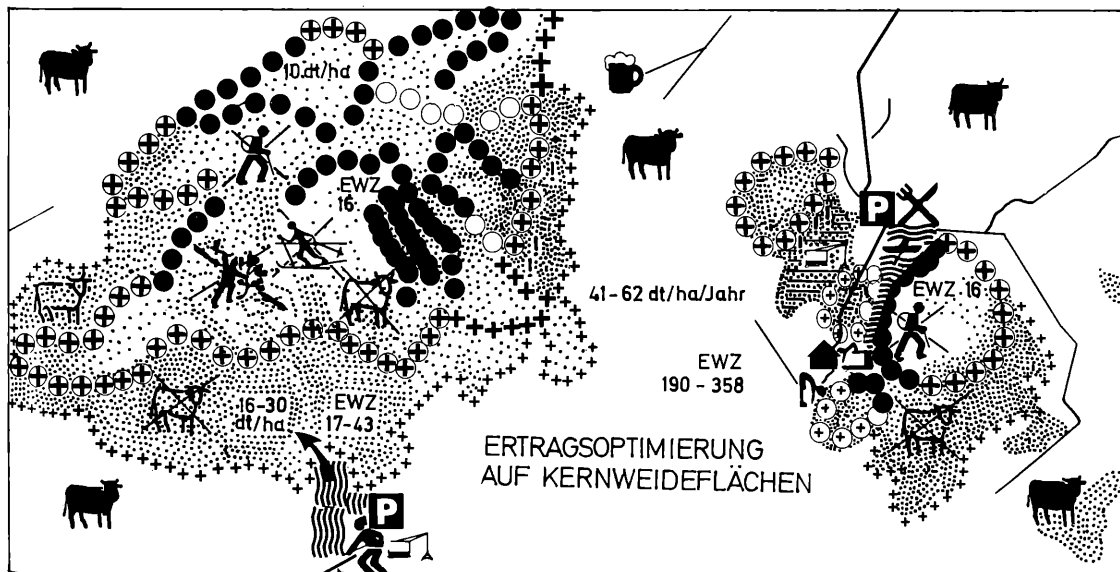
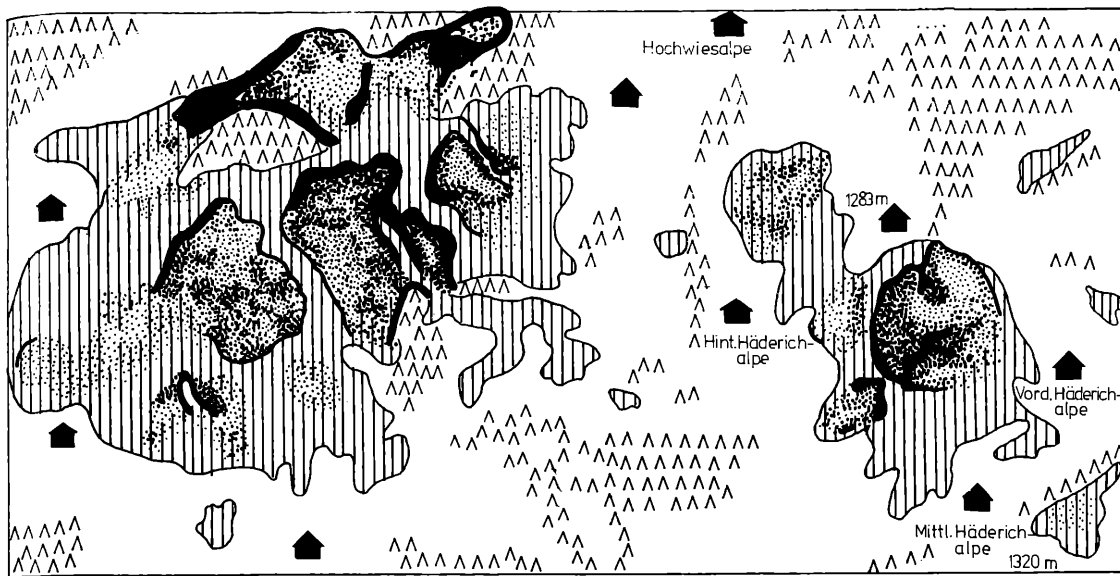
10.6 Moorerhaltung aus alm/alpwirtschaftlicher Sicht

Die wissenschaftlich-ökologische Einschätzung der Alm/Alpmoore steht naturgemäß im Gegensatz zur alm/alpwirtschaftlichen. Dem Ökologen ist das intakte Moor ein Höhepunkt im Alm/Alpbereich, dem Alm/Alpwirt dagegen ein Stück Unland inmitten der knappen ebenen Fläche, seiner Existenzgrundlage. Daß er diese störenden Ökosysteme durch Latschenhieb (Schwenden), starke Beweidung, Melioration und Düngung immer wieder in seine Nutzfläche einzubeziehen versuchte, ist zumindest bis zur wissenschaftlichen Quantifizierung des außerordentlichen geringen Futterwertes der Moorvegetation und der dräntechnisch aussichtslosen Textur vieler moortragender Pseudo- und Hangleye (vgl. DIETL 1980, HEBESTREIT 1979 ff.) völlig verständlich. Wie die leistungsfähigsten und traditionsreichsten Almen/Alpen haben sich auch die Hochlagenmoore die Standortkomplexe 1, 3, 8, 12, 13, 14, 18, 19 (Moräne, Talverfüllung, mergelig-tonige Gesteine) »ausgesucht«. Auch deshalb ist die Konkurrenzsituation mit der Weidewirtschaft deutlicher vorprogrammiert als bei jedem anderen Biotoptyp. Alm/Alpwirte reagieren traditionsgemäß empfindlich gegen jede Art von Reglementierung oder Einschränkung auf ihren Rechts- oder Eigentumsflächen. Dies schließt aber keineswegs ihre grundsätzliche Bereitschaft zu moorschonenden Maßnahmen auf *freiwilliger* und *partnerschaftlicher* Basis aus, wenn die nötige Einsicht gewonnen wurde (vgl. Moorabzäunungen Anthaupten- und Saletalm bei

Berchtesgaden, Ackeralm am Geigelstein, Krottensteinmoos im Halblechgebiet, Roßkopf bei Hindelang).

Wichtig ist es insbesondere, über persönliche Kontakte und fachliche Überzeugungskraft für den Bestand der Alm/Alpmoore zu werben. Es wird dabei auf die Mitarbeit der landwirtschaftlichen Fachstellen, Alm/Alpberater und Agrarlehrstühle ankommen. Vielleicht läßt sich die Wertschätzung der Alm/Alpmoore durch den Verweis auf ihre Nichtwiederherstellbarkeit und ihren Informationsgehalt unterstützen:

Eine kleereiche Fettweide ist innerhalb von nur *zwei Jahren* durch PK-Düngung aus einer Blau- oder Borstgrasmatte herstellbar (z.B. SPATZ 1980). Die Rückverwandlung einer intensivierten Weide in den arnika- und bartglockenreichen Borstgrasrasen durch Aushagerung dürfte immerhin *Jahrzehnte* bis *Jahrhunderte* benötigen. Nötfalls ließe sich diese Gesellschaft aber durch unregelmäßige Beweidung neugerodeter Aushagerungsstandorte an anderer Stelle »reproduzieren«. Demgegenüber entwickelte sich ein Alphochmoor in *Jahrtausenden*. Seine Start- und Wachstums optimumbedingungen endeten außerdem spätestens mit der mittelalterlichen Warmzeit. Dieses mit Abstand kontinuierlichste, älteste und einzige nichtreproduzierbare Ökosystem auf der Alm birgt einen meist noch ungehobenen Schatz vegetations- und nutzungsgeschichtlicher Informationen, dem die Rasengesellschaften und Weidewälder nichts entgegenzusetzen haben: Das Pollen- und Großrestarchiv des Torfprofils bildet die



Unten: Punkte: Relative Dichte der Beweidungsschäden (Viehtritte, Eutrophierung usw.) im Moorbereich
 Schwarze Punkketten: Erhaltene Hochmoorrandzonation
 Weiße Punkketten: Hochmoor-Randzonation ist hier zerstört (Abgrenzung der engeren Schutzzone)
 Rufezeichen: Vorkommen seltener Arten im Meliorationsbereich (i.d.F. Höchstvorkommen von *Carex chondrothiza* in Deutschland)
 Kl. Bagger und Querschraffur: Meliorationsgebiet 1980
 Vertikale Schlangelinien mit schwarzem Pfeil: Piste mit Begleitanlagen schiebt Schwemmkügel ins Moor vor;
 Waagrechte Schlangelinien: Aufstauung der Laggzone, Bootsbetrieb usw.
 Schwarze Linien: Wege- und Straßensystem erschließt Alpen und Gastronomie
 Dicke Kreuze: Grenze der nutzungsfreien Moorkernzone
 Kleine Kreuze: Grenze der Pufferzone (höchstens sporadischer kontrollierter Viehtrieb; naturnahe Erholung)
 EWZ: Ertragswertzahl (Maßstab für den Weidefütterwert; s. Text)
 dt/ha.: Trockenmasseertrag in 1 Weideperiode

Abb. 26: Nutzungsmodell für Alpen/Alpen mit wertvollen Mooren (Beispiel: Moordistrikt Häderich)

Die drei Kärtchen zeigen denselben Ausschnitt unter verschiedenen Gesichtspunkten.

Oben: Hochmoor (punktiert entsprechend der Latschen-Bestockungsdichte), Hochmoorrandwald (schwarz), Niedermoor mit Sickerfluren (schraffiert), Fett- und Magerweiden (weiß) mit Weidewäldern. Als Mittelpunkte der Bewirtschaftungseinheiten sind die Alpegebäude eingetragen.

Mitte: Das natürliche Transportsystem des Moordistriktes (schematisch und stark vereinfacht). Dabei bedeuten:
 Dicke schwarze Pfeile: Hang- und Quellwasserführende Flut- und Lagggrinnen zwischen den Hochmoorkörpern;
 Weiße große Pfeile: Hangwasserzüge, die in die Hochmoore einsickern und dabei ionenärmer werden (soliombrogene Gradienten);
 Kleine Pfeile: Rüllensysteme auf den Hochmooren
 Dicke Schrägbalken: Abfluß- und abtragsstauende Nagelfluhriegel am Mooreinhang
 Dünne Balken: Terrassenartige Querstrukturen auf dem Hochmoor (Kolktreppen, Flarke usw.)
 Schwarze Punkte: Torftrichter (in Verbindung mit Untermoorankänen oder großen Rüllern)
 Weiße Kreise: Hauptwasserscheide Rhein/Donau

Vegetationsgeschichte der umliegenden Landschaft und des Moores selbst ab. Die Auflockerung der Hochmoorvegetation durch Beweidung ist meist der Auftakt für einen Abtragsprozeß, der auch durch spätere Weidefreistellung kaum mehr gestoppt werden kann. Der pollenanalytische Informationsgehalt wird durch die damit verbundene Torfzersetzung gemindert, in jedem Fall aber die als Schlüssel zur menschlich beeinflussten Vegetationsgeschichte der letzten Jahrhunderte aufschlußreichen oberen Torfhorizonte zerstört oder unbrauchbar gemacht.

Die große Dringlichkeit eines tragfähigen Konzeptes für moorhaltige Almen und Alpen sei mit drei Beispielen gestreift:

- Der Viehauftrieb wird im EG-Bergbauernprogramm nur bis zu einer Beweidungsdichte von 1 Großvieheinheit je Hektar der Alm/Alpe gefördert. Im Oberallgäu liegt jedoch die mittlere Beweidungsdichte bereits über der Förderschwelle (1,3 GVE/ha)

Von 324 Alpbetrieben im alpenmoorreichen Landkreis Oberallgäu stockten 1970–1976 182 Betriebe ihren Viehbestand auf und nur 15 verringerten ihn (ENGELMAIER et al. 1978).

- Rund 150 km neue Alm/Alpwege sind in den bayerischen Alpen derzeit im Bau oder zum Ausbau vorgesehen. Mehrere dieser Trassen queren Moore oder Moorpufferbereiche auch *außerhalb* der Weideflächen, zu denen sie führen. Im Oberallgäu werden von den Betriebsleitern in summa sogar 263,4 km neu zu trassierende Alpwege mit Fest- oder Schotterdecke gewünscht.

Gelungene Nordschweizer Beispiele (z.B. Glaubensbüelen/Obwalden) zeigen, daß auf der Basis von Standortkarten und düngewirtschaftlichen Erkenntnissen ein allseits zufriedenstellender alpwirtschaftlicher Nutzungsplan erarbeitet werden kann, der *sowohl den Ertrag verbessert, als auch die Naß- und Moorflächen ausspart*. Die von der bayerischen Agrarleitkartierung ausgeschiedenen Standort- und Intensitätseinheiten können in Überlagerung mit der alpinen Biotopkartierung zur Grundlage von Konfliktlösungen werden (vgl. auch SCHALLER & SITTARD 1976).

Ausschnittbeispiel für die folgenden Vorschläge ist der Moordistrikt Hädrich bei Oberstaufen mit den Alpen Obere, Mittlere und Untere Hädrich, Hörmoos, Vorderhochwies (Bayern) und Moos (Vorarlberg). Vielleicht können auf diese Weise die Probleme bedeutender grenzüberschreitender Moordistrikte (Winklmoos, Hochwald-Engenkopf, Oberjoch-Jungholz-Scheidbachalpe, Lecknerbach) in Kooperation mit den Vorarlberger, Tiroler und Salzburger Agrar- und Naturschutzbehörden bewältigt werden.

Nutzungsmodell für Almen/Alpen mit unersetzlichen Mooren (Abb. 26)

Der Grundgedanke entspringt einem Trend der neueren Alm/Alpliteratur (z.B. SPATZ 1970, SPATZ & ZELLER 1968, DIETL & JÄGGLI 1972, DIETL 1980): *Bessere Ausnutzung des Futterpotentials der Fettweiden und verbesserungswürdigen Magerweiden und Abtrennung des nicht verbesserbaren Ödlandes* (vor allem Moore, Riedweiden, Quellfluren und Zwergstrauchheiden).

Im ersten Schritt wird der engere natürliche Einflußbereich der beiden Moorsysteme, die Pufferzone, abgegrenzt (Abb. 26 A,B). Dazu gehören in erster Linie die Einsickerbereiche des Sicker- und Mineralbodenwassers in die soliombrogenen Gradienten

(hohle Pfeile in B). Auf die Einbeziehung der südlich oberhalb gelegenen Einzugsgebiete in den Pufferbereich (Moordistrikt) kann verzichtet werden, weil – der Oberflächen- und Materialabfluß von den Einhängen (Schneebewegungen, Muren, diffuser Abtrag, Geschiebe) durch natürliche Sperriegelsysteme, die Nagelfluhruppen, gedämpft, gestaut und durch Dolinenreihen zwischen den Rippen (nicht eingezeichnet) weitgehend verschluckt wird.¹⁾

- weil die fremd- und nährstoffbeladenen Oberflächenwässer den Moorkomplex nur in tief eingeschnittenen Rinnen durchfließen, ohne die erhabenen Hochmoore und soliombrogenen Gradienten zu erreichen (dicke schwarze Pfeile).

Ein *Pufferbereich*, der diesen Ansprüchen genügt, deckt sich in etwa mit den randlichen Riedweiden, Anmoor- und Niedermoorzonen, insbesondere Braunseggen- und Rasensimsengesellschaften, Davallseggenrieden und Quellstaudenfluren. Der Pufferbereich umgibt – vor den Einsickerstellen der soliombrogenen Gradienten etwas verbreitert – die *Moor-Kernzone*. Sie wird durch die äußere Verbindungslinie der einzelnen Hoch- und soliombrogenen Moorkörper umrissen und beinhaltet in jedem Fall (auch bei starker Degradation!) die vollständige Randzonation einschließlich des Lags.

Im nächsten Schritt werden die Pflanzengesellschaften der 3 Zonen ertragskundlich bewertet. Dabei werden unterschieden:

Kernzone: Rote Bultgesellschaft (Sph), Trichophorum-Erosionskomplex (Tr), nackter Torf.

Pufferzone: Davallseggenrieder (Dav), Fettkraut-Rasensimsen-Moor (Ping), Binsen-Rasensimsen-Gesellschaft = »Junco-Scirpetum« (JSc), Gesellschaft der Sparrigen Binse = »Juncetum squarrosi« (Jsqu)

Außenzone: Kammgrasweide (Alch-Cyn), Borstgrasweide (Nard)

Die im folgenden angeführten Ertrags-Referenzdaten stammen aus dem Modellgebiet (SPATZ 1970) und aus englischen Deckenmooren von ähnlicher floristischer Zusammensetzung. TS = Trockensubstanz; kStE KiloStärkeeinheiten; zur Ermittlung der Ertragswertzahl s. MOTT (1957) u. SPATZ (1970).

Trotz übertragungsbedingter Vorbehalte zeigen diese Daten Größenordnungsunterschiede der Futterleistung innerhalb der Mooralpen. Bei den wertbestimmenden Parametern Stärke- und Proteinangebot leisten die in der Pufferzone vorherrschenden Rasensimsengesellschaften höchstens 1/4 der gepflegten Fettweiden auf den moorumgebenden Mineralböden, die hochmoorartigen Kernzonen nahezu überhaupt nichts (Moose, Holzpflanzen und nackte Torfflächen herrschen vor).

Hinzu kommt die hohe Trittempfindlichkeit, die den relativ höheren Futterwert der dauermassen Davallseggenrieder ebenso wirkungslos wie die Rasensimsengesellschaften macht.

Nach DIETL (1980) ist eine »erfolgreiche Verbesserung und Intensivierung der Alpweiden nur möglich, wenn wir uns auf die produktivsten Flächen beschränken«. Weiterhin: »Eine erfolgreiche Verbesserung der Magerrasen setzt voraus, daß gute, förderungswürdige Fettwiesenpflanzen in den Magerweiden bereits vorhanden sind« (S. 614). »Die quellnassen Riedwiesen sind kaum zu entwässern, weil die wassergesättigten, schlecht durchlässigen

1) Diesen geologischen Spezialverhältnissen ist vermutlich auch die große Moorausdehnung bis zum Hangfuß mitzuverdanken.

	Futterertrag = oberird. Netto- primärproduktion d. Gefäßpflanzen dt TS ha ⁻¹ a ⁻¹	Stärke- produktion kStE.ha ⁻¹ a ⁻¹	Ertrags- wertzahl EWZ	verdaul. Roh- protein dt.ha ⁻¹ a ⁻¹	Autoren
Referenzdaten KERNZONE »Trichophoro-Eriophoretum«	10,5	wie JSc ?	wie JSc ?	wie JSc ?	FORREST & SMITH 1975
»Erosion and recolonisation complexes«	0	0	0	0	RAWES & WELCH 1969
Referenzdaten PUFFERZONE					
»Trichophoretum«	18	wie JSc ?	wie JSc?	wie JSc ?	SPATZ 1970 SPATZ 1970
»Juncetum squarrosi«	30	wie JSc ?	wie JSc ?	wie JSc ?	
»Junco-Scirpetum«	16	579	16,9	1,03	
»Caricetum davallianae«	31	1295	42,8	2,26	
Referenzdaten AUSSENZONE					
»Alchemillo-Cynosuretum«	41	2184	190,5	4,92	MAYR 1952, HUBER 1966
»Nardetum«	17-34	780-1393	34-64	1,5-2,8	
intensiviertes Nardetum	ca. 4-facher	wie	wie	wie	
(Autorenang. nur f. Ertrag)	Ertrag	Alch-Cyn	Alch-Cyn	Alch-Cyn	

Gleyböden mit einer täglichen seitlichen Wasserbewegung von einem halben bis einigen wenigen Zentimetern das Wasser einfach nicht hergeben« (S. 616). Auch SPATZ (1970) hält die Davallseggennieder der Allgäuer Voralpen für »nicht intensivierungswürdig«.

Die eingehenden Erfahrungen mit den mineralischen und organischen Alplandorten führten im Rahmen der Nordschweizer Alpanierungen zu einer Ausgliederung der Moore, Riedweiden, Kleinsiegenriede und Zwergstrauchheiden als Nichtweideland. Dafür waren weniger naturschützerische als ertragskundlich-meliorationstechnische Gesichtspunkte ausschlaggebend. Diese Lösung war aber ganz nebenbei auch landschaftsökologisch und biologisch befriedigend. Die Artenschutz-, Retentions- und Wassergütefunktion der Quellriede blieb unangetastet (DIETL 1975).

Die Tabelle erweist weiterhin, daß die Gesamtfutterbilanz der Alm/Alpe durch eine Pflege und Verbesserung der lohnenden Standorte weit mehr gesteigert wird, als sie durch Entzug der erhaltenswerten Feuchtfelder einbüßt. Zur Optimierung der Nicht-Naßflächen gehört vor allem eine Umtriebsweide mit angemessenem Verhältnis zwischen Besatz- und Ruhezeiten (1 : 3-5 Wochen) und die sorgfältige Verwendung des alpeigenen Düngers (Aufstallung!). Vgl. hierzu die alpwirtschaftliche Spezialliteratur. Eine moor- und naßflächenschonende Weideordnung wird auch zur Verbesserung der Weidehygiene beitragen:

- Nach SPIESS (1980) gehört zur Endoparasitosen- (insbesondere Leberegel-)Bekämpfung auf den Alpen u.a. das »sichere Auszäunen von nassen, sumpfigen Stellen.
- BACHMANN (1968), zit. nach SPATZ (1970), hält Weidetetanie für möglich, sobald das K : (Ca+Mg)-Verhältnis des Futters auf über 1,8 steigt und der Mg-Gehalt unter 0,2% sinkt. HEAL & SMITH (1978) geben für die wichtigste freißbare Cyperacee unserer Alpenmoore, *Trichophorum caespitosum*, einen Mg-Gehalt von 0,18% TS und ein K : (Ca+Mg)-Verhältnis von über 3 an! Für *Eriophorum vaginatum* sind die entsprechenden Werte 0,16% und 2.

Die Knappheit und Unausgewogenheit des Mineralstoffangebots kennzeichnet Pflanzengesellschaften der Kern- und Pufferzone gegenüber den gepflegten Mineralboden-Weiderasen. Stellt man Mineralstoffwerte (in % TS) der Allgäuer Kammgrasweide (Alch-Cyn; SPATZ 1970), einer Heidekraut/Wollgrasreichen Hochmoorvegetation »Call« (HEAL & SMITH 1978) und des »Jsqu« (HEAL & SMITH 1978) gegenüber, so ergeben sich untenstehende Relationen (bei Werteintervallen wurden arithmet. Mittel gebildet).

Dabei gibt »Call« Verhältnisse der Kernzone, »Jsqu« solche der Pufferzone, und »Alch-Cyn« solche der Außenzone wider (0 bedeutet: Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze).

In den bayerischen Alpen darf allerdings nicht übersehen werden, daß die futterbauliche Ungunst der Moore auf den Standortkomplexen 2, 5 und 7 (Flyschsandstein, Kieselkalk, Cenomansandstein) viel weniger hervorsteht, weil die dort vorherrschenden armen Nardeten in ihrem Ertrags- und Mineralstoffangebot weit von den Bestandorten entfernt sind. Nicht umsonst ist dort der Moorzustand auffällig schlecht (Hörnergruppe, Gotzen usw.).

Auf der Grundlage der Zonenabgrenzung und Ertragsbewertung werden (am besten als Bestandteil eines alpwirtschaftlichen Nutzungsplanes) Maßnahmen vorgeschlagen:

1 Die Kernzonen des Moordistrikts sind ganzjährig weide- und eingriffsfrei. Abnehmbare Elektrozäune sind nur erforderlich,

- wo der Moorkörper nicht ohnehin durch steile, dicht bestockte Randgehänge oder tiefe Gräben abgeschirmt ist,
- falls die Schlagunterteilung nicht ohnehin schon das Vieh abhält,

insbesondere aber im flach auskeilenden Randbereich der Hoch- und Übergangsmoore (Hangeschluß der ombrosoligen Gradienten; hohle Pfeile in Abb. 26). Mit der Freistellung gewinnt die Kernzone nicht nur vegetations- und moorkundliche »Zukunftssicherheit«, sondern auch ihre Bedeutung

	Ca	P	K	Mg
Call/Jsqu/Alch-Cyn	1 : 0,5 8	1 : 0 : 275	1 1,2 : 21	1 : 0,6 : 6

für die vorher verscheuchte Tierwelt zurück (Brutplatz für Rauhußhühner, Birkenzeisig, Kreuzschnäbel, Ringdrossel usw.)

2 In der *Pufferzone* unterbleiben Trassenbau, Meliorations- und Intensivierungsmaßnahmen jeglicher Art. Beweidung ist *nach Möglichkeit* zu unterlassen, mindestens aber erheblich zu verdünnen. In Übergangsperioden bis zur Realisierung fundierter alpwirtschaftlicher Nutzungspläne (Alm/Alp-Flurbereinigungen, Integralsanierungen u. dgl.) oder auf Almen/Alpen, für die Umtriebsweide nicht in Frage kommt, ist das Vieh durch sorgfältige Weideführung (Trieb, Salzauslegen auf entfernten Magerweiden) und Narbenpflege im Moorumfeld (gleichmäßige Alpdüngerverwertung, Schwendung, Entunkrautung) von der Pufferzone fernzuhalten. Wo möglich, ist eine Streuwiesennutzung in der Pufferzone erwünscht.

Von außerhalb auf die Pufferzone gerichtete Fernwirkungen (z.B. Pistenausschwemmung, Abwasser-einleitung, Jauchebau, Mineraldüngerstreuen bei moorwärts gerichtetem Wind) sind zu vermeiden bzw. zu sanieren.

3 In der *Weidezone* sind ertragsoptimierende Maßnahmen zu erwägen, falls der Besatz die Weidekapazität in der derzeitigen Intensitätsstufe übersteigt. Selbstverständlich sind andere erhaltenswerte Biotope im Weidebereich (Steillagen, Wälder, Gewässerränder usw.; Kartiereinheiten A, B, C der alpinen Biotopkartierung) davon auszunehmen.

4 Die Erschließungsvoraussetzungen für die praktische Einhaltung der Moorschutzzonen sind inzwischen auf fast allen moorhaltigen Almen/Alpen vorhanden. In den wenigen noch nicht Kfz-erschlossenen Weidegebieten mit wichtigen Mooren (und anderen Biotoptypen) sind die Moorbeeinträchtigungen durch anhaltende Beweidung (bei fehlender Erschließung) und durch neue Trassen oder Ausbaumaßnahmen sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

5 Die Zoneneinteilung muß auch den *moorentwertenden Erholungsverkehr* ordnen helfen. Von der Kernzone sollten Erholungsuchende und -aktivitäten aller Art direkt (z.B. Tabuzonenplan am Parkplatz, Bergwacht) oder indirekt (keine Wanderwege und -markierungen in Moornähe) ferngehalten werden. Mechanisch unschädliche Wintererholung (Langlauf ohne Loipe, Wandern einzelner Gruppen) ist im Pufferbereich denkbar. Selbstverständlich müssen Erholungsausbaumaßnahmen im gesamten Moordistrikt und in den landschaftsökologisch zugeordneten Hanglagen unterbleiben (Pisten, Gebäude, Planierungen, Parkplätze usw.).

7 Hochgelegene Moore, die infolge jahrhundertelanger Beweidung ihren Hochmoorcharakter völlig verloren haben, u.U. durch sekundäre Erosion eine hohe kleinformologisch-floristische Diversität erreicht haben und keine Regeneration mehr erwarten lassen, sind von diesem Konzeptvorschlag ausgenommen (z.B. Hochtalmoore am Diedamskopf/Iffengebiet).

Ein Beispiel für die Realisierbarkeit des Nutzungsmodells gibt SPATZ (1970): Auf der Alpe Hohen-

schwand (Salmaser Höhe bei Immenstadt) befinden sich 1/3 nicht intensivierungs- und beweidungswürdige Kleinseggenrieder und Moore. Trotzdem konnte der Bestock auf der Restfläche von 44 auf 77 GV erhöht werden. Bei weiterer Aufwuchspflege und Weideordnung ließe er sich ohne Naßflächen-intensivierung auf das 6-fache von 1968 steigern.

10.7 Moorerhaltung aus forst- und jagdwirtschaftlicher Sicht

Viele der wertvollsten Alpenmoore liegen im alleinigen Verantwortungsbereich der Staats-, Großprivat- und Körperschaftswaldungen. Hier stehen der uneingeschränkten Erhaltung aller noch unangestasteten Gebirgsmoore keine unüberwindlichen Sachzwänge, Traditionen oder Rechte entgegen. Als Holzbodenflächen scheiden fast alle Alpenmoore aus. In der Waldfunktionsplanung sind sie größtenteils als Biotopwälder ausgeschieden, fehlende Moore wären nachzutragen. Im einzelnen wird vorgeschlagen:

1 Künftig werden Moore und deren Pufferbereiche (vgl. 10.4) beim Wegebau, beim Aushieb von Rückegassen oder Bringungsseilbahntrassen und bei der Holzbringung mit schweren Geräten am Boden umgangen (Alternative: z.B. Pferdebringung wie z.B. im FA Oberammergau und im Altenauer Körperschaftswald).¹⁾

2 In der Pufferzone unterbleiben alle Nutzungsformen und Maßnahmen, die den Wasser-, Stoff- und Klimahaushalt des Moor(distrikt)s (in)direkt beeinflussen (z.B. Anlegen von Holzlager-, Wende- und Parkplätzen, größere Aufhiebe, Bodenverdichtung und Fahrinnen durch schwere Bringungsgeräte, Lagerung von Holzabfällen, Errichtung von Dienst- und Jagdhütten)

3 Keine Nutzung der Moor- und Moorrandwälder

4 Die Biotopschutzzone sollte in Fällen naturnaher Anbindung an die umliegenden Waldgesellschaften den gesamten floristischen Gradienten ringsum im Anschluß an das Moor einschließen. Alle Bereiche dieser Art empfehlen sich als Naturwaldreservate (z.B. Steinbachalm; Distrikt 27, s. 10.3.4).

4 In den Spirkenfilzgebieten (Großer und Metzwald am Grünten, Ammervorgebirge, Benediktenwandvorgebirge) sind die spirkenbedrohenden überhöhten Rotwildbestände energisch und rasch zu verdünnen. Das Auslegen von Rotwildlecksalz (wie z.B. in den Mooren an der Königstraße zwischen Unternogg und Trauchgau) und das Anlegen von Fütterungen in Moornähe (wie z.B. an der Halbammer) sind zu vermeiden.²⁾

5 Die Vorschläge von LAATSCH (1971, S. 173): »Zusätzlich sind die Ursachen des beschleunigten Hangabtrags im Einzugsgebiet rutschempfindlicher Hänge und der Erosionsflächen zu beseitigen. Versumpfte, oft von Mooren eingenommene Hangschultern müssen entwässert, Almen über gefährdeten Hanglagen aufgeforstet werden«, sind zwar im Lichte der Erosionsprobleme des Lainengebietes begründet, sollten aber im Interesse der davon betroffenen, meist besonders wertvollen und naturnahen Moore überdacht werden.

1) Der nur 20 x 2 m messende *Carex heleonastes*-Bestand im Wilhelminenmoor ist durch die bevorstehende Bringung 1981 gefällter Altholzbestände unmittelbar bedroht. Der Trampelpfad der Holzarbeiter führt mitten hindurch.

2) Trotz künstlicher Fege- und Schlagbäume im Satlermoos/Ammergebirge wurde auch 1981 ein Großteil der nachwachsenden Spirken durch Hirsche vernichtet.

10.8 Verantwortung von Wissenschaft und Lehre für die Alpenmoore – ein Nachwort

Bis vor wenigen Jahren wurde der jungfräuliche Dornröschenschlaf vieler Alpenmoore nur selten durch Botanikerbesuche, einzelne Bohrungen und Probenahmen unterbrochen. Doch mittlerweile mehrten sich insbesondere in den Ammergauer und Allgäuer Gebirgsmooren die systematischen, z.T. langzeitigen, Untersuchungen ganzer Moorkörper unter morphologisch-stratigraphischen, pflanzensoziologischen, vegetationsgeschichtlichen und öko-(physio)logischen Fragestellungen mehrerer Universitäten.

Eingedenk der Tatsachen, daß

- der Informationsgehalt der Moore (Pollen- und Großrestlagerstätten, besonders gut überschaubare Ökosysteme usw.) zwar für Forschung und Lehre unersetzlich ist

- dabei aber Schäden unvermeidlich sind, sollte sorgfältig zwischen Erkenntnisgewinn und damit verbundenen Beeinträchtigungen abgewogen werden. Ein Mißverhältnis nach dem Motto »Operation gelungen, Patient schwer beschädigt« sollte auf folgende Weise vermieden werden:

- Stark moorstrapazierende Untersuchungstechniken (insbesondere morphologische, stratigraphische, floristische und ökochemische Totalkartierungen) müssen auf hochempfindlichen und singulären Mooren ganz unterbleiben (alle kolkreichen Moore, Sattelmoore mit empfindlichen Moor-»wampen«, alle Moore mit ausgedehnten Eiszeitreliktvorkommen, Schwingrasen, Stillstandskomplexe mit geringer Regenerationsfähigkeit, Quellkomplexe, ungestörte Ökotone).

- Empfindliche und singuläre Moore sind als Lehrbeispiel für größere Studentengruppen oder gar als Praktikumsobjekte völlig ungeeignet. Zur Darstellung moorkundlicher Grundprinzipien und des typischen Artinventars sind »mittelklassige« bzw. leicht entwertete Moore völlig ausreichend.

- Da die Kaste der übereifrigen und leichtfertigen »Artenjäger« und »Herbaristen« immer noch nicht ganz ausgestorben ist, ist die Mitteilung einiger Raritätenfundorte in dieser Arbeit ein Risiko. Im Interesse einer massiven Untermauerung der Schutzdringlichkeit glaubt Verf. jedoch, dieses Wagnis in Kauf nehmen zu sollen. Er bittet alle Moorfloristen, diese Offenheit nicht durch Aufsammlung besagter Arten und umfangreiche moorschädigende Suchaktionen zu mißbrauchen. In den meisten Fällen ist ein Auffinden der meist kleinflächigen Vorkommen in den ausgedehnten Moorengebieten ohnedies aussichtslos.

Dieser Appell richtet sich vor allem an Interessenten von weither und an botanische Anfänger, denen der räumliche Überblick zur Abschätzung des Risikos für den Gesamtbestand der betreffenden Arten fehlt.

- In Anbetracht der derzeitigen Populationsstärken bedeutet eine auch nur »geringfügige« Entnahme bei folgenden Arten einen Schritt zur endgültigen Ausrottung in den bayerischen Alpen bzw. darüber hinaus:

Calliargon turgescens, *Catoscopium nigrum*, *Meesia triquetra*, *Paludella squarrosa*, *Diphasium issleri*, *Carex heleonastes*, *C. paupercula* ssp. *irrigua*, *Erica tetralix*, *Eriophorum gracile*, *Gladiolus paluster*, *Juncus stygius*, *Kalmia angustifolia*, *Nymphaea candida*, *Orchis coriophora*, *O. palustris*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Rhododendron ferru-*

gineum (Moore), *Salix myrtilloides*, *Saxifraga hirculus*, *Sedum villosus*, *Sorbus chamaemespilus* (Moore), *Traunsteinera globosa* (Moore), *Trientalis europaea*.

Die Entnahme auch nur einzelner Exemplare dieser Arten sollte zumindest in den bayerischen Alpen und deren Vorland verpönt sein.

- Wissenschaftliche Ergebnisse aus den Mooren sollten nicht im »Julisturm« der Wissenschaft verschwinden, sondern den zuständigen Naturschutzbehörden zur Kenntnis gebracht werden und damit die Einleitung von Schutzverfahren und Erhaltungsmaßnahmen auslösen.

Anschrift des Verfassers:

Alfred Ringler

Alpeninstitut für Umweltforschung
und Entwicklungsplanung

Schieggstraße 21

8000 München 71

Literatur

- ALETSEE, L. (1967):
Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzen-geographischen Analyse der europäischen Regenwasser-moorstandorte. – Beitr. Biol. Pflanzen 43: 117–160.
- ANDERSON, R. C. & LOUCKS, O. L. (1973):
Aspects of the biology of *Trientalis borealis* Raf. – Ecol. 54: 798–808.
- AUER, V. (1920):
On the origin of the Stränge in peat bogs. – Acta Forest. Fenn. 12: 23–145.
- ders. (1972):
Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. – Ber. Dt. Bot. Ges. 85: 1–4, 113–122.
- BACHMAIER, F. (1966):
Die Zwergbirke (*Betula nana* L.) ein Glazialrelikt unserer Flora und Untersuchungen über ihre Insektenfauna. – Jb. Ver. Schutze d. Alpenfl. u. -Tiere 31: 138–151.
- BAUMGARTNER, A. (1965):
The heat, water and carbon dioxide budget of plant cover. – UNESCO, Arid Zone Research 25: 381–391.
- BAY, R. R. (1969):
Runoff from small peatland watersheds. – Journ. Hydrol. 2: 90–102.
- BERGDOLT, E. (1937):
Floristische und ökologische Beiträge zur Kenntnis des Arbergerbietes im Bayerischen Wald. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 22: 1–5.
- BOGENRIEDER, A. & WILMANN, O. (1968):
Zur Floristik und Ökologie einiger schneegeprägter Standorte im Naturschutzgebiet Feldberg (Schwarzwald). – Veröff. Landesstelle f. Naturschutz u. Landschaftspf. Baden-Würtbg. 36: 7–27.
- BOLLER-ELMER, Karin Ch. (1977):
Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorwiesen. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stift. RÜBEL 63: 103 S.
- BORTENSCHLAGER, S. (1966):
Pollenanalytische Untersuchung des Dobramoores in Kärnten. – Carintia II, 76 (Klagenfurt).
- ders. (1967):
Pollenanalytische Untersuchung des Seemooses im Lungau (Salzburg). – Verh. Zool.-bot. Ges. 107 (Wien).
- BStMI u. BStMELF (1972):
Schutz dem Bergland – Almen/Alpen in Bayern. München: Bayer. Staatsministerium des Innern und für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.
- BORTENSCHLAGER, S. & PATZELT, G. (1969):
Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. – Eiszeitalter u. Gegenwart 20.
- BORTENSCHLAGER, S. & PATZELT, G. (1972):
Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. – Ber. Dt. Bot. Ges. 85.
- BRAUN, W. (1966):
Die Gesellschaft der Torfsegge, des *Caricetum heleonastis* (PAUL et LUTZ 41) OBERD. 57, in der Umgebung von Kempten. – Naturwiss. Mitt. Kempten/Allgäu 10(1): 17–24.
- ders. (1968):
Die Kalkflachmoore und ihre wichtigsten Kontaktgesellschaften im bayerischen Alpenvorland. – Diss. Bot. 1 (Cramer: Lehre): 134 S.
- ders. (1969):
Die Pflanzendecke des Strausberg-Moores bei Hinde-lang. – Naturwiss. Mitt. Kempten/Allg. 14: 1–11.
- ders. (1972):
Möglichkeiten zum Schutz von Eiszeitpflanzen in bayerischen Mooren. – Schriftenr. Landschaftspf. u. Naturschutz, H. 7 (Bonn-Bad Godesberg): 111–117.
- BRAUN, W. (1973):
Vegetationskundliche Kartierung des Pulvermooses (unveröff. Gutachten).
- BRAUN, W. & MICHLER, G. (1977):
Das Herrschinger Moos zwischen Ammer- und Pilsensee. Ein ökologisch wertvolles, kalkreich-oligotrophes Niedermoor im Spannungsfeld unterschiedlicher Gruppeninteressen. – Mitt. Geogr. Ges. München 62.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1971):
Übersicht der Pflanzengesellschaften der rätschen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung: III: Flachmoorgesellschaften. – Veröff. Geobot. Inst. ETH 46: 70 S.
- BRESINSKY, A. (1959):
Die Vegetationsverhältnisse der weiteren Umgebung von Augsburg. – Ber. Naturforsch. Ges. Augsburg 11.
- ders. (1965):
Zur Kenntnis des circumalpinen Florenelements im Vorland nördlich der Alpen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 38: 5–67.
- BRIELMAIER, G. W. & ENDERLE, W. (1975):
Zur Verbreitung von *Listera cordata* (L.) R. BR. (Herz-Zweiblatt) in Oberschwaben und im Gesamtallgäu. Jh. Ges. Naturkde. Württ. 130: 222–235.
- BRÜMMER, G. (1976):
Belastung und Belastbarkeit von Böden und Sedimenten mit Schadstoffen. – Bayer. Landw. Jb. 53 (Sonderheft 3): 136–157.
- BUNZA, G. (1978 a):
Vergleichende Messungen von Abfluß und Bodenabtrag auf Almflächen des Stubnerkogels im Gasteiner Tal. – Veröff. Österr. MaB-Hochgebirgsprogramms Hohe Tauern (»Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal«): 315–334, Innsbruck: Wagner.
- ders. (1978 b):
Bewegungsablauf und Sanierungsmöglichkeiten von Erdströmen. – Geol.-Paläont. Mitt. Innsbruck 8: 209–225.
- BUNZA, G. & KARL, J. (1975):
Erläuterungen zur Hydrographisch-Morphologischen Karte der Bayerischen Alpen 1 : 25000. – Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft (München), Sonderheft: 68 S.
- CAJANDER, A. K. (1913):
Studien über die Moore Finnlands. – Acta Forest. Fenn. 2: 208 S.
- CARBIENER, R. (1966):
Relations entre cryoturbation, solifluxion et groupements végétaux dans les Hautes-Vosges (France). – Oecol. Plant. Gauthier-Villars 1: 335–368.
- CASPARIE, W. A. (1969):
Bult- und Schlenkenbildung im Hochmoortorf. – Vegetatio 19: 146–180.
- CHAPMAN, S. B. (1965):
The ecology of Coom Rigg Moss, Northumberland. – III: Some water relations of the bog system. – J. Ecol. 53: 371–384.
- CLYMO, R. S. (1963):
Ion exchange in Sphagnum and its relation to bog ecology. – Ann. Bot. NS 27: 309–324.
- ders. (1973):
The growth of Sphagnum: some effects of environment. – J. Ecol. 61: 849–869.
- ders. (1978):
A model of peat bog growth. – In (ed. O. W. HEAL & D. F. PERKINS): Production ecology of british moors and montane grasslands. – Ecol. Studies 27: 187–223 (Berlin-Heidelberg-New York: Springer).
- COLLINS, V. G., D'SYLVA, B. T. & LATTE, P. M. (1978):
Microbial populations in peat. – ebenda: 94–112.
- COULSON, J. C. & WHITTACKER, J. B. (1978):
Ecology of moorland animals. – ebenda: 52–93.
- CRAMER, H. (1953):
Grundwasser und Quellen des bayerischen Alpengebietes. – Geol. Bavarica 17: 150–163 (Bayer. Geol. Landesamt).

- DIERSSEN, K. (1975):
Regionale Unterschiede der oligotrophen Moorvegetation N-Norwegens in Abhängigkeit von einigen Klimagradienten. – Mitt. Flor.-Soz. AG, N. F. 17/18 (Todenmann-Göttingen).
- ders. (1975):
Diskussionsbemerkungen im Anschluß an obigen Vortrag.
- DIETL, W. (1975):
Die landschaftsökologische Bedeutung der Flachmoore. – Jb. Ver. Schutze d. Alpenpfl. u. -Tiere 40: 47–56.
- ders. (1980):
Ertragspotential der Alpweiden bei standortgemäßer Bewirtschaftung. – Bayer. Landw. Jb. 57 (5): 612–623.
- DIETL, W. & JÄGGLI, F. (1972):
Die Kartierung von Vegetation und Boden als Planungsgrundlage für eine umfassende Alpverbesserung. Schweiz. landw. Forschung 11(4): 475–520.
- DIETRICH, W. (1974):
Ein neuer Fundort von *Carex magellanica* Lam. subsp. *irrigua* (Wahlenb.) Hiitonen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 81.
- DÖRR, E. (1964 ff.):
Flora des Allgäus. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 37, 39–51.
- DU RIETZ, E. (1954):
Die landschaftsökologische Bedeutung der Flachmoore. –
- DU RIETZ, E. (1954):
Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der Nord- und Mitteleuropäischen Moore. – Vegetatio 5/6: 571–585.
- EDDY, A., WELCH, D. & RAWES, M. (1969):
The vegetation of the Moor House National Nature Reserve in the northern Pennines. – Vegetatio 16: 239–284.
- EGGELSMANN, R. (1967):
Oberflächengefälle und Abflußregime der Hochmoore. – Wasser und Boden 19: 247–252.
- ders. (1971):
Über den hydrologischen Einfluß der Moore. – TELMA 1: 37–48.
- ders. (1960):
Über den unterirdischen Abfluß aus Mooren. Die Wasserwrt. 50(6): 149–154.
- EIGNER, J. (1978):
Erfassung der Moore in Schleswig-Holstein aus der Sicht des Naturschutzes. – TELMA 8: 315–322.
- EIGNER, J. & SCHMATZLER, E. (1980):
Bedeutung, Schutz und Regeneration von Hochmooren. – Naturschutz aktuell 4: 78 S.
- EIMERN, J. v. (1971):
Wetter- und Klimakunde. – Stuttgart: Ulmer, 238 S.
- ELLENBERG, H. (1978):
Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. – Stuttgart: Ulmer, 981 S.
- ELLENBERG, H. & KLÖTZLI, F. (1972):
Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes. 48: 388–930.
- ENGELMAIER, A. (1980):
Entwicklungstendenzen der Alm/Alpwirtschaft in Bayern im Hinblick auf Naturhaushalt und Landschaftsbild. ANL 4: 81–85.
- ENGELMAIER, A., RUHL, G., RINGLER, A. & DANZ, W. (1978):
Strukturdaten der Alm/Alpwirtschaft in Bayern. – Schriftenr. Alpeninst. 9 (München).
- dies. (1980):
Vorrangfunktionen der bayerischen Almen/Alpen. – Unveröff. Gutachten d. Alpeninstituts i. A. des BayStMinELF.
- EPPNER, K. (1935):
Die Moore um Rosenheim. – Das bayer. Inn-Oberland 20: 60–69, Rosenheim.
- EUROLA, S. (1975):
Snow and ground frost conditions of some Finnish mire types. – Ann. Bot. Fennici 12: 1–16.
- FELDNER, R. (1975):
Die Waldgesellschaften des Naturschutzgebietes »Ammergauer Berge«. – Diss. Univ. München.
- FERDA, J. (1973):
Zur Problematik der hydrologischen Funktion der Moore in Gebirgsgebieten. – Z. f. Kulturtechn. u. Flurber. 14: 178–189.
- FERDA, J. & PASAK, V. (1969):
Hydrologic and Climatic Function of Czechoslovak Peat Bogs. – Inst. Kulturtechnik u. Melioration (CSSR, Zbraslav): 358 S.
- FIRBAS, F. (1923):
Pollenanalytische Untersuchungen einiger Moore der Ostalpen. – Lotos (Prag) 71.
- ders. (1926):
Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. – Z. wiss. Bot. 18: 545–87.
- ders. (1931):
Untersuchungen über den Wasserhaushalt der Hochmoorpflanzen. – Jb. f. wiss. Botanik 74(4/5): 459–696.
- FORREST, G. I. & SMITH, R. A. (1975):
The productivity of a range of blanket bog types in the northern Pennines. – J. Ecol. 63: 173–202.
- FRENZEL, B. (1981):
Moore – Klimazeugen oder selbstregulierende Systeme? Daten und Dokumente z. Umweltschutz, Sonderr. Umwelttagung (Hohenheim) Nr. 31: 83–96.
- FRIEDEL, H. (1961):
Schneedeckenandauer und Vegetationsverteilung im Gelände. Ökol. Untersuchungen. – Mitt. FBVA Mariabrunn 59 (Wien).
- FRITZ, A. (1964):
Pollenanalytische Untersuchung des Bergkiefern-Hochmoores im Autertal, Kärnten. – Carinthia II, 77 (Klagenfurt).
- FRÜH, J. & SCHRÖTER, C. (1904):
Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern: Franke, 751 S.
- GAMS, H. (1927):
Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. – Intern. Rev. d. Hydrobiol. o. Hydrogr. 18(5/6).
- ders. (1931):
Pflanzenwelt Vorarlbergs. H. 3 (mit einer Moorkarte), Wien: Haase, 76 S.
- ders. (1931/32):
Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. – Z. Ges. Erdkunde (Berlin).
- ders. (1942):
Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moornwachstums in den Alpen. Abh. Naturwiss. Verein Bremen 32.
- ders. (1948):
Die Fortschritte der alpinen Moorforschung 1932–1946. – Österr. Bot. Zt. 146: 235–264.
- ders. (1958 a):
Die Alpenmoore. – Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 23: 15–18.
- ders. (1958 b):
Staumäandermoore. – Z. Gletscherkde. Glazialgeol. 4.
- GESSNER, F. (1933):
Nährstoffgehalt und Planktonproduktion in Hochmoorblänken. – Arch. Hydrobiol. 25: 394–406.
- GIES, Th. (1972):
Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. – Diss. Bot. 20 (Lehre) 184 S.
- GIES, Th. & LÖTSCHERT, W. (1973):
Untersuchungen über den Kationengehalt im Hochmoor. II.: Jahreszeitl. Veränderungen und Einfluß der Sphagnen-Vegetation. – Flora 162: 244–268.

GLÄNZER, U. (1980):

Die Vegetationsstrukturaufnahme, eine Methode zur Erfassung von Birkhuhnbiotopen. – In: Birkhuhsymposium '79. Beih. Veröff. Natursch. u. Landsch.pfl. Baden-Württ. 16: 59–70.

GÖTTLICH, Kh. (1965):

Ergebnisse und Ziele bodenkundlicher Studien in Moor und Anmoor. – Arb. Landw. Hochsch. Hohenheim 33: 122 S. (Stuttgart).

ders. (Hrsg., 1980):

Moor- und Torfkunde 2, Stuttgart: Schweizerbart, 338 S.

GÖTTLICH, Kh., HOHENSTATTER, E. & WINTERHOFF, W. (1971):

Erläuterungen zu Blatt Wangen im Allgäu L 8324. In: Moorkarte von Baden-Württemberg 1 : 50 000. – Landesvermessungsamt Stuttgart.

GORDON, M. (1972):

Die Bedeutung der Moore zur Erhaltung einer hydrologischen Stabilität. – TELMA 2: 149–150.

GREB, H. (1957):

Der Einfluß tiefer Temperatur auf die Wasser- und Stickstoffaufnahme und ihre Bedeutung für das »Xeromorphieproblem«. – Planta 48: 523–568.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1962):

Zur Moorgliederung und -ansprache. – Zt. f. Kulturtechnik 3: 6–29.

GROTTENTHALER, W. & LAATSCH, W. (1973):

Untersuchungen über den Hangabtrag im Lainbachtal bei Benediktbeuern. – Forstwiss. Cbl. 92: 1–19.

GRÜNIG, P. (1955):

Über den Einfluß der Entwässerung auf die Flachmoorvegetation und auf den Zuwachs der Fichte und Bergföhre im Flyschgebiet der Voralpen. – Mitt. Schw. Anst. Forstl. Versuchswes. 31.

HABER, W. (1978):

Ökosystemforschung – Ergebnisse und offene Fragen. – In (Ed. BUCHWALD, K. & ENGELHARDT, W): Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt 1: 80–89, München: BLV

HAEFELI, R. (1954):

Kriechprobleme im Boden, Schnee und Eis. – Wasser- u. Energiewirtschaft 46(3): 51–67.

HARDER, R. & LORENZ, A. (1929):

Pollenanalytische Untersuchungen an alpinen Mooren. – Zt. f. Bot. (Jena) 21: 693–704.

HARTMANN, F. K. & JAHN, G. (1967):

Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen. – Stuttgart: Fischer, 635 S.

HEAL, O. W. & SMITH, R. A. H. (1978):

The Moor House Programme – Introduction and Site Description. – In (Ed. HEAL, O. W. & PERKINS, D. F.): Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands. – Ecol. Studies 27: 3–16.

HEBESTREIT, H. (1979 ff.):

Die Umgestaltung des natürlichen Wasserhaushalts von Mineralböden durch landskulturelle Maßnahmen. Teile I–IV. – Bayer. Landw. Jb. 56: 227–248; 56: 439–474; 56: 887–894; 57: 515–555.

HEINSELMAN, M. L. (1975):

Boreal Peatlands in Relation to Environment. – In (ed. HASLER, D.): Coupling of Land and Water Systems (Ecol. Studies vol. 10): 83–92, Springer.

HEYDEMANN, B. (1980):

Die ökologische Spezialisierung des Wattenmeeres. – Natur u. Landschaft 55(6): 232–240.

HOFMANN, E. (1907):

Moore in der Umgebung von Rosenheim. – Das bayer. Inn-Oberland 7: 29–40.

HOHENSTATTER, Erika (1973):

Untersuchung einiger unbekannter Moore im bayerischen Alpenraum. – Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 38: 30–47.

HOHENSTATTER, Erika (1976):

Die Moore in den Westallgäuer Voralpen und ihr Stellenwert als Schutzgebiete. TELMA 6: 203–209.

dies. (1977):

Die Moorkommen des Kartenblatts 8425 Weiler i. Allgäu. – Erl. z. Geol. Karte v. Bayern 1 : 25000, Geol. Landesamt (München).

HUBER, H. (1966):

Wirtschaftsbedingte Nutzungsänderungen bei Almen, Weiden und Weiderechten. – Alm und Weide 16: 133–138/173–181.

HUECK, K. (1928):

Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore. – Beitr. z. Naturdenkmalpflege 12(2): 153–214.

IN DER GAND, H. (1968):

Neue Erkenntnisse über das Schneegleiten. – Schweiz. Bauztg. 86(31): 557–561 (Zürich).

JAHN, E. & SCHIMITSCHEK, G. (1952):

Auswirkungen der Waldrodungen zum Zwecke der Weide und Almmahd auf die Böden und ihr Tierleben. – Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn 48: 112–146.

JENSEN, U. (1961):

Die Vegetation des Sonnenberger Moores im Oberharz und ihre ökologischen Bedingungen. – Naturschutz u. Landschaftspflege in Niedersachsen 1 (Hannover).

JONES, H. E. & GORE, A. J. P. (1978):

A Simulation of Production and Decay in Blanket Bog. – Ecol. Studies 27: 160–186 (s. HEAL & SMITH a.a.O.).

JUNG, W. (1963):

Schlägt auch dem Weidmoos die Stunde? Sorgen um eines der berühmtesten Moore Bayerns. – Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 28: 136–145.

KARL, J., DANZ, W. & MANGELSDORF, J. (1969):

Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland. – Schriftenr. Bayer. Landesst. f. Gewässerkde. 1.

KAULE, G. (1973 a):

Typen und floristische Gliederung der voralpinen und alpinen Hochmoore Süddeutschlands. – Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. RÜBEL 51: 127–43.

ders. (1973 b):

Zur Verbreitung von Carex chordorrhiza Ehrh. in Bayern. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 44: 183–186.

ders. (1974):

Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. – Diss. Bot. 27, Lehre: Cramer.

ders. (1976):

Die Moore des Ammergebirges und seines Vorlandes. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 47: 151–173.

KAULE, G. & PFADENHAUER, J. (1973):

Vegetation und Ökologie eines Hochmoorrandbereichs im Naturschutzgebiet Eggstätt-Hemhofer Seenplatte. Ber. Bayer. Bot. Ges. 44: 201–210.

KAULE, G. & SCHOBER, M. (1980):

Die Biotopkartierung Bayerische Alpen und ihre Anwendung in einem Schutzkonzept im Alpenraum. – Verh. Ges. f. Ökol. 8: 89–102.

KESSLER, E. (1976):

Grundlagen für die Ausscheidung von Schutzgebieten in der Schweiz. – Natur u. Landschaft 51: 143–149.

KLÖTZLI, F. (1969):

Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorböden im nördlichen Schweizer Mittelland. – Beitr. Geobot. Landesaufnahme Schweiz 52: 1–296.

ders. (1973):

Übersicht über die waldfreien Naßstandorte der Schweiz. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stftg. RÜBEL, 51: 15–39.

ders. (1978 a):

Wertung, Sicherung, Erhaltung von Naturschutzgebieten. Einige rechtliche und technische Probleme. – Ber. Schwyz. Naturforsch. Ges. 7: 23–32.

- KLÖTZLI, F. (1978 b):
Zur Bewaldungsfähigkeit von Mooren in der Schweiz. – *TELMA* **8**: 183–192.
- KOCH, W. (1926):
Die Vegetationseinheiten der Linthebene. – *Jb. Naturwiss. Ges. St. Gallen* **61**: 144 S.
- ders. (1928):
Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora (St. Gotthard-Massiv). – *Zt. Hydrobiol.* **4**: 131–175.
- KRAEMER, O. (1965):
Das Murnauer Moos. – *Jb. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere* **30**: 68–95.
- KRISAI, R. (1965):
Pflanzensoziologische Untersuchungen in Lungauer Mooren. – *Verh. zool.-bot. Ges. Wien* **105/106**: 94–136.
- ders. (1973):
Hochmoorverbreitung und Hochmoorvegetation im Ostalpenraum. – *Veröff. Geobot. Inst., ETH, Stiftung RÜBEL*, **51**: 144–153.
- KULCZINSKI, S. (1958):
Programm der Moorforschungen in Polen. – *Problemhefte d. Landbauwiss. Poln. Akad. Wiss., Land- u. Forstwt. Abt.* **15** (poln.).
- KUNTZE, H. (1973):
Moore im Stoffhaushalt der Natur – Konsequenzen ihrer Nutzung. – *Landschaft und Stadt* **5**(2): 88–96.
- KUOCH, R. (1954):
Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. – *Mitt. Schw. Anst. Forstl. Versuchsw.* **30**.
- LAATSCH, W. (1971):
Bodenschutz im Bergwald des bayerischen Alpengebietes. – *Forstwiss. Cbl.* **90**: 159–174.
- ders. (1977):
Bewirtschaftung steilhängiger Böden in den Alpen. – In (Hrsg. WOLKINGER, F.): *Natur und Mensch im Alpenraum*. – *L. Boltzmann-Inst. f. Umweltwiss. u. Naturschutz (Graz)*, S. 57–66.
- LAATSCH, W. & GROTENTHALER, W. (1973):
Labilität und Sanierung der Hänge in der Alpenregion des Landkreises Miesbach. – Hrsg. BayStMinELF.
- LANGER, H. (1959):
Zur Waldgeschichte des »Großen Waldes« am Grünten. – *Bot. Jb.* **78**.
- LIPPERT, W. (1966):
Die Pflanzengesellschaften des Naturschutzgebietes Berchtesgaden. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **39**: 67–122.
- LOHR, A. (1967):
Hydrogeologische Verhältnisse. In (Hrsg. KUHNERT, Chr.): *Erl. z. Geol. Karte v. Bayern 1:25 000 Bl. 8432 Oberammergau*.
- LOTTO, H. & R. (1975):
Ein neuer Fundort von *Trientalis europaea* L. in den bayerischen Alpen. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **46**: 125–126.
- LÜBENAU, R. & K. (1966 und 1968):
Moose des Allgäus I u. II. – *Naturwiss. Mitt. Kempten/Allg.* **10** u. **12**.
- dies. (1969):
Verzeichnis der im Strausberg-Moos aufgesammelten Moose. – *Mitt. Naturwiss. Arbeitskreis Kempten/Allg.* **13**(1): 20–25.
- LÜDI, W. (1939):
Die Geschichte der Moore des Sihltales bei Einsiedeln. – *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. RÜBEL, Zürich*, **15**.
- LUTZ, J. (1938 a):
Zur Landschaftsökologie der Loisach-Kochelsee-Moore. – *Landw. Jb. f. Bayern* **27**: 247–267.
- ders. (1938 b):
Geobotanische Betrachtungen an *Cladium mariscus* R.Br. in Süddeutschland. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **23**.
- LUTZ, J. (1950):
Ökologische Landschaftsforschung und Landeskultur. *Landw. Jb. f. Bayern* **27**: 1–14.
- ders. (1956):
Spirkenmoore in Bayern. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **31**: 58–59.
- LIPPOLDMÜLLER, W. (1981):
Ein neues Vorkommen des Siebensterns (*Trientalis europaea* L.) in Südbayern. *Ber. Bayer. Bot. Ges.*, Jg. 1981 (i. Dr.).
- MADER, H.-J. (1979):
Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen. *Schriftenr. Landschaftspfl. u. Naturschutz* **19**: 126 S. (Bonn-Bad-Godesberg).
- MAGNUS, K. (1915):
Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirks bei Berchtesgaden. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* **15**.
- MALMER, N. (1962):
Studies on mire vegetation in the Archæan area of south-western Götaland (South Sweden). – *Opera Bot.* **7**(1): 322 pp., Lund.
- ders. (1975):
Bog Mires and Their Influence on Landscapes: Development of Bog Mires. – In (ed. HASLER, D.): *Coupling of Land and Water Systems (Ecol. Studies vol. 10)*: 83–92, Springer.
- MARCUZZI, G. (1960):
Lagabrun, ein Moor in den italienischen Alpen (Valle del Avisio) *Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere* **25**: 57–61.
- MAREK, S. & PALCZYNSKI, A. (1962):
Die Hochmoore in den West-Bieszczaden. – *Problemhefte PAN* **34**: 256–299 (poln.-russ., engl. Zusammenfassung), Warszawa.
- MARTIN, N. J. & HOLDING, A. J. (1978):
Nutrient Availability and Other Factors Limiting Microbial Activity in the Blanket Peat. – *Ecol. Studies* **27**: 113–135.
- MAYER, H. (1963):
Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. – *München-Basel-Wien*.
- ders. (1965):
Zur Waldgeschichte des Steinernen Meeres (Naturschutzgebiet Königssee). – *Jb. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere* **30**: 100–120.
- ders. (1974):
Wälder des Ostalpenraumes. – *Stuttgart: Fischer*, 344 S.
- MAYR, G. (1952):
Düngungsversuch auf der Alpe Erzberg. – *Auf der Alpe, Nov.*, 81–83.
- MEILE, P. (1979):
Birkwald contra Skifahrer. – *Natur u. Land* **65**(5/6): 194–197.
- MILBRADT, J. (1976):
Nordische Einstrahlungen in der Flora und Vegetation von Nordbayern, dargestellt an ausgewählten Beispielen. – *Hoppea* **35**: 131–210.
- MOHR, E. (1961):
Die Gstettneralm – der mitteleuropäische »Kältepol«. – *Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere* **26**: 38–42.
- MOTT, N. (1957):
Die Anwendung der Futterwertzahlen bei der Beurteilung von Grünlandbeständen. – *Grünland* **6**: 53–56.
- MÜLLER, K. (1973):
Ökologische und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an Niedermoorpflanzen-Standorten des ombrotrophen Moores unter besonderer Berücksichtigung seiner Kolke und Seen in NW-Deutschland. – *Beitr. Biol. Pflanzen* **49**: 147–235.
- OBERDORFER, E. (1938):
Ein Beitrag zur Vegetationskunde des Nordschwarzwaldes. – *Beitr. naturkd. Forsch. Südwestdtschld.* **3**: 150–270.
- ders. (1950):
Beitrag zur Vegetationskunde des Allgäus. – *ebenda* **9**.

- OBERDORFER, E. (1977):
Süddeutsche Pflanzengesellschaften 2, Teil I. Jena: Fischer, 311 S.
- OBIDOWICZ, A. (1975):
Entstehung und Alter einiger Moore im nördlichen Teil der Hohen Tatra. – Flor. Geobot. 21: 289–323.
- OSVALD, H. (1923):
Die Vegetation des Hochmoores Komosse. – Svenska växtsoc. Sallsk. Handl. 1: 1–436 (Uppsala).
- OVERBECK, F. (1975):
Botanisch-geologische Moorkunde usw. – Neumünster: Wachholtz, 719 S.
- PAKARINEN, P. & RUUHIJÄRVI, R. (1978):
Ordination of northern Finnish peatland vegetation with factor analysis and reciprocal averaging. Ann. Bot. Fennici 15: 147–157.
- PAKARINEN, P. & TOLONEN, K. (1977):
Distribution of lead in Sphagnum fuscum profiles in Finland. – Oikos 28: 69–73.
- PAUL, H. (1937):
Botanische Wanderung im östlichen Königsseegebiet. – Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 9: 22–47.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1927 u. 1932):
Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern, Teil I u. II. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 19: 1–84 und 20: 1–164.
- PEARSALL, W. H. (1950):
Mountains and Moorlands. – London: 312 pp.
- PEER, Th. (1981):
Umweltschäden durch Salzstreuung. Natur u. Land 67 (1/2): 19–26.
- PFADENHAUER, J. (1969):
Edellaubholzreiche Wälder im Jungmoränengebiet des bayerischen Alpenvorlandes und in den bayerischen Alpen. – Diss. Bot. 3.
- ders. (1975):
Beziehungen zwischen Standortseinheiten, Klima, Stickstoff-Ernährung und potentieller Wuchsleistung der Fichte im bayerischen Flyschgebiet. Diss. Bot. 30, Vaduz: Cramer, 239 S.
- PHILIPPI, G. (1975):
Quellflurgesellschaften der Allgäuer Alpen. Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Dtld. 34: 259–287.
- ders. (1977):
Rote Liste der Moose (Bryophyta). In: Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. – Naturschutz aktuell 1, Greven: Kilda.
- POELT, J. (1954):
Moosgesellschaften im Alpenvorland I, II. – Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Math.-nat. Kl. 163, Wien.
- PRIEHÄUSSER, G. (1953):
Die Hochmoore im Osten des Forstamts Buchenau und deren klimatischer Einfluß auf die im Westen anschließende Waldlandschaft. Forstwiss. Cbl. 52(II): 207–222.
- ders. (1970):
Die Anordnung von Pflanzenarten auf Dauervernässungen im Bayerischen Wald nach der Nährstoffführung des Wassers. – Hoppea 21 (N.F.): 9–19.
- RADKE, G. (1973):
Landschaftsgeschichte und -ökologie des Nordschwarzwaldes. – Hohenheimer Arbeiten 68, Pflanzl. Produktion, Stuttgart.
- RAWES, M. & HEAL, O. W. (1978):
The blanket bog as Part of a Pennine Moorland. – Ecol. Studies 27: 224–247.
- RAWES, M. & WELCH, D. (1969):
Upland productivity of vegetation and sheep of Moor House National Nature Reserve, Westmorland, England. – Oikos, Suppl. 11: 72 pp.
- REDINGER, K. (1934):
Studien zur Ökologie der Moorschlenken. – Beih. Bot. Cbl. 52 B: 231–309.
- RICHARD, J. L. (1972):
La végétation des crêtes rocheuses du Jura. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 82: 68–112.
- RINGLER, A. (1977 a):
Zur Erfassung der landschaftsökologischen Funktion der Moore. – Schriftenr. Landschaftspflege u. Naturschutz 8: 57–70 (München).
- ders. (1977 b):
Gutachten zum Frästorfabbau in den Kendlmühlfilzen aus landschaftsökologischer Sicht. – Hektogr. Mnskr.
- ders. (1978):
Die Hochmoore und Übergangsmoore der Allgäuer Alpen. I: Lage, Geologie, Morphologie. TELMA 8: 17–74, Hannover.
- ders. (1979):
Landschaftsgliederung, Empfindlichkeitsanalyse und Naturschutzkonzept für Südostbayern. – Gutachten i.A. d. Reg. v. Obb., Alpeninstitut (unveröff.).
- ders. (1980):
Artenschutzstrategien aus Naturraumanalysen. Ber. ANL 4: 24–59.
- ders. (1981 a):
Die Hochmoore und Übergangsmoore der Allgäuer Alpen. II: Flora und Vegetation. – in Vorbereitung.
- ders. (1981 b):
Ökologische Landschaftsgliederung der bayerischen Alpen, unter besonderer Berücksichtigung der Substratabhängigkeit der Vegetation. – In Vorbereitung.
- ders. (1981 c):
Moore als Ökosysteme. – Vortragsmnskr. ANL (Laufen).
- RINGLER, A. & HERINGER, J. K. (1975):
Landschaftsrahmenplanung als integrierter Ökosystemschutz. – Schriftenr. Alpeninst. 2 (München: Geogr. Buchhandlg.).
- dies. (1977):
Landschaftsökologisches Gutachten zur Landschaftsrahmenplanung im Ammergebirge und Ostallgäu. Alpeninstitut, i.A. d. BayStMLU (unveröff.).
- ROGLER, H. & SCHWERTMANN, U. (1981):
Erosivität der Niederschläge und Isoerodentkarte Bayerns. – Zt. Kulturtechn. u. Flurber. 22(2): 99–111.
- RUDOLPH, K. & FIRBAS, F. (1927):
Die Moore des Riesengebirges. – Beih. Bot. Cbl. 43(II): 69–144.
- RUDOLPH, K., FIRBAS, F. & SIGMOND, H. (1928):
Das Koppfenplanmoor im Riesengebirge. – Naturwiss. Z. 76: 173–222.
- RUUHIJÄRVI, R. (1962):
Über die Palsamoore und deren Morphologie im Lichte der Pollenanalyse. – »Terrasta« (Helsinki) 2: 58–68.
- SARNTHEIN, R. V. (1936 u. 1940):
Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. I. u. II. – Beih. Bot. Cbl. 55/60.
- ders. (1948):
dito. III. – Österr. Bot. Ztschr. 95.
- SCHAEFTLEIN, H. (1962):
Ein eigenartiges Hochmoor in den Schladminger Alpen. – Mitt. Naturwiss. Ver. f. Steiermark 92 (Graz): 104–119.
- SCHALLER, J. & SITTARD, M. (1976):
Agrarleitplan und Biotopkartierung. – Garten u. Landschaft 6(4).
- SCHAUER, Th. (1975 a):
Die Blaikenbildung in den Alpen. – Schriftenr. Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1: 29 S.
- ders. (1975 b):
Vegetationsuntersuchungen auf der Grasgehrenalpe. Bayer. Landesamt f. Wasserwt. (unveröff. Gutachten).
- ders. (1979):
Die Vegetation des Spitzingsees. – Jb. Ver. Schutz d. Bergwelt 44: 137–154.

- SCHAUER, Th. (1981):
Moorkartierung im Bereich des Staatswaldes der OFD München (in Arbeit; Veröff. geplant).
- SCHLICHTING, E. (1975):
Stoffhaushalt von Bodenlandschaften in Südwestdeutschland als landschaftsökologische Planungsgrundlage. Daten u. Dokumente z. Umweltschutz (Universität Hohenheim) 14: 103–112.
- SCHMEIDL, H. (1963):
Der bronzezeitliche Prügelweg im Agathazeller Moor. – Bayer. Vorgeschichtsblätter (München) 27: 131–142.
- ders. (1964):
Bodentemperaturen in Hochmoorböden. – Bayer. Landw. Jb. 41(1): 115–122.
- ders. (1965):
Oberflächentemperaturen in Hochmooren. – Wetter und Leben 17: 87–97.
- ders. (1967):
Zur Altersdatierung der Mettenhamer Filze. In: Erl. z. Geol. Karte v. Bayern 1 : 25 000, Bl. 8240 Marquartstein, Bayer. Geol. Landesamt: 170–174.
- ders. (1973):
Zur Vegetations- und Waldentwicklung im Frillenseegebiet. – In: Erl. z. Geol. Karte v. Bayern 1 : 25 000, Bl. 8242 Inzell: 69–74.
- ders. (1976):
Wandlung einer Moorlandschaft am Beispiel der südlichen Chiemseemoore. – TELMA 6: 41–50.
- ders. (1978):
Ein Beitrag zum Mikroklima der Hochmoore. – TELMA 8: 83–106.
- SCHMEIDL, H., SCHUCH, M. & WANKE, R. (1970):
Wasserhaushalt und Klima einer kultivierten und unbeeinträchtigten Hochmoorfläche am Alpenrand. Schriften. Kur. Kulturbau. 19: 174 S.
- SCHNEEKLOTH et al. (1977 ff.):
Die Moore in Niedersachsen (1–6). – Göttingen-Hannover.
- SCHOBER, H. M. (1979):
Kartierung erhaltenswerter Biotope in den bayerischen Alpen. – Ber. ANL 3: 4–24.
- SCHREIBER, H. (Hrsg., 1910):
Die Moore Vorarlbergs und des Fürstentums Liechtenstein in naturwissenschaftlicher und technischer Beziehung. – Staab.
- ders. (Hrsg., 1913):
Die Moore Salzburgs in naturwissenschaftlicher, geschichtlicher, landwirtschaftlicher und technischer Beziehung. – Verlag des Dt.-Österr. Moorver., Staab: 272 S.
- SCHUCH, M. (1973):
Beeinflussung des Bodenwasserhaushalts von Hochmoorflächen südlich des Chiemsees durch Aufforstung. TELMA 3: 229–234.
- SCHUCH, M. & HOHENSTATTER, E. (1967):
Die Moorkommen auf Bl. 8432 Oberammergau. ebenda.
- dies. (1967):
Die Moorkommen auf Bl. 8240 Marquartstein. ebenda.
- dies. (1973):
Die Moorkommen auf Bl. 8242 Inzell. – ebenda.
- dies. (1973):
Die Moorkommen auf Blatt 8238 Neubauern. – Erl. z. Geol. Karte v. Bayern (Geol. Landesamt, München).
- dies. (1974):
Die Moorkommen auf Bl. 8327 Buchenberg. – ebenda.
- dies. (1976):
Die Moorkommen auf Bl. 8433 Eschenlohe. – ebenda.
- SCHUSTER, H.-J. (1980):
Analyse und Bewertung von Pflanzengesellschaften im Nördlichen Frankenjura. – Diss. Bot. 53: 478 S.
- SCHWIND, J. (1935):
Ein Beitrag zur Gefäßkryptogamen- und Phanerogamenflora von Südbayern und dem Allgäu. – Mitt. Bayer. Bot. Ges. IV(15): 245–255.
- SEIBERT, P. (1968):
Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern 1 : 500 000 mit Erläuterungen. – Schriftenr. f. Vegetationskde. 3 (Bad Godesberg): 84 S. mit Karte.
- SIEDE, E. (1960):
Untersuchungen über die Pflanzengesellschaften im Flyschgebiet Oberbayerns. – Landschaftspfl. u. Veg.kde. 2 (München).
- SJÖRS, H. (1948):
Myrvegetation i Bergslagen. – Acta Phytogeogr. Suec. 21: 1–299.
- SPATZ, G. (1970):
Pflanzengesellschaften, Leistungen und Leistungspotential von Allgäuer Alpweiden in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung. – Diss. Inst. f. Grünlandlehre, Freising-Weihenstephan.
- ders. (1980):
Ökologische Auswirkungen unterschiedlicher Almbewirtschaftung. – Bayer. Landw. Jb. 57: 600–4.
- SPATZ, G. & ZELLER, E. (1968):
Entwicklung und Leistung der Allgäuer Alpwirtschaft im Nagelfluhgebiet, in Abhängigkeit von Höhenlage und Exposition, in den Jahren 1950–1966. – Bayer. Landw. Jb. 45: 16–36.
- SPIESS, A. (1980):
Bekämpfung der Endoparasiten bei Almtieren. – Bayer. Landw. Jb. 57(5): 629–631.
- SUKOPP, H. (1959):
Vergleichende Untersuchungen der Vegetation Berliner Moore unter besonderer Berücksichtigung der anthropogenen Veränderungen, Teil I. Bot. Jb. 79: 36–126.
- TALLIS, J. H. (1973):
The terrestrialization of lake basins in North Ceshire, with special reference to the development of a »Schwingmoor«structure. – J. Ecol. 61(2): 537–567.
- TÜXEN, J. (1975):
Diskussionsbemerkungen zu DIERSEN, K. (a.a.O.).
- TÜXEN, J., STAMER, R., ONKEN-GRÜSS, A. (1977):
Beobachtungen über den Wasserhaushalt von Kleinstmooren. – Mitt. flor.-soz. AG N.F. 19/20 (Todenmann-Göttingen): 283–296.
- VAN DER MAAREL, E. (1976):
On the establishment of plant community boundaries. – Ber. Dt. Bot. Ges. 89: 415–443.
- ders. (1980):
Towards an ecological theory of nature management. – Verh. Ges. Ökol. 8: 13–24.
- VAN LEEUWEN, C. G. (1966):
A relation theoretical approach to pattern and process in vegetation. Wentia 15: 25–46.
- UHDEN, O. (1972):
Gebirgshochmoore und Wasserwirtschaft am Beispiel des Brockenfeldmoores im Oberharz. Schriftenr. Kurat. Kulturbau. 21: 1–175, Hamburg.
- ULRICH, B. (1980):
Die Bedeutung von Rodung und Feuer für die Boden- und Vegetationsentwicklung in Mitteleuropa. Forstwiss. Cbl. 99(5/6): 376–384.
- UTSCHIK, H. (1978):
Zur ökologischen Einnischung von 4 Laubsängerarten (Phylloscopus) im Murnauer Moos, Oberbayern. – Anz. Orn. Ges. Bayern 17: 209–224.
- VIDAL, H. (1966):
Die Moorbruchkatastrophe bei Schönberg/Oberbayern am 13./14.6.1960. – Zt. dt. geol. Ges. 115(2/3): 770–782.
- VIDAL, H. & HOHENSTATTER, E. (1966–68, 1976):
Moore, Seekreideablagerungen und subhydrische Bildungen auf Bl. 8236 Tegernsee, 8533/8633 Mittenwald, 8237 Miesbach, 8430 Füssen, 8429 Pfronten. In: Erl. z. Geol. Karte v. Bayern (München).

- VOIGTLÄNDER, W. (1967):
Eine »Steinerne Rinne« auf der Baun-Alm bei Bad Tölz. – Jb. Ver. z. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 32: 86–93.
- VOLLMAR, F. (1947):
Die Pflanzengesellschaften des Murnauer Mooses. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 27.
- WAGNER, H. (1965):
Die Pflanzendecke der Komperdellalm in Tirol. – Documents pour la carte de la Végétation des Alpes. – Grenoble (III): 7–59 (mit Farbkarte).
- WALTER, H. (1954/62):
Einführung in die Phytologie. I–III. Stuttgart: Ulmer.
- WALTER, H. & E. (1953):
Das Gesetz der relativen Standortskonstanz, das Wesen der Pflanzengesellschaften. – Ber. Dt. Bot. Ges. 66: 227–235.
- WANDTNER, R. & LÖTSCHERT, W. (1980):
Schwermetallakkumulation in Hochmooren im Gebiet des Nationalparks Bayerischer Wald. – Verh. Ges. Ökol. 8: 247–252.
- WHITTACKER, R. H. (Ed.; 1973):
Ordination and classification of communities. – In (Ed. R. TUXEN): Handbook of Vegetation Science. – The Hague: Junk, 737 S.
- WIEGLEB, G. (1978):
Probleme des Moorschutzes in Niedersachsen – dargestellt am Beispiel des Huntloser Moores. – Neues Archiv für Nieders. 27(2): 141–155.
- WILDI, O. (1977):
Beschreibung exzentrischer Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel, 60: 128 S.
- ders. (1978):
Simulating the development of peat bogs. – Vegetatio 37(1): 1–17.
- WILDI, O. & KLÖTZLI, F. (1978):
Naturschutzprobleme in Feuchtgebieten. – Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 7: 33–34.
- WILKE, H. (1977):
Der naturwissenschaftliche Wert der Hochmoore des nordwestdeutschen Tieflandes, die Auswirkungen ihrer bisherigen Nutzung sowie Vorschläge für ihren Schutz und ihre Regeneration. – Dipl. Arbeit TU Hannover.
- WILMANNS, O. & DIERSSEN, K. (1979):
Kriterien der Naturschutzbewertung, dargestellt am Beispiel mitteleuropäischer Moore. Phytocoenologia 6: 544–558.
- WITSCHER, M. (1979):
Entwicklung eines Modells zur Bestimmung des Naturschutzwertes schutzwürdiger Gebiete, usw. – Landschaft + Stadt 11(4): 147–162.
- WITTIG, R. (1980):
Die geschützten Moore und oligotrophen Gewässer der Westfälischen Bucht. – Schriftenr. Landesanst. f. Ökol., Landschaftsentw. u. Forstplanung NRW.
- WROBEL, J.-P. (1971):
Abflußpendenvergleiche an süddeutschen Flüssen unter besonderer Berücksichtigung der Geologie ihrer Einzugsgebiete. – Geol. Bavar. 64: 242–253.
- YERLY, M. (1970):
Ecologie comparée des prairies marécageuses dans les Préalpes de la Suisse occidentale. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Rübel (Zürich) 44: 122 S.
- ZAHLHEIMER, W. (1979):
Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. – Hoppea 38: 3–398.
- ZECH, W. (1978):
Bodenkundliche und standortkundliche Forschung im Alpen- und Nationalpark. – Ber. ANL 2: 46–48.
- ZEHENDNER, M. (1981):
Forstwirtschaftliche Aspekte bei der Nutzung von Moorflächen. – Vortrag beim Fachseminar »Aspekte der Moornutzung« der ANL vom 29.6.–1.7.1981 in Hohenbrunn.
- ZIELONKOWSKI, W. (1973):
Wildgrasfluren der Umgebung Regensburgs. – Hoppea 31.
- ders. (1975):
Vegetationskundliche Untersuchungen im Rotwandgebiet zum Problemkreis Erhaltung der Almen. – Schriftenr. Natursch.- u. Landschaftspfl. 5: 28 S.
- ZÖTTL, H. (1951):
Die Vegetationsentwicklung auf Felsschutt in der alpinen und subalpinen Stufe des Wettersteingebirges. – Jb. Ver. Schutze Alpenpfl. u. -Tiere 16: 10–74.
- ders. (1953):
Untersuchungen über das Mikroklima subalpiner Pflanzengesellschaften. – Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel (Zürich) 1952: 79–103.
- ZOLLER, H. (1960):
Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der Schweiz. – Denkschr. Schw. Naturforsch. Ges. 83, Abh. 2: 45–157.

Legenden zu den Bildtafeln auf den Seiten 97–98

- 1 Der höchstgelegene hochmoorartige Erosionskomplex auf verkarstem Hauptdolomit (Gehrner Berg; 1880 m).
- 2 Die Region der rüllenddurchsägten Hochmoore liegt oberhalb 1200 m. Hier ist die Retention meist geringer als in angrenzenden Wäldern.
- 3 Durch »Schlagen« und »Fegen« bedroht das viel zu zahlreiche Rotwild die Spirkenbestände der Ammergauer Gebirgsmoore (Wasserfilz auf der Alpe Ebene b. Buching).
- 4 Dunkle Schlenkenzüge leiten Abflüsse von einem tiefmontanen Spirkenfilz durch ein Schwingrasengebiet zum Hochmoorsee (Wildsee bei Saulgrub).
- 5 Karpatenbirken verleihen manchen soligenen Hangmooren das Gepräge eines subarktischen Fjälls (Oberallgäu, 1240 m). Mehrere Eiszeitrelikte gedeihen hier in Sickerwassernischen.
- 6 Hochmoorkörper mit Kolken, wie z.B. in einem fossilen tertiären Hochtal im Wildalpjoch, besitzen noch wasserhaltende Kraft.
- 7 Zunehmende Beweidung der Hochlagenmoore (Kamm-Moor am Ochsenkopf/Hörnergruppe, 1580 m).
- 8 Ein Moorökosystem wurde zum »Torso«: Die peripheren Niedermoor- und Laggbereiche mit ihren seltenen Arten wurden Zug um Zug wegmeliert. Eingezwängt

in ökochemisch verfremdende Flurbereinigungswege, unterbleibt die natürliche Transgression des Hochmoores (Birnbauer Filz bei Trauchgau). Die Wegeerschließung ermöglicht Abraum- u. Müllablagerung im Moor (ehem. Gemeindedepotie).

9 Das größte Hochlagen-Kamm-Moor der bayerischen Alpen, durch Latschenschwenden und starken Weidebetrieb erodiert und in viele Torfbänke zerschnitten (Weiherkopf/Hörnergruppe; 1550 m).

10 Das Endstadium der Hochmoorbeweidung: Umwandlung in eine frischgrüne Kammgrasweide. Nur die tief zerfurchten Torfkörper erinnern an das Hochmoor (Obere Hörnle-Alpe).

11 Aus dem Drängebiet der Moore am Bannwaldsee wurden große Mengen organischen Materials in den – im April 1977 noch entleerten – Kopfspeichersee des Lech ausgetragen.

12 Solch weitläufige und einsame Grindenmoore (1590 m; Roßkopf bei Hindelang) würde man eher auf den kristallinen Mittelgebirgskämmen vermuten.

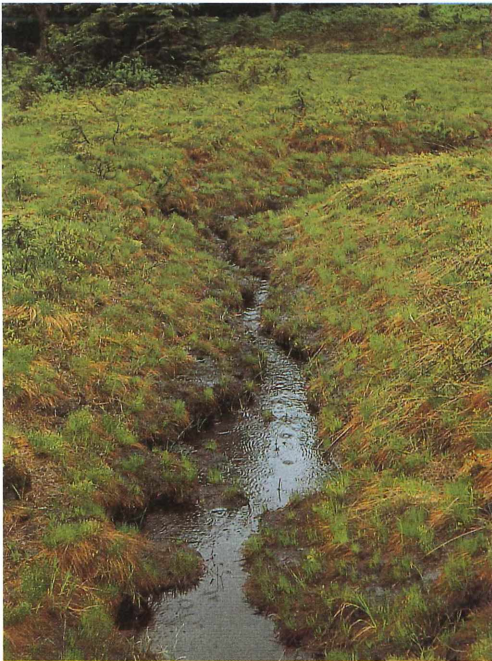
13 Kolk im Sattelmoor bei der Wilhelminenale/Gunzried 1977.

14 Derselbe Kolk 1979 nach dem Bau eines moordurchquerenden Erschließungsweges.

Alle Aufnahmen vom Verfasser.
Luftbildfreigabe Reg. v. Obb. GS 300/2409



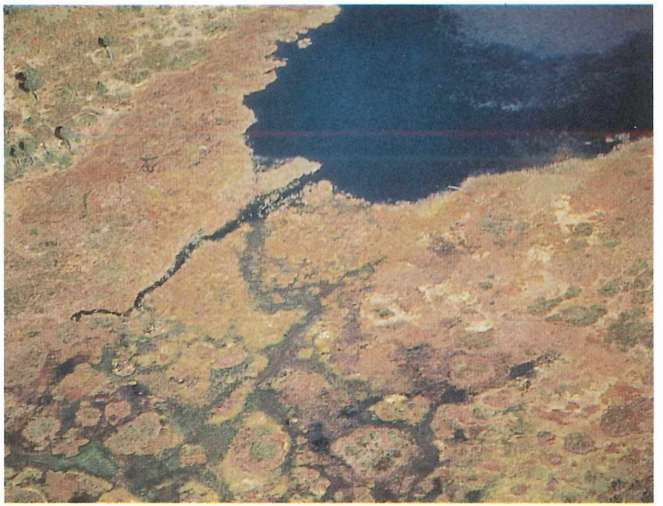
1



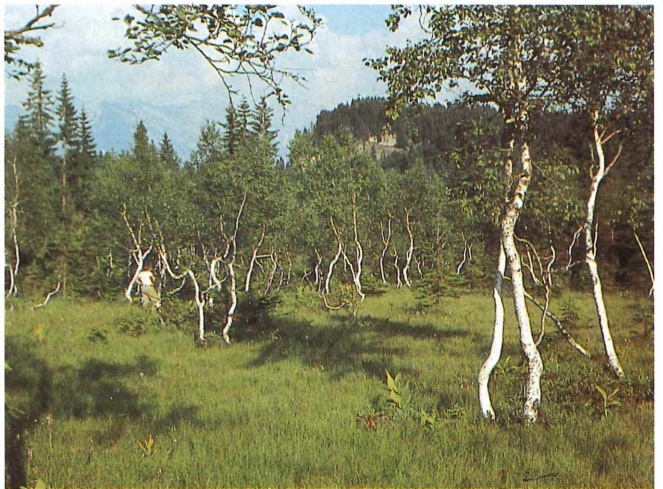
2



3



4



5



6



7



8



10



9



11



13

98



12



14