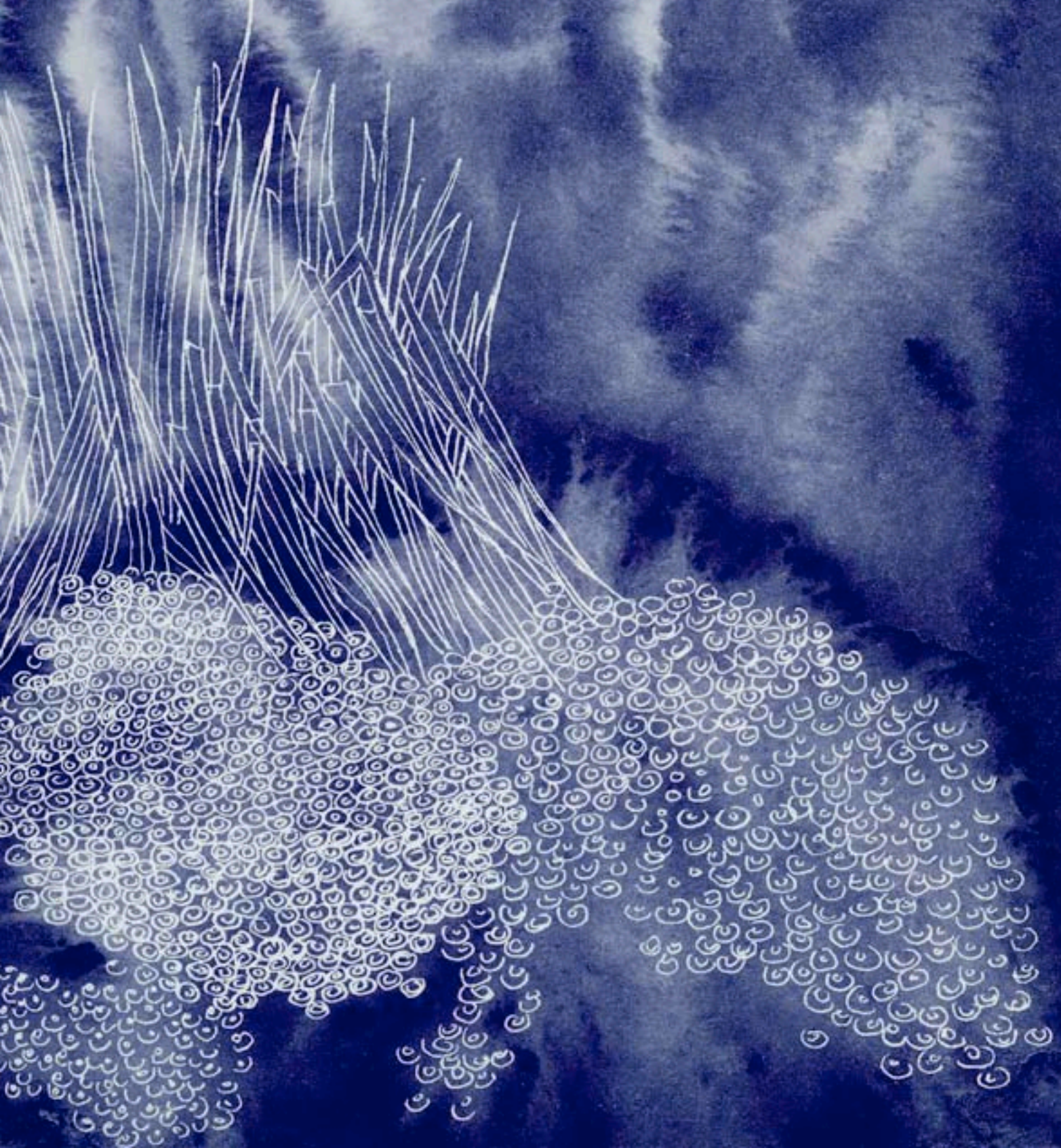


Entwicklung und Bedeutung der Moore und Moorlandschaften
Développement et importance des marais et des sites marécageux
Formazione e importanza delle paludi e delle zone palustri



Ökologie und Hydrologie der Moore

Von alters her ist es den Menschen geläufig, dass es mindestens zwei verschiedene "Sorten" von Mooren gibt. Hierauf verweisen die Begriffspaare, die sich für "Moor" in verschiedenen Sprachen schon früh eingebürgert haben (GROSSE-BRAUCKMANN, 1996). Sie beziehen sich ursprünglich nur auf Unterschiede in der Pflanzendecke: auf den Gegensatz zwischen den durch Heidekrautgewächse sowie Moose gekennzeichneten Mooren (Moos-, Heide- oder Hochmoore) und den übrigen, an Gräsern, Grasartigen und sonstigen Kräutern reichen Mooren (Wiesen- oder Grünlandmoore). Diese Zweigliederung bildete lange die Grundlage der mitteleuropäischen Moorklassifikation, denn in ihr kamen ja zugleich die grossen standörtlichen Unterschiede in den Basen- und Nährstoffverhältnissen der Moore zum Ausdruck.

Eine solche Zweigliederung in ombrogene bzw. minerogene Moore wird der weltweiten Verbreitung und der grossen Vielfalt dieser Lebensräume aber nur bedingt gerecht. Dementsprechend gibt es heute eine Reihe verschiedener Klassifikationen, die von den Kenntnissen und der Interessenlage der jeweiligen Verfasser geprägt sind. So wurden Moore anhand ihrer Morphologie, ihrer Strukturen, ihrer Hydrologie, ihres Chemismus, ihrer Artenzusammensetzung oder ihrer Vegetationseinheiten klassifiziert (vgl. GORE, 1983), wobei zahlreiche Autoren bemüht waren, mehrere dieser Kenngrössen in ihren Typologien zu vereinen. Trotzdem besteht für nahezu jedes moorreiche Land der Nordhemisphäre eine eigene Moortypisierung. Erst in den letzten Jahren wurde ein konkreter Versuch unternommen, die verschiedenen nationalen Moorgliederungen weltweit in englischer Sprache zu vereinheitlichen. Mit einem Abschluss der Arbeiten ist erst in einigen Jahren zu rechnen.

Die nachfolgend vorgestellte Moortypologie berücksichtigt die mitteleuropäischen und insbesondere die von den Alpen geprägten Verhältnisse. Dabei wurde versucht, möglichst viele Parameter einzubeziehen und den bisherigen internationalen Absprachen Rechnung zu tragen. Als Gliederungskriterien standen Hydrologie, Chemismus und Vegetation der Moore im Vordergrund.

Bei Projekten zur Moorregeneration können moortypologische und moorhydrologische Informationen von entscheidender Bedeutung für Erfolg oder Misserfolg sein. Im konkreten Fall führen entsprechende Abklärungen nicht nur zu einer besseren Einschätzung des Regenerationspotentials und damit zu realistischeren Formulierungen, sondern sie sind auch Voraussetzung für eine wirksame und kostengünstige Realisierung der notwendigen Massnahmen.

LITERATUR

GOE, A.J.P. (1983): Introduction to Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor - General Studies. Ecosystems of the World 4A, 1-34, Elsevier Amsterdam, Oxford, New York.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1996): Ansprache und Klassifikation von Torfen und Mooren als Voraussetzung für Moorkartierungen (vor allem aus bodenkundlicher Sicht). Abh. Nat.wiss. Ver. Bremen 43, 2, 213-237.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Prof. Dr. Gert M. Steiner
Institut für Pflanzenphysiologie
Abteilung für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
Postfach 285
A-1091 Wien

Andreas Grünig
Beratungsstelle Moorschutz
Eidgenössische Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und Landschaft
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1997

Die hydrologischen Moortypen der Schweiz

1 EINLEITUNG

Moore entwickeln sich hauptsächlich dort, wo zum einen Niederschläge oder Grundwasser für eine hohe Wasserzufuhr sorgen und zum anderen ein stark reliefiertes Gelände, mit Mulden oder nur wenig geneigten Ebenen, den Abfluss verzögert. Bei wachsenden, also torfspeichernden Mooren sinkt der Wasserspiegel während der Vegetationsperiode kaum unter 20 cm unter Flur. Dies prägt das bodennahe Klima und beeinflusst die Versorgung von Pflanzen und Tieren mit Luft, Nähr- und Mineralstoffen ganz entscheidend. Die gebildeten Torfe können wasserstauend wirken, so dass sich im Laufe der Entwicklung auch der Wasserhaushalt eines Moores verändert. KULCZYNSKI (1949) erkannte, dass Unterschiede im Wasserhaushalt unterschiedliche Moortypen ergeben. Diese Typen werden nach SUCCOW/JESCHKE (1986) als **hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche Moortypen** (kurz als hydrologische Moortypen) bezeichnet.

Der Wasserhaushalt eines Moores ist von vielen weiteren Faktoren abhängig, z.B. vom Verhältnis von Niederschlag und Verdunstung, vom Vorkommen und von der Intensität von Bodenfrösten, vom Relief und von der Durchlässigkeit des Mooruntergrundes sowie von der Beziehung zu Oberflächengewässern. Von Bedeutung ist ferner das Einzugsgebiet mit seinen ober- und unterirdischen Wasser- und Stoffflüssen. Alle diese Faktoren können wiederum die Grösse, das Relief und die Mikrotopographie, die Pflanzendecke, das Substrat (Torfqualität) und somit auch die hydraulischen und hydrologischen Eigenschaften des Moorkörpers beeinflussen.

Schliesslich muss das Wasserregime mit seinen vielfältigen Beziehungen und Wechselwirkungen seit Beginn der Bildung unserer Moore, also über einen Zeitraum von teilweise bis zu 15'000 Jahren, betrachtet werden. Während dieser langen Zeitspanne dürften sich einige Faktoren, nicht zuletzt auch unter dem Einfluss der sich entwickelnden Torfkörper, grundlegend verändert haben, so dass viele Moore im Laufe ihrer Existenz wohl verschiedenen "hydrologischen Typen" angehörten. Neben natürlichen Prozessen wie Klimaveränderungen spielten für die Entwicklung der Moore und ihrer Wasserregimes v.a. auch Eingriffe des Menschen (vgl. Band 1, Beitrag 3.2.1) eine grosse Rolle (SUCCOW / JESCHKE, 1986; HUTTER et al., 1997).

Für Mitteleuropa hat SUCCOW (1988) vorgeschlagen, die minerogenen bzw. geogenen Flachmoore nach ihrer hydrologischen Situation (Wasserzufuhr) und den damit verbundenen Torfbildungsprozessen in sieben hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche Moortypen zu unterteilen. Zusammen mit den ombrogenen Mooren ergeben sich insge-

Der Wasserhaushalt eines Moores bemisst sich nach Höhe und Dauer des Wasserstandes und seiner Schwankungsbreite, den Ernährungs- und Strömungsbedingungen, den Infiltrationsverhältnissen und den kapillaren Aufstiegsmöglichkeiten des Grundwassers.

samt acht hydrologische Moortypen, die als Grundtypen anzusehen sind (vgl. Kasten). Diese Moortypen treten z.T. in charakteristischen Kombinationen auf. Im Laufe der Entwicklung eines Moores können zudem die natürlichen Torfbildungsprozesse oder menschliche Einflüsse zu einer Überlagerung von verschiedenen Grundtypen führen. So lassen sich die acht hydrologischen Grundtypen in primäre, sekundäre und tertiäre Moorentwicklungstypen unterteilen.

Zu den **primären Moorentwicklungstypen**, die sich direkt aus einem mineralischen Naturraum bilden, gehören

- Verlandungsmoore, deren Entwicklung mit dem ersten Sedimenteintrag in ein Gewässer beginnt und mit seiner "Erblindung" (= vollständige Verlandung) endet;
- Versumpfungsmoore, die durch Ansteigen des Grundwassers entstehen;
- Überflutungsmoore, deren organische Ablagerungen an langfristig überflutete, mineralische Naturräume (z.B. Auen) gebunden sind;
- Hangmoore (Überrieselungsmoore), deren Torfe sich infolge ständig zulaufenden Hangwassers auf geneigten Mineralbodenhängen entwickeln;
- Quellmoore, die sich aufgrund eines aus dem Mineralboden tretenden Quellwasserstromes bilden.

Die **sekundären Moorentwicklungstypen** entstehen dann, wenn bei primären Moorbildungen das ursprüngliche Wasserregime unwirksam wird. Charakteristische Vertreter dieser Gruppe sind:

- Durchströmungsmoore, die auf Versumpfungs-, Überrieselungs- oder Verlandungsmooren aufwachsen;
- Kesselmoore, die in der Regel aus Verlandungsmooren hervorgehen, aber auch in Versumpfungsmooren ihren Ausgang haben können;
- Versumpfungsmoore, die sich auf früheren Verlandungsmooren, oft nach langzeitiger Unterbrechung, entwickeln;
- Regenmoore, die auf Verlandungs-, Versumpfungs- oder Hangmooren aufwachsen.

Die Regenmoore, die sich direkt auf mineralischem Untergrund entwickeln, entsprechen dem primären Moortyp. Meistens entstehen sie jedoch aus Verlandungs-, Versumpfungs- oder Überrieselungsmooren und gehören somit zur Gruppe der sekundären Moortypen. Gehen Regenmoore aus Kesselmooren oder Durchströmungsmooren hervor, so handelt es sich um **tertiäre Moortypen**.

Gliederung der Moortypen der Schweiz nach allgemeinen (A-D) bzw. speziellen (1-8) hydrologischen Kriterien

- A Minerogene Moore (Flachmoore)
 - Topogene oder morphogene Moore
 - 1 Verlandungsmoore
 - 2 Versumpfungsmoore
 - 3 Überflutungsmoore
 - 4 Kesselmoore
 - Soligene oder rheogene Moore
 - 5 Hang- oder Überrieselungsmoore
 - 6 Quellmoore
 - 7 Durchströmungsmoore
- B Ombro-minerogene Moore – (Übergangsmoore)
- C Ombrogene Moore (Hochmoore)
 - 8a Regenmoore
 - 8b Deckenmoore
 - 8c Kondenswassermoore
- D Komplexmoore (Kombination von Moortyp A und/oder B und/oder C)

2 MINEROGENE MOORE (FLACHMOORE)

Minerogene Moore sind Moore, deren Wasserhaushalt überwiegend vom Mineralbodenwasser bestimmt wird.

2.1 Topogene oder morphogene Moore

Unter diesem Begriff werden die Moore mit überwiegend ebenem, unbewegtem Grundwasserspiegel zusammengefasst, die an bestimmte Geländeformen wie Dellen, Becken und Talböden gebunden sind.

2.1.1 Verlandungsmoore

Dieser Moortyp ist an Stillgewässer gebunden, die im Laufe des Postglazials durch Gytjaablagerungen entweder ganz oder im Bereich flacher Uferzonen verlandet (Abb. 1). Für diesen Vorgang war insbesondere die Steigerung der biogenen Sedimentation während des Atlantikums verantwortlich, einer Phase gleichmässiger Temperaturen und hoher Feuchtigkeit (vgl. Abb. 2). Im darauffolgenden teilweise trockeneren Subboreal stellte sich in zahlreichen Fällen ein Wasserdefizit ein, das vom Ufer her vordringende Torfbildungen förderte (JANKE, 1978; KLOSS, 1980 und 1987; LANGE, 1986 sowie SUC-COW / LANGE, 1984). Nach Abschluss dieser Verlandungsphase entstanden auf den vorhandenen Verlandungsmooren im wiederum feuchteren Subatlantikum häufig sekundäre Moorbildungen – üblicherweise Versumpfungsmoore (vgl. Ziffer 2.1.2).

Gyttjen sind organische oder mit organischer Substanz durchsetzte limnische Sedimente.

Torfe sind sedentäre, terrestrische oder semiterrestrische Sedimente, die hauptsächlich von Moosen, Sauer- und Süssgräsern gebildet werden.

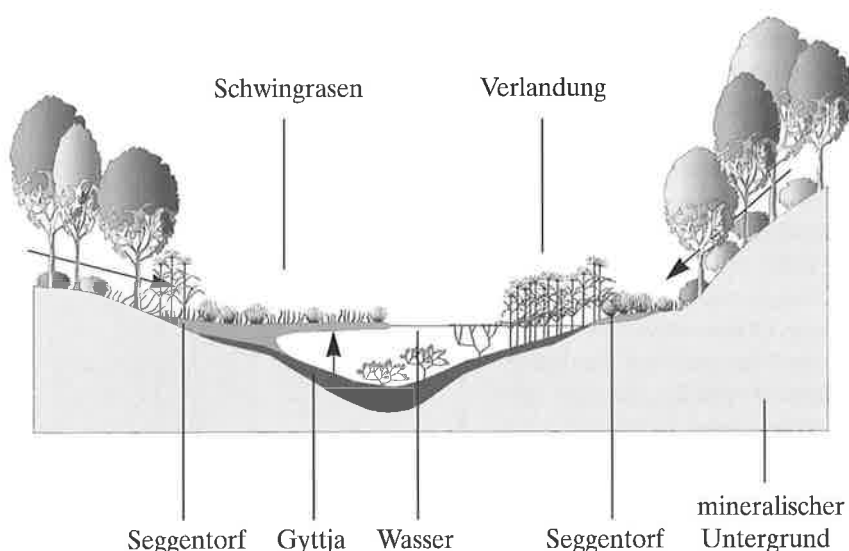


Abb. 1: Schematischer Querschnitt durch ein Verlandungsmoor. Herausragende Beispiele aus der Schweiz sind der Lac de Lussy (FR; Hochmoorinventar, HMI Nr. 131), das Höhenschwandmoor (BE; HMI Nr. 511) oder der Moorse von Mauntschas (GR; HELD / WORTMANN, 1994; HMI Nr. 90).

Die Hydrologie von Verlandungsmooren ist geprägt durch oberflächliches Zulaufwasser aus der Umgebung und geringen Wasseraustausch mit dem Gewässer selbst, bedingt durch die dichtenden Gytjaschichten. Das hat auch für den Nährstoffeintrag Konsequenzen: Dieser kann nur vom gewässerseitigen Moorrand her erfolgen, und die Konzentration der Nährstoffe nimmt auf ihrem Transport durch den Torfkörper sehr schnell ab. Daneben kommt es zu einer sukzessiven Nährstoffverarmung zuflussloser Stillgewässer aufgrund der biogenen Sedimentation. Solche Verlandungsmoore sind also im Regelfall oligotroph, sieht man von den Randbereichen mit Zulaufwassereinfluss ab. Bei Stillgewässern mit Wasseraustausch sind die wassernahen Bereiche stets nährstoffreicher (meso- bis eutroph) und durch eine entsprechende Vegetation gekennzeichnet, wie z.B. am Lauenensee (BE; HMI Nr. 561). Anthropogene Einflüsse wie Senkung des Grundwasserspiegels, vor allem aber die zunehmende Eutrophierung, trugen stark zur Veränderung der Standortbedingungen und damit auch zur Trivialisierung der Vegetation bei wie etwa beim Bützlisee im Robenhauserriet (ZH; MESSIKOMMER, 1928; LANFRANCHI, 1985; Hochmoorinventar, HMI Nr. 103), beim Seeweidsee (ZH; HANGARTNER, 1997; HMI Nr. 109) oder am Ausfluss des Rotsees (LU; HMI Nr. 437, Flachmoorinventar, FMI Nr. 1241).

Schwingrasen

Durch die Veränderung der Nährstoffbedingungen der Gewässer, insbesondere durch die Gewässereutrophierung in der Gegenwart, konnte es infolge Sumpfgasbildung bei subaquatischen Torfen (z.B. Schilftorf, Schneidebinsentorf, Schachtelhalmtorf) zur Ablösung und zum Aufschwimmen von Torfdecken kommen (simultane Schwingrasen). Eine weitere Ursache für die Bildung simultaner Schwingrasen war die Nutzung vermoorter Stillgewässer als Flössteiche. Der künstliche Anstau führte ebenfalls zu einer Ablösung und einem Aufschwimmen der subaquatischen Torfe und einer Weiterentwicklung mit terrestrischer Torfbildung. Der Schwingrasen des Lunzer Obersees in den österreichischen Kalkvoralpen (vgl. GAMS, 1927) ist ein Beispiel für eine derartige Entwicklung, nur schwammen hier terrestrisch entstandene Torfe auf, und die Ursachen waren klimatischer Natur. Andere Beispiele sind aus dem Schwarzwald bekannt (DIERSSEN / DIERSSEN, 1984).

Bei nährstoffärmeren Gewässern ist die Bildung sukzedaner Schwingrasen häufig. Sie entstehen durch das langsame Überwachsen der Wasseroberfläche mit den Rhizomen verschiedener Pflanzenarten wie Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Sumpflutauge (*Potentilla palustris*) oder Schlammsege (*Carex limosa*), zwischen denen dann Torfmoose wachsen können.

2.1.2 Versumpfungsmoore

Versumpfungsmoore (Abb. 3), in Mitteleuropa ein weitverbreiteter Moortyp, bildeten sich in Phasen höheren Wasserangebotes wie dem Spätglazial, dem Atlantikum oder dem Subatlantikum (vgl. Abb. 2). Während in den Mittelgebirgen und im Alpenraum die meisten Versumpfungsmoore spätglazialen Ursprungs sind, gab es im Tiefland zwei Bildungsphasen, eine spätglaziale (Allerød) und eine, die mit dem Ende des Atlantikums einsetzte (LANGE et al., 1978). Ein stetiger, langsamer Grundwasseranstieg bewirkte flächenhafte Vermoorungen, zum einen direkt über dem mineralischen Untergrund (vgl. SJÖRS, 1983), zum anderen über bereits bestehenden Moorbildungen, wie z.B. Verlandungs- oder Überflutungsmooren.

In Versumpfungsmooren kann die Wasserbewegung sowohl horizontal als auch vertikal erfolgen, was nach langen Regenfällen zur Überstauung der Mooroberfläche, bei lang anhaltenden Trockenperioden zu einer kräftigen Absenkung des Wasserspiegels führt. Aufgrund dieser Dynamik und der damit verbundenen Freisetzung von Nährstoffen sind die Versumpfungsmoore in den Tieflagen Europas meistens meso- oder eutroph. Im Alpenraum ist der Standort jedoch häufig oligotropher, da die Niederschläge den Torfkörper gleichmässig zu durchnässen vermögen und extreme Ereignisse wie Trockenfallen oder Überstauen weitgehend ausbleiben, so dass die Nährstoffe kaum mobilisiert werden. Unter diesen Bedingungen können die Torfmoose zunehmend ihre Konkurrenzvorteile ausspielen, was zur Ablagerung von *Sphagnum*-Torfen und schliesslich zur Bildung von Hoch- bzw. Regenmooren führt.

Aus den genannten Gründen behielten in Mitteleuropa die Moore der zweiten (subatlantischen) Bildungsphase ihren Versumpfungsmoorcharakter meist bei (z.B. La Tourbière des Veaux, JU; WELTEN,

Abb. 2: Chronologie der letzten 20'000 Jahre.

Quelle: KÜTTEL (1994)

¹⁴ C Jahre vor heute	Erdgeschichtlicher Abschnitt	
0		
1'000	Subatlantikum	HOLOZÄN (Nacheiszeit)
2'000		
3'000		
4'000	Subboreal	
5'000		
6'000		
7'000	Atlantikum	
8'000		
9'000		
10'000	Präboreal	
11'000	Jüng. Dryas	PLEISTOZÄN (Eiszeit)
12'000	Allerød	
13'000	Bølling	
14'000	Älteste Dryas	
15'000		
16'000		
17'000	Hochwürm	
18'000		
19'000		
20'000		

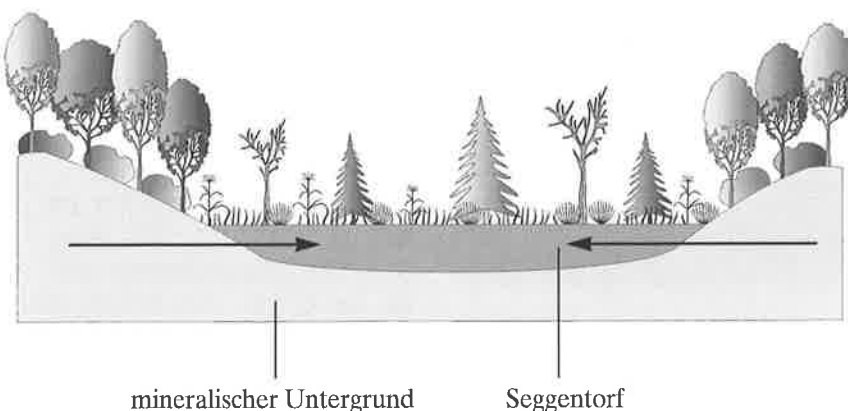


Abb. 3: Schematischer Querschnitt durch ein Versumpfungsmoor. Klassische Beispiele, deren gleichmässig vom Regen durchnässter Torfkörper die Ausbildung von Hochmooren ermöglichte, sind Les Mosses bei Sâles (FR; FRÜH / SCHRÖTER, 1904; HMI Nr. 59), la Tourbière des Veaux (JU; WELTEN, 1964; HMI Nr. 4) oder die Schwantenau (SZ; HAAB / WALTER, 1994; HMI Nr. 304).

1964; HMI Nr. 4), während sich der grösste Teil der spätglazialen Versumpfungsmoore im Atlantikum zu Hochmooren entwickelte. In den tieferen Lagen fielen alle diese Moore nahezu ausnahmslos der Landnahme des Menschen zum Opfer. Heute sind Versumpfungsmoore (bzw. sekundäre Hochmoore) daher nur noch in Hochlagen oder als kleine, oft stark gestörte Restbestände zu finden. Typische Beispiele sind etwa Les Mosses bei Sâles (FR; FRÜH / SCHRÖTER, 1904; HMI Nr. 59), die Schwantenau (SZ; HAAB / WALTER, 1994; HMI Nr. 304) oder das Gontenmoos (AI; HMI Nr. 163). Im Alpenraum sind entsprechende Moore besonders häufig in klassischen Sattellagen zu finden (vgl. Abb. 11), so z.B. auf dem Col des Mosses (VD; HMI Nr. 554), auf dem Boggenberg (GL; HOFFMANN-GROBETY, 1946; HMI Nr. 246) oder auf dem Helchen (AI; HMI Nr. 164).

2.1.3 Überflutungsmoore

Dieser Moortyp ist an ebene Talböden mit langandauernden Überschwemmungsphasen gebunden (Abb. 4). Die Überschwemmungen führten im Laufe der Zeit durch Sedimentation zu Erhöhungen der Flüsse und flussnahen Talbereiche. Dadurch wurden die flussferneren Talauen vom Fluss abgeschnitten. Die Hochwasser flossen nicht mehr so gut ab, und der Grundwasserspiegel erhöhte sich. Auf diese Weise konnten sich in den Randbereichen des Tales Moore entwickeln, die noch zusätzlich durch Quellaustritte am Talrand gefördert wurden.

Charakteristisch für Überflutungsmoore ist die Schichtabfolge im Untergrund: Torfschichten wechseln sich mit Sedimentschichten ab. Der Mineralgehalt der Torfe ist sehr hoch. Entgegen der allgemeinen Annahme sind derartige Moorbildungen nicht auf das Tiefland beschränkt; sie kommen ebenso auf Hochtalböden vor, oft direkt im Anschluss an die Gletscherzungen (Staumäandermoores nach GAMS,

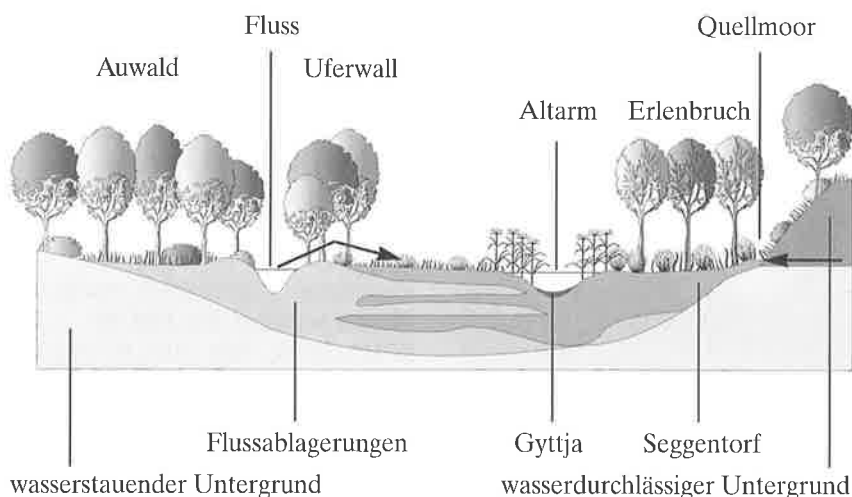


Abb. 4: Schematischer Querschnitt durch ein Überflutungsmoor. Die herausragenden schweizerischen Beispiele sind das Mündungsgebiet der Rhône am Genfersee (VD, FMI Nr. 1378-1382), das Grosse Moos im Seeland (FR, BE, NE; vgl. BUTTLER / MULHAUSER, 1994), die Linthebene (SG, SZ, GL; KOCH, 1926; FMI Nr. 198 und Nr. 1834), sowie die Moore in der Bolle di Magadino (TI; FMI Nr. 2299 und 2314).

1958). Ein noch gut erhaltenes Beispiel aus der Schweiz ist l'Ar du Tsan (VS; BRESSOUD, 1980; Flachmoorinventar; FMI Nr. 1453). Auch die grossen Alpentäler waren von grossflächigen Überflutungsmooren erfüllt, die sich häufig sekundär zu Hochmooren weiterentwickelten, wie z.B. das Breitried (SZ; HMI Nr. 305). Doch ebenso wie die Überflutungsmoore des Tieflandes mussten sie einer zunehmenden landwirtschaftlichen Nutzung der Talböden weichen, so dass heute nur noch wenige Reste zu finden sind.

2.1.4 Kesselmoore

Erst in den letzten 20 Jahren wurde aufgrund stratigraphischer Untersuchungen erkannt, dass Kesselmoore ganz spezifische Bildungsbedingungen aufweisen, die es rechtfertigen, sie in einem speziellen hydrologischen Moortyp zusammenzufassen (SUCCOW, 1988). Hydrologisch sind diese Moorbildungen sehr stark von ihrem Einzugsgebiet geprägt. Entwicklungstypenmässig handelt es sich um sekundäre Moore (vgl. Ziffer 1), denn nach Abschluss einer ersten Verlandungsphase kann bei einem Kesselmoor unter günstigen Umständen ein bis zu 10 bis 15 m mächtiger Torfkörper aufwachsen. Das Moorwachstum kommt lediglich dann zum Erliegen, wenn der Moorkörper bzw. das Abflussniveau aus der Kessellage herauswächst.

Stratigraphisch sind Kesselmoore sehr einheitlich aufgebaut. Zunächst unterlagen die Stillgewässer, die sich beim Abschmelzen des Toteises gebildet hatten, einem Verlandungsprozess. Dabei sedimentierten verschiedene Gytjaschichten, die insgesamt eine Dicke von mehreren Metern erreichen konnten. Abgeschlossen wurde diese

Kesselmoore bilden sich in steilwandigen, abflusslosen, aber nicht vollständig abgedichteten Geländemulden. Charakteristisch sind sie für Eiszerfallslandschaften, wo sie die Sölle (= Toteislöcher, vgl. Abb. 5) ausfüllen. Sie können aber auch in Karsthohlformen entstehen.

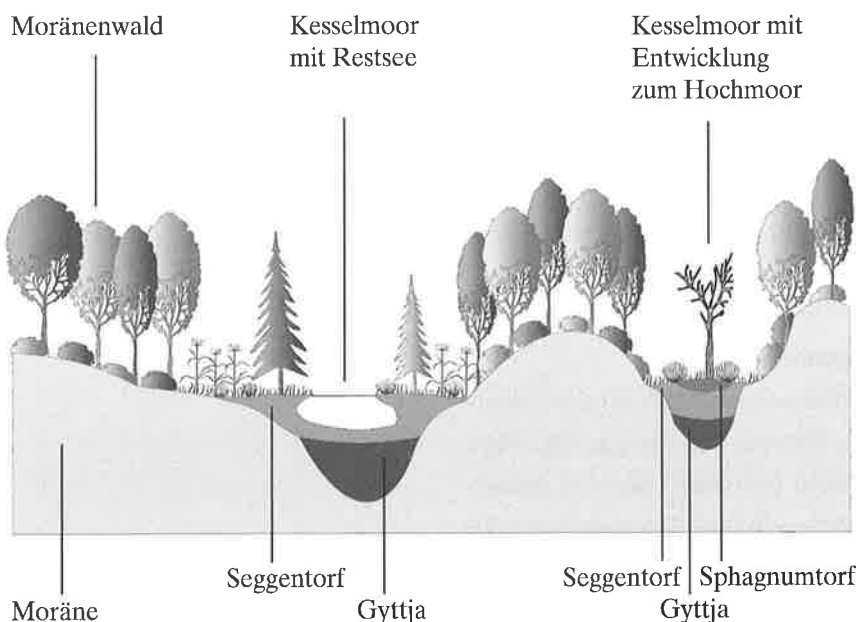


Abb. 5: Schematischer Querschnitt durch eine Moränenlandschaft mit zwei Kesselmooren. Ein Beispiel für ein ziemlich intaktes Kesselmoor mit Restsee ist der Barchetsee (TG; SCHLÄFLI, 1972; HMI Nr. 133).

Gewässerphase in der Regel mit bis zu 3 m mächtigen, gyttjareichen, fast unzersetzten Braunmoostorfen. Am Ende dieser Verlandungsphase und vor dem Einsetzen des eigentlichen Torfwachstums traten nach den Befunden von LANGE (1986) meist ausgeprägte Sedimentationslücken auf. Diese Lücken können den Zeitraum von Präboreal und Boreal (also etwa 2'000 Jahre) umfassen, aber auch vom Boreal bis ins jüngste Subatlantikum (also über einen Zeitraum von 6'000 Jahren) reichen.

Die Vegetation reifer Kesselmoore ist charakteristisch zoniert, da es bei Verlandungsprozessen im Zentrum der Stillgewässer zu Nährstoffverknappungen kommt. Dies fördert die Ausbildung von oligotrophen Vegetationstypen, in denen v.a. Torfmoose auftreten. Die Eigenschaften der Torfmoose verändern das Wasserregime (vgl. Band 1, Beitrag 3.1.2); im Moor wird der Einfluss des Niederschlagswassers immer deutlicher. Zugleich findet laufend ein Wasser- und Nährstoffeintrag von den Rändern her statt (in der Form von Oberflächenwasser, aber auch Sickerwasser aus der Kesselwand), so dass schliesslich im Randbereich eher eine minerotraphente, im Zentrum eher eine ombrotrophente Vegetation dominiert.

Obwohl Kesselmoore flächenmässig unbedeutend und schwierig zu entwässern sind, unterlagen (und unterliegen) sie starkem anthropogenem Druck. Entwässerungen mittels Rohrleitungen und der Torfabau sowie der überhöhte Nährstoffeintrag aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet hatten erhebliche Vegetationsveränderungen zur Folge. Ein klassisches Beispiel ist etwa das Tau-moos (AG; KESSLER, 1985; HMI Nr. 82).

Entscheidend für die Entwicklung der Kesselmoore ist das feine Zusammenspiel von Klima und mineralischem Untergrund, welches langfristig sicherstellen muss, dass der Kessel hinreichend aber nicht übermässig mit Wasser versorgt wird. Der Wasserhaushalt intakter Kesselmoore wird vom oberflächlichen Zulauf bzw. von der Versickerung – d.h. letztlich von der (vorher vorgegebenen) Durchlässigkeit des Untergrundes – gesteuert.

2.2 Soligene oder rheogene Moore

Moore mit bewegtem Grundwasser in Hanglage werden als soligene oder rheogene Moore bezeichnet.

2.2.1 Hangmoore bzw. Überrieselungsmoore

Überrieselungsmoore, die häufigsten Hangmoore (Abb. 6) der Gebirge, entstanden während nahezu aller Phasen des Postglazials. Ihre Hydrologie wird von Oberflächenwässern bestimmt, die von ausserhalb kommen, die Mooroberfläche überrieseln und dort zumindest für wechselfeuchte Verhältnisse sorgen. Unter derartigen Regimes entwickeln sich Standorte, die relativ gut mit Sauerstoff und Nährstoffen

versorgt sind, was schliesslich zu eher stark zersetzten und verdichteten, aber flachgründigen Torfkörpern führt.

Hangmoore bildeten sich in der Schweiz hauptsächlich auf tonreichen, bindigen und schweren Böden, die von Natur aus leicht vernässen (Flysch, Bündnerschiefer). Auf sanft geneigten Hängen wuchsen sogar natürlicherweise unbestockte Hangmoore heran, insbesondere wenn ein ausgedehntes Einzugsgebiet den sich bildenden Moorkörper nachhaltig mit Wasser versorgte. In niederschlagsreichen Gegenden haben sich derartige Vermoorungen gar nicht so selten, zumindest im Bereich des Moorunterrandes, bis zu Durchströmungs- bzw. bis zu Regenmooren (vgl. Abb. 13) weiterentwickelt.

Die meisten Hangmoore sind jedoch erst nach Rodung und Weidengang, also auf anthropogen verdichteten Böden, entstanden. Sie sind deshalb noch ziemlich jung und ihr Torfkörper ist höchstens einige Dutzend Zentimeter mächtig. Seit dem 17. Jahrhundert wurde in solchen Gebieten in zunehmendem Masse Einstreu für das Vieh gewonnen (GRÜNIG / STEINER, 1994). Durch die regelmässige Entnahme von Biomasse und Nährstoffen verwandelten sich sehr viele Streuwiesen in mesotrophe und besonders artenreiche Standorte.

Durch Aufgabe der hergebrachten, pfleglichen Streuwirtschaft reichern sich Biomasse und Nährstoffe wieder an, was längerfristig zu Vegetationsveränderungen und Artenverarmung führt und schliesslich bei der Wiederbewaldung endet. In den Voralpen durchlaufen gegenwärtig viele Hangriede diese Entwicklung. Flächenmässig noch umfangreicher sind jedoch diejenigen Hangmoore, die in den letzten

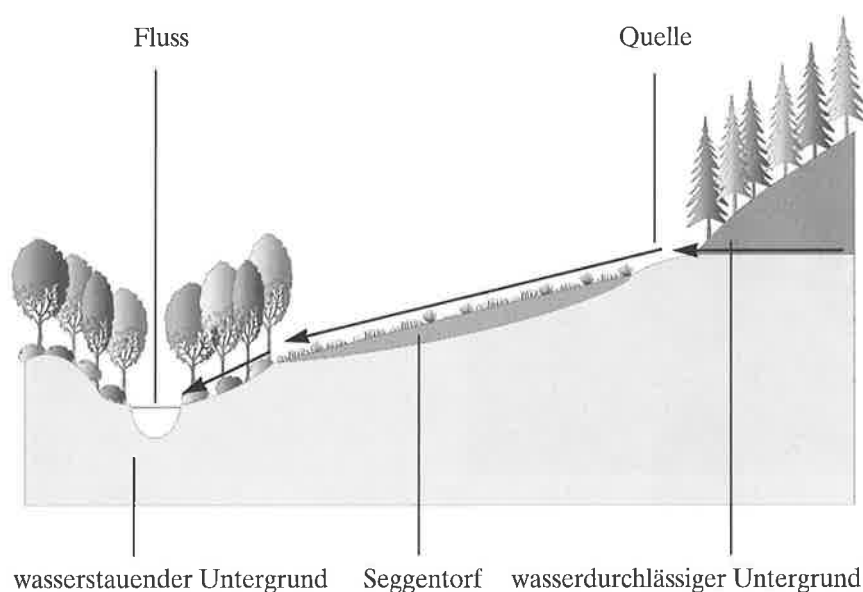


Abb. 6: Schematischer Querschnitt durch ein Hang- oder Überrieselungsmoor.

Typische Beispiele sind etwa das Breitried (ZG; FMI Nr. 2887), der Lischboden (BE; FMI Nr. 3115) oder Palù lunga (GR; FMI Nr. 701), die alle als Streuwiesen genutzt werden.

Jahrzehnten nach systematischer Entwässerung aufgeforstet bzw. unter kräftiger Düngung in intensiv nutzbares Grünland überführt worden sind, wie z.B. das Luchterlimoos (LU; FMI Nr. 3398).

2.2.2 Quellmoore

Diese sehr kleinflächigen Moorbildungen (Abb. 7) – häufig über artesischen Quellaustritten entstanden – sind aufgrund der ständigen Frischwasser- und damit Sauerstoffzufuhr wie die Hangmoore durch stark zersetzte Torfe gekennzeichnet. Viele Quellmoore, insbesondere in den tieferen Lagen, dürften durch die Rodungstätigkeit des Menschen entstanden sein und sind daher relativ jung. Die Vegetation kalkreicher Quellmoore wird von Moosen dominiert, die an ihrer Oberfläche biogenen Kalk ausscheiden können. Dies führt oft zur Ausbildung mächtiger Quellkalkablagerungen (Tuffe). Charakteristische Beispiele sind die Hueb bei Zürich (ZH; FMI Nr. 869) oder der oberste Teil der Chastenmatt (NW; FMI Nr. 2717).

Trotz ihrer Kleinflächigkeit gehören die Quellmoore zu den am meisten gefährdeten Moortypen. Sie sind wie die Hangmoore von verhältnismässig grossen Einzugsgebieten abhängig, und ihre hochangepasste Vegetation reagiert äusserst empfindlich auf Veränderungen der Wasserqualität. Eine Eutrophierung des Einzugsgebietes führt zum Verschwinden der Quellmoose und zum Aufkommen eutraphenter Arten. Dies kann sehr schnell eine Zerstörung des Gesamtökosystems und damit auch drastische Veränderungen der Hydrologie des Umlandes nach sich ziehen.

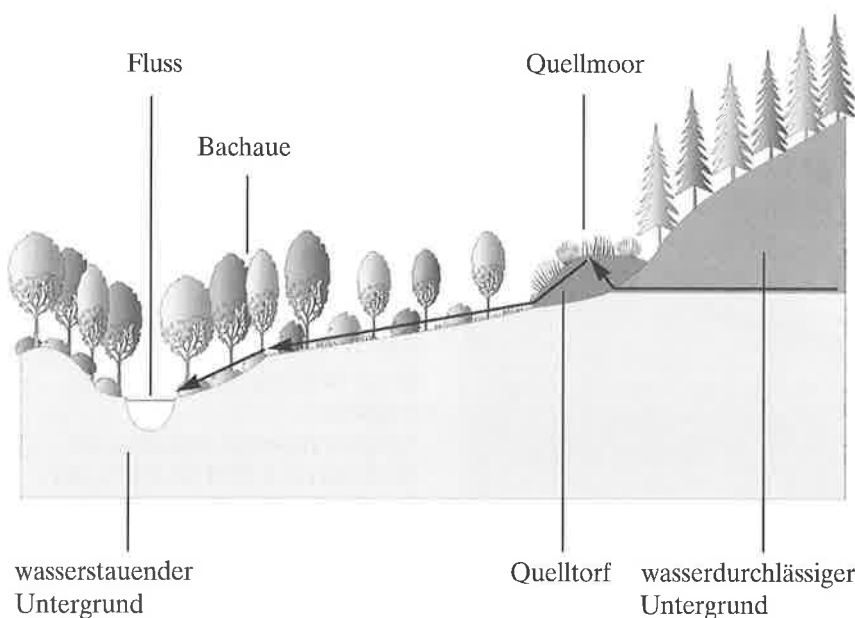


Abb. 7: Schematischer Querschnitt durch ein Quellmoor.

2.2.3 Durchströmungsmoore

KULCZYNSKI (1949) erkannte als erster das Wesen dieses in der Nordhemisphäre weitverbreiteten Moortyps (Abb. 8). Die Torfbildung kommt durch einen Mineralbodenwasserstrom knapp unter der Mooroberfläche zustande. Der anhaltende Grundwasserstrom führt zu einem schnell und kontinuierlich wachsenden, lockeren Torf mit hohem Ausdehnungsvermögen. Die Oberfläche des Moores schwankt mit der Veränderung des Wasserangebotes, weshalb das Mineralbodenwasser nie an die Oberfläche tritt. Moore dieses Typs schliessen häufig an Quellmoore an, oder sie sind an Sickerhorizonten ausgebildet, die sich häufig an Kanten konkaver Geländeformen (z.B. am Fuss von Talrändern oder Moränenwällen) befinden. Wie alle soligenen Moore sind Durchströmungsmoore leicht zu entwässern. Sie reagieren zudem äusserst empfindlich auf Veränderungen von Wasserangebot und -qualität.

In den Urstromtälern des nördlichen Mitteleuropas bilden Durchströmungsmoore in Kombination mit Überflutungsmooren mächtige Talvermoorungen. Ähnlich ist die Situation in den Alpentälern und den Moränenlandschaften der Vorländer. Wenn die entsprechenden Voraussetzungen gegeben sind, tritt dieser Moortyp auch in Hochlagen auf. Wird jedoch das Gefälle zu hoch, so strömt das Wasser nicht mehr durch den Torfkörper sondern tritt an die Oberfläche und überrieselt das Moor bzw. den Hang. Kombinationen von Durchströmungs- und Überrieselungsmooren sind in höheren Lagen daher häufig, in Tallagen jedoch eher selten.

Die Torfkörper der Hang- bzw. Überrieselungsmoore sind meist flachgründig und weisen in der Regel recht hoch zersetzte Torfe auf, die sich z.B. bei einer extensiven Bewirtschaftung kaum weiter verfestigen.

Demgegenüber sind die **Torfe der Durchströmungsmoore nur wenig zersetzt**. Bereits leichte Störungen können bewirken, dass der Torf verdichtet wird und sich das sehr empfindliche Ökosystem Durchströmungsmoor irreversibel in ein Hangmoor mit Überrieselungsregime umwandelt.

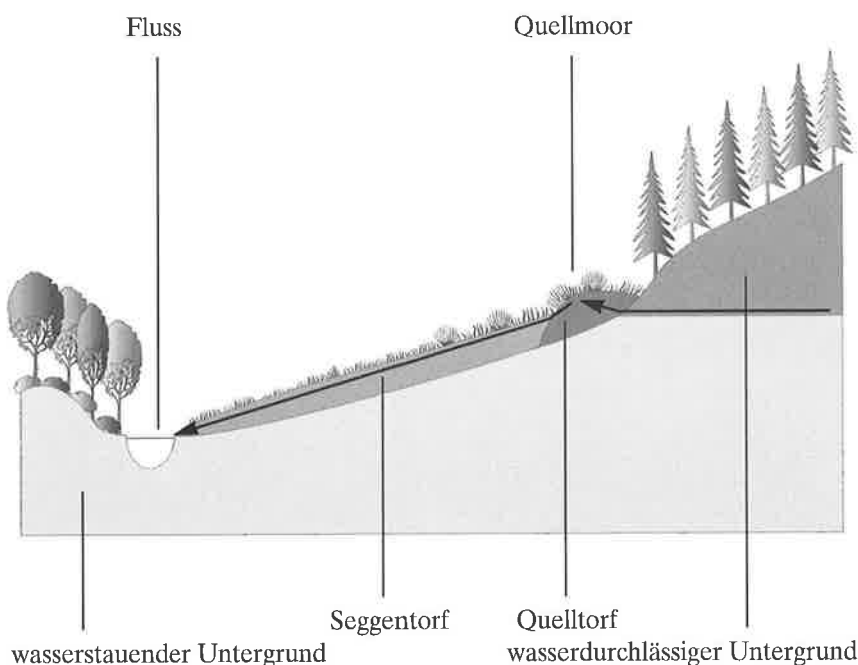


Abb. 8: Schematischer Querschnitt durch ein Durchströmungsmoor. Klassische Beispiele sind etwa Gamperfin (SG; SCHNEEBELI 1991; HMI Nr. 150) oder La Vraconnaz (VD; FELDMEYER-CHRISTE / MULHAUSER 1994; HMI Nr. 22).

Durchströmungsmoore sind keine primären Moorbildungen. Sie entstanden aus Quell-, Verlandungs-, Versumpfungs-, Überflutungs- oder Hang- bzw. Überrieselungsmooren in Phasen höheren Wasserangebotes. Charakteristisch für Durchströmungsmoore niederschlagsreicher Regionen ist der Umstand, dass das zugeführte Wasser auf seinem Weg durch den Torfkörper zunehmend an Nährstoffen verarmt, so dass sich oligotrophente Vegetation gegen den Moorunterrand hin immer mehr durchsetzen kann. Unter einschlägigen Klimabedingungen wachsen an diesen Stellen Hanghochmoore auf. Derartige Moorbildungen waren gerade im Alpenraum häufig. Heute sind sie allerdings nur noch in den landwirtschaftlich wenig genutzten Hochlagen anzutreffen, wie etwa im Falle des Breitmoos (BE; GROSSENBACHER, 1980; HMI Nr. 517) oder des Stächelegg-Ghack (LU; HELD / VON GUNTEN, 1994; HMI Nr. 312).

Ähnlich wie die Hang- bzw. Überrieselungsmoore wurden sehr viele dieser Durchströmungsmoore beweidet oder zur Streuegewinnung herangezogen. Im Gegensatz zu den Hangmooren verändern die bewirtschaftungsbedingten Eingriffe jedoch das Ökosystem Durchströmungsmoor in viel stärkerem, beinahe irreversiblen Masse. So wirken bereits die Verdichtung des Torfes durch Viehtritt oder leichte, oberflächliche Drainagen und die resultierende Verfestigung der oberen Torfschichten hydrologisch wie eine Versteilung des Hanggefälles. Der Torfkörper wird nicht mehr profilumfassend durchströmt, sondern überrieselt. Ein eindruckliches Beispiel für diesen Sachverhalt ist das Gross Moos (GL; GRÜNIG / STEINER, 1994; HMI Nr. 245).

Durchströmungsmoore mit ungestörter Hydrologie sind heute sehr selten. Viel häufiger sind ehemalige Durchströmungsmoore, die ein anthropogen bedingtes Überrieselungsregime aufweisen, wie z.B. die Moore am Faninpass (GR; WEGMÜLLER, 1976; MARTI / EGLI, 1994; FMI Nr. 738, 742, 744)

3 OMBRO-MINEROGENE MOORE: ÜBERGANGSMOORE

Ombro-minerogene Moore sind Moore mit gemischtem Mineralbodenwasser- und Regenwasserregime.

Dieser Moortyp (auch "Zwischenmoor" genannt) bezeichnet jene Phasen in der Entwicklung von Hochmooren, in denen der Übergang vom mineralbodenwasserbestimmten Flachmoor zum regenwasserbestimmten Hochmoor erfolgt.

Derartige Bildungen treten im Alpenraum immer wieder auf. Insbesondere die Schwingrasen, die dem Seewasserregime bereits entwachsen sind und nur noch vom Regenwasser versorgt werden, neigen in schneereichen Regionen zur Übergangsmoorbildung. Die Schneelast drückt den Schwingrasen unter die Wasseroberfläche, wodurch sich der Torfkörper mit dem Seewasser vollsaugen kann. Der daraus resultierende Nährstoffeintrag begünstigt die Entwicklung von Flachmoorpflanzen, die normalerweise auf Hochmooren nicht vorkommen (z.B. am Lej da Staz GR; HELD / WORTMANN, 1994; HMI Nr. 92 oder am Boniger See VS; MARKGRAF, 1969; HMI Nr. 431).

Oft bewirkt auch die geringe Grösse der Moore, dass die Randeffekte bis ins Moorzentrum reichen und dort ein Mischwasserregime schaffen. Bei Durchströmungsmooren können sich ebenfalls Mischwasserbereiche ausbilden, und nicht zuletzt entstehen Übergangsmoore auch rezent an Orten, wo jüngste klimatische Schwankungen oder der Einfluss des Menschen zu einer Veränderung des Wasserregimes geführt haben, z.B. in Torfstichen wie la Chaux-des-Breuleux (BE/JU; HMI Nr. 3) oder Les Embreux (JU; HMI Nr. 5) oder in Mooren, die wiedervernässt wurden (Hagenmoos, ZH; HMI Nr. 117).

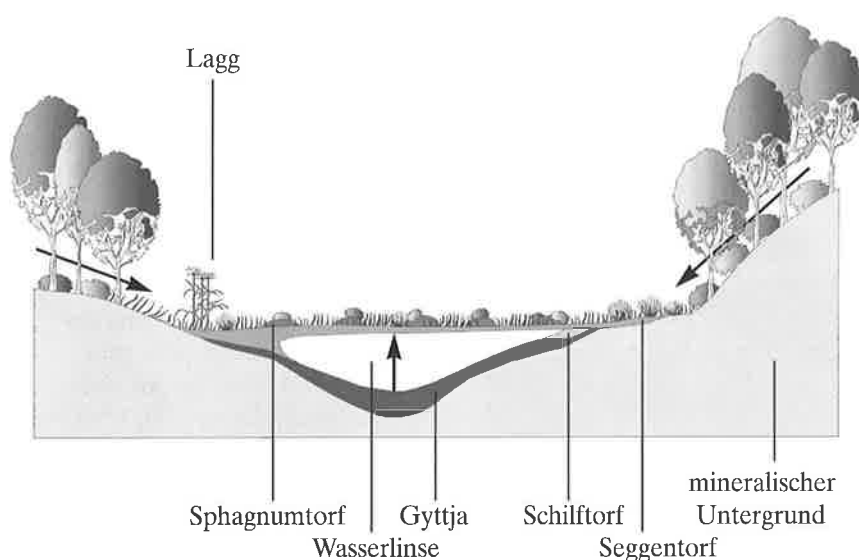


Abb. 9: Schematischer Querschnitt durch ein Übergangsmoor. Klassisches Beispiel für das Schweizerische Mittelland ist das Burgmoos oder Chlepfiberimoos (BE/SO; AEGERHARD, 1972; HANGARTNER, 1997; HMI Nr. 76).

4 OMBROGENE MOORE

Moore, die überwiegend von Niederschlagswasser versorgt werden.

4.1 Hochmoore – Regenmoore

Hochmoore (Abb. 10 – 13) zeichnen sich durch einen mooreigenen Wasserkörper aus, der überwiegend von Regenwasser gespeist wird und unabhängig vom Grundwasser der Umgebung ist. Die Entwicklung eines Hochmoores ist an das Vorhandensein bestimmter Torfmoosarten gebunden, die über den Spiegel des Mineralbodenwassers hinauswachsen und mit ihrer Wasserhaltekapazität einen eigenen Grund- bzw. Moorwasserkörper aufbauen können.

Die Torfmoose zeichnen sich nicht nur durch ihre hohe Wasserhaltekapazität aus; ihre Zellwände sind hochaktive Kationenaustauscher, was sie befähigt, vom Regen eingebrachte Mineralstoffe im Austausch gegen Wasserstoffionen zu absorbieren. Beides zusammen führt zur Vernässung und Ansäuerung des Standortes und ist charakteristisch für alle Hochmoortypen. Nur wenige Arten können unter diesen oligotroph-sauren Bedingungen wachsen, daher ist die Vegetation der Hochmoore weltweit ähnlich und durch extreme Artenarmut gekennzeichnet (vgl. Band 1, Beitrag 2.2.8).

Mit Ausnahme der wurzelechten Hochmoore, die sich direkt auf dem vegetationsfreien Untergrund entwickelt haben, sind die meisten Hochmoore klimatisch bedingte Weiterentwicklungen der topogenen

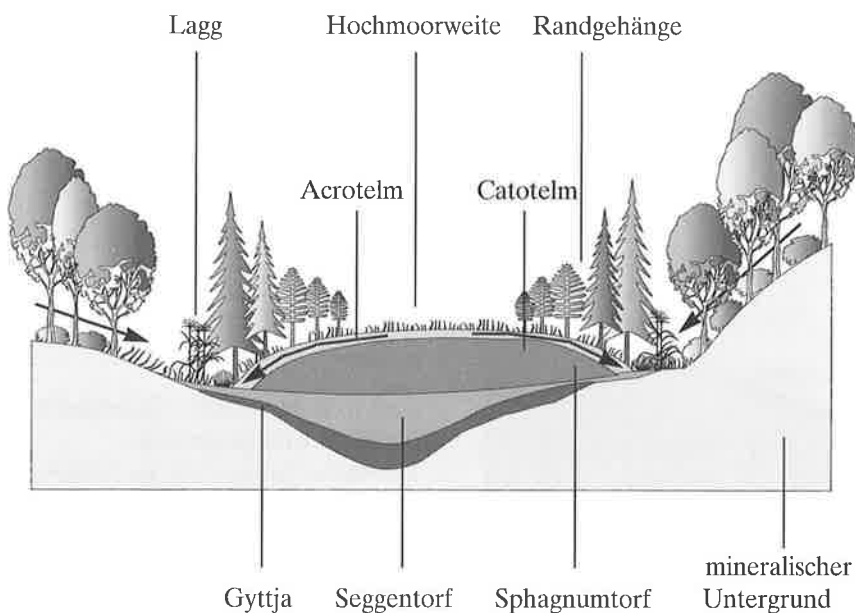


Abb. 10: Schematischer Querschnitt durch ein Hochmoor, das aus einer Seenverlandung entstanden ist. Schweizerische Beispiele sind die Sagnes de Pré Rodet (VD; MITCHELL 1995; HMI Nr. 36), das Torfriet bei Pfäffikon (ZH; HMI Nr. 102) und das Robenhauserriet (ZH; HMI Nr. 103). Die Begriffe Acrotelm und Catotelm werden im Band 1, Beitrag 3.1.2 erläutert.

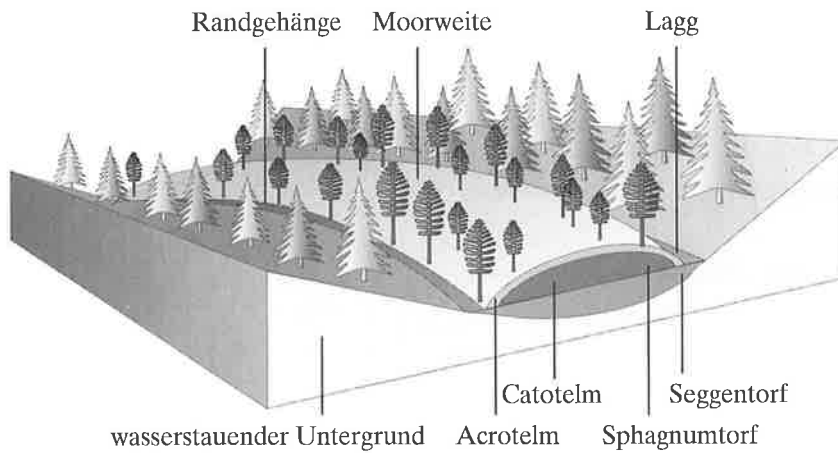


Abb. 11: Blockdiagramm eines Sattelhochmoors, das aus einem Versumpfungsmoor entstanden ist. Beispiele sind etwa Les Tenasses (VD; COSANDEY, 1964; HMI Nr. 85), die Moore auf dem Grat des Niremont (FR; HMI Nr. 128), das Boggemoor (GL; HOFFMANN-GROBET, 1946; HMI Nr. 246) oder La Tourbière des Veaux (JU; WELTEN, 1964; HMI Nr. 4).

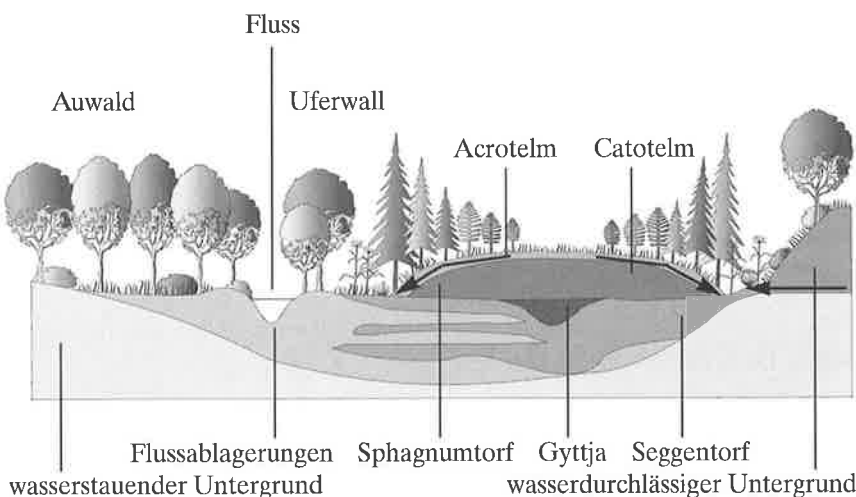


Abb. 12: Schematischer Querschnitt durch ein Talhochmoor, das aus einem Überflutungsmoor entstanden ist. Als klassische Beispiele gelten die berühmten Moore im Sihltal bei Einsiedeln (SZ; DÜGGELI, 1903), die 1937 mit dem Aufstau des Sihl-sees zerstört worden sind. Heute vermag nur noch das Breitried (SZ; HMI Nr. 305) als letzter, hydrologisch jedoch stark veränderter Überrest, einen Eindruck eines Talhochmoors zu vermitteln.

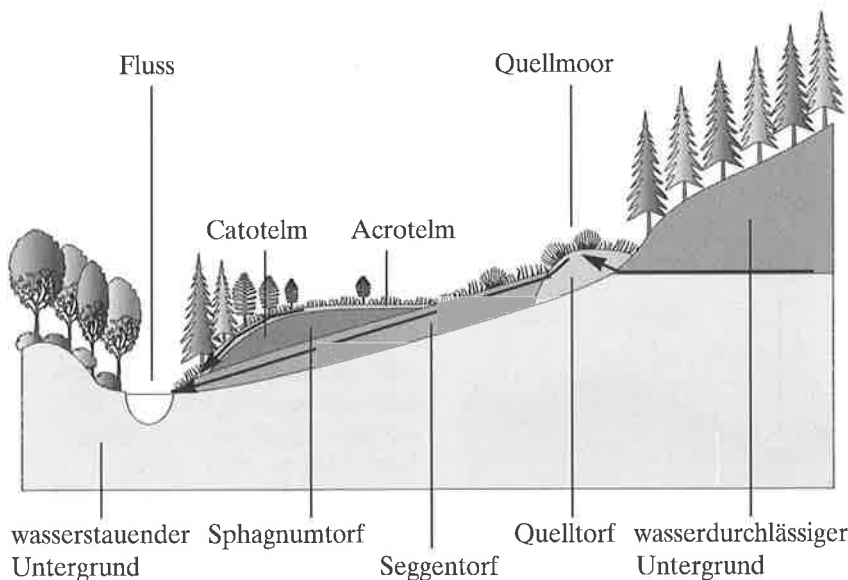


Abb. 13: Schematischer Querschnitt durch ein Hanghochmoor, das aus einem Durchströmungsmoor entstanden ist. Charakteristische Beispiele sind: Mouille de la Vraconnaz (VD; HMI Nr. 22), das Breitmoos (BE; HMI Nr. 517), Laubersmadghack (LU; HMI Nr. 315), Gamperfin (SG; HMI Nr. 150).

Moortypen (vgl. Ziffer 1.1 und Abb. 1, 3-5 und 10-12); ihr Vorkommen ist also an bestimmte Geländeformen geknüpft.

Von den soligenen Mooren entwickeln sich bei unseren gemässigten Klimaverhältnissen nur die Durchströmungsmoore zu Hochmooren (vgl. Abb. 8 und Abb. 13).

Klimabedingungen, die grossräumig eine Hochmoorentwicklung ermöglichten, bestanden im Holozän während des Atlantikums.

4.2 Deckenmoore

Im Gegensatz zu den Hochmooren, die sich in den meisten Fällen aus topogenen Flachmooren entwickelt haben, sind Deckenmoore weitgehend unabhängig von der Geländeform. Sie überziehen den Untergrund wie eine Decke und sind in vielen Fällen wurzelecht, also direkt auf dem mineralischen Untergrund entstanden (Abb. 14). Voraussetzung für ihre Entwicklung ist ein extrem ozeanisches Klima. Deckenmoore treten in Irland, Schottland, Westnorwegen, Kamtschatka, Neufundland und auf einigen Pazifikinseln auf. Es gibt aber auch Vorkommen in extrem humiden Gebirgslagen Skandinaviens und der Alpen.

Charakteristisch für die Hydrologie eines Deckenmoores ist die im Vergleich zu den normalen Hochmooren wesentlich stärkere Bewegung des mooreigenen Hangwassers. Diese schnelle Wasserbewegung hat Konsequenzen für die Vegetation. Obwohl die Nährstoffbedingungen oligotroph sind, werden durch die Wasserbewegung ständig neue Ionen an die Wurzeln herangeführt, so dass für die Pflanzen ein mesotrophes Milieu entsteht. Dementsprechend ist auch die Vegetation von stärker geneigten Deckenmoorteilen flachmoorartig.

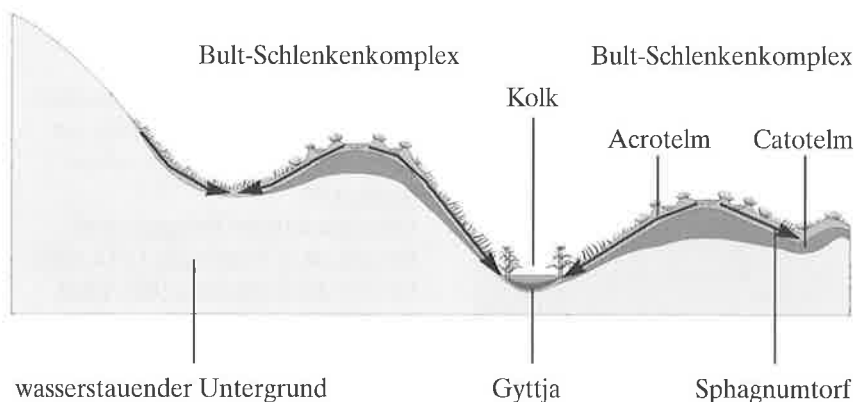


Abb. 14: Schematischer Querschnitt durch ein Deckenmoor.

Deckenmoorcharakter haben in der Schweiz die Vermoorungen auf der Alp Chaltenbrunnen (BE; Schaffner-Galliker, 1994; HMI Nr. 302), auf dem Zugerberg (ZG; Höhn, 1921; HMI Nr. 170) oder im Schlänggli in der Moorlandschaft Rothenthurm (SZ; KLÖTZLI et al., 1973; HMI Nr. 303).

4.3 Kondenswassermoores

Kondenswassermoores, erstmals beschrieben von SCHAEFTLEIN (1962), bilden sich auf sehr steilen Block-, Grobschutt- oder Bergsturzhalde, wo im Sommer Kaltluftaustritte an der Haldenoberfläche zur Kondensation der warmen, feuchten Aussenluft führen (Abb. 15). An den Luftaustrittsstellen können sich verschiedene Moose, vor allem Torfmoose, entwickeln, die mit der Zeit zu einer geschlossenen Decke zusammenwachsen, auf der sich schliesslich Hochmoorvegetation einstellt. Ein eigener Moorwasserspiegel konnte bisher nur einmal beobachtet werden. Üblicherweise findet man nur feuchtes, weitgehend unzersetztes Torfmoosmaterial bis zu einer Mächtigkeit von etwa 1,5 m.

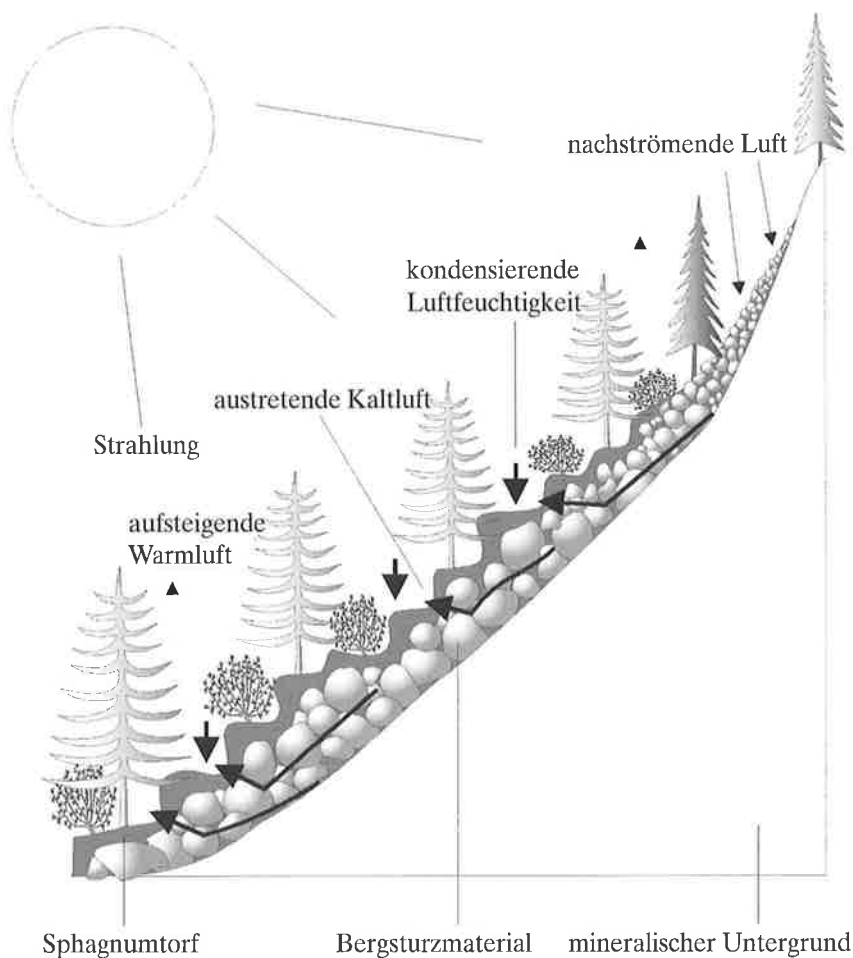


Abb. 15: Schematischer Querschnitt durch ein Kondenswassermoor. In der Schweiz finden sich entsprechende, allerdings nur rudimentär ausgebildete Vermoorungen auf der Blockhalde des Creux du Van (NE) oder in den Dolinen von Zwischet Mythen (SZ).

5 KOMPLEXMOORE

Unter diesem Begriff werden Moore verstanden, die sowohl aus Hoch- als auch aus Flachmooranteilen bestehen. Verbreitet ist dieser Moortyp in der borealen Zone und wird dort mit einem finnischen Ausdruck als Aapamoor bezeichnet. Es handelt sich um schwach geneigte Hangmoore, bei denen sich höhenparallele Hochmoorstränge (langgestreckte Bulten) mit Flachmoorflarken (linear angeordnete Schlenken) abwechseln. Je steiler der Hang, desto näher stehen die Stränge. In nahezu ebenem Gelände werden die Stränge unregelmäßig und bilden Netzstrukturen. Derartige Moorbildungen sind in Mitteleuropa extrem selten und nur in höheren Lagen zu finden.

Über die Entstehung der Stränge und Flarken besteht noch keine Klarheit, jedenfalls zeigen Bohrungen, dass die Stränge von Anfang an bestehen und sich nicht erst im Laufe der Zeit entwickelt haben (RUBEC, 1988). Die bisher einleuchtendste Erklärung für dieses Phänomen lieferte SAKAGUCHI (1980), wonach die Bildung der Stränge auf ähnlichen Mechanismen beruht, die zu beobachten sind, wenn auf leicht geneigtem Boden Regenwasser abfließt und Detritusbänder aus Fichtennadelstreu hinterlässt.

Das beste Beispiel für schweizerische Strangmoore sind wohl Les marais de l'Essertse (VS), die sich zwischen 2'330 m und 2'500 müM. erstrecken (Roh / Rey, 1989).

LITERATUR

- AEBERHARD, F. (1972): Soziologisch-ökologische Untersuchungen im Naturschutzgebiet Burgmoos (Bern-Solothurn). Diss. Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, 105 S.
- BRESSOUD, B. (1980): La végétation du bas-marais de l'Ar du Tsan (Val de Réchy, 2'185 m, Nax, Valais). Bull. Murithienne 97, 3-24.
- BUTTLER, A. / MULHAUSER, G. (1994): The result of a century of hydrological control – the fenlands of La Grande Caricaie. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 173-180.
- COSANDEY, F. (1964): La tourbière des Tenasses sur Vevey. Mater. levé géobot. Suisse 45, 320 S.
- DIERSSEN, B. / DIERSSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. Beih. Veröff. Natursch. Landsch. Pfl. Baden-Württ. 39, Karlsruhe, 512 S.
- DÜGGELI, M. (1903): Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Vierteljahrsschr. Nat.forsch. Ges. Zürich 48, 49-270.
- FELDMEYER-CHRISTE, E. / MUHLHAUSER, G. (1994): A moving mire – the burst bog of la Vraconnaz. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 181-186.
- FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., Verlag A. Francke, Bern, 751 S.
- GAMS, H. (1927): Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Int. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. 18 H 5/6, 305-387.
- GAMS, H. (1958): Die Alpenmoore. Jb. Ver. z. Schutz d. Alpenpflanzen u. -tiere 1958, 15-28.
- GROSSENBACHER, K. (1980): Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: eine Übersicht. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern 37, 81-130.
- GRÜNIG, A. / STEINER, G.M. (1994): Moorregeneration im Gross Moos, Gemeinde Oberurnen, Kanton Glarus. Bericht über die Renaturierungsmöglichkeiten. Kantonaless Amt für Umweltschutz, Glarus, Bericht (unveröff.), 78 S.
- HAAB, R. / WALTER, T. (1994): The fauna of a cut over peat bog – the mires of Schwantenau. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 147-154.
- HANGARTNER, R. (1997): Langzeit-Veränderungen der Vegetation und Flora in Übergangsmooren des nordschweizerischen Mittellandes. Philosophische Fakultät II der Universität Zürich, Zürich, Diplomarbeit (unveröff.), 142 S.
- HELD, T. / VON GUNTEN, B. (1994): The area richest in mires – the community of Flühli-Sörenberg. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 161-172.
- HELD, T. / WORTMANN, M. (1994): Unappreciated by the cross-country skiers – the outstanding mires in the famous Upper Engadine. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country – the Swiss experience. Excursion guide and symposium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Birmensdorf, 218-233.
- HOFFMANN-GROBETY, A. (1946): La tourbière de Bocken. Ber. Geobot. Inst. Eidgenöss. techn. Hochsch., Stift. Rübel 1945, 11-41.
- HÖHN, W. (1921): Moosdünen und Höckerbildungen auf schweizerischen Mooren. Nat. Tech. 2, 358-364.
- HUTTER, C.-P. (Hrsg.) / KAPFER, A. / POSCHLOD, P. (1997): Sümpfe und Moore: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. Weitbrecht, Stuttgart, 135 S.
- JANKE, W. (1978): Schema der spät- und postglazialen Entwicklung der Talungen der spätglazialen

Haffstauseeabflüsse. Wiss. Z.E.-M.-Arndt-Univ. Greifswald, math.-nat.R. 27 1/2: 39-41.

KESSLER, E. (1985): Das Taumoos ein Hochmoor-Schutzobjekt von nationalem Interesse. Stiftung Reuss-tal, Jahresbericht 22, 20-32.

KLOSS, K. (1980): Pollenanalysen zur Vegetations-, Siedlungs- und Moorgesichte am Südrand der ost-mecklenburgisch - branden-burgi-schen Seenplatte. Arch. Natursch. u. Landschaftsf. 20/4, 203-212.

KLOSS, K. (1987): Pollenanalysen zur Vegetationsgeschichte, Moor-entwicklung und mesolithisch - neo-lithischen Besiedlung im Unteren Rhinluch bei Friesack, Bez. Pots-dam. Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam 21.

KLÖTZLI, F. / MEYER, M. / ZÜST, S. (1973): Exkursionsführer. In: Landolt, E. (Hrsg.): Pflanzenge-sellschaften nasser Standorte in den Alpen und Dinariden. Ergebnisse der 13. Tagung der Ostalpin-dinari-schen Gesellschaft für Vegetations-kunde. Veröff. Geobot. Inst. Eid-genöss. techn. Hochsch., Stift. Rübel 51, 40-95.

KOCH, W. (1926): Die Vegetations-einheiten der Linthebene, unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. Jahrb. Nat.wiss. Ges. St. Gallen 61, 144 S.

KULCZYNSKI, M.ST. (1949): Peat Bogs of Polesie. Mem. Acad. Pol. Sci. Ser.B. 15, 556 pp.

KÜTTEL, M. (1994): Die Bedeu-tung der Moore als Datenquellen für die Umweltgeschichte. Moor-handbuch der Schweiz, Band 1, Bei-trag 3.2.1.

LANFRANCHI, M. (1985): Stan-dortskundliche Untersuchung in den Schwingrasenkomplexen des

Robenhauserriedes am Pfäffikersee, vom Spätsommer und Herbst 1984. 3 Teile, 37 + 9 S., Fotodokumenta-tion (unveröff.)

LANGE, E. (1986): Vegetationsent-wicklung im NSG "Fenn in Witten-moor" und dessen Umgebung. Arch. Natursch. u. Landschaftsf. 26/4, 243-252.

LANGE, E. / SCHLÜTER, H. / GRINGMUTH-DALLMER, E. (1978): Zur Vegetations- und Sied-lungsgeschichte des Frankenwaldes. Flora 167, 81-102.

MARKGRAF, V. (1969): Moor-kundliche und vegetationsgeschicht-liche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wal-lis. Bot. Jahrb. Syst. Pflanzengesch. Pflanzengeogr. 89, 1-63.

MARTI, K. / EGLI, C. (1994): Alpi-ne low intensity land use - the Faninpass and the Fideriser Heuber-ge. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conservation in a densely populated country - the Swiss expe-rience. Excursion guide and sympo-sium proceedings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Land-scape Research, Birmensdorf, 240-245.

MESSIKOMMER, E. (1928): Ver-landungserscheinungen und Pflan-zensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees. Vierteljahrsschr. Nat.forsch. Ges. Zür. 73, 286-306.

MITCHELL, E.A.D. (1995): The postglacial developmental history of the Praz-Rodet bog, Vallée de Joux, Swiss Jura. Institut de botanique de l'Université de Neuchâtel, Neuchâ-tel, Masters thesis (unveröff.), 112 S.

ROH, P.-D. / REY, C. (1989): Les marais de l'Essertse (Hérémence, VS). Bull. Murithienne 107, 167-185.

RUBEC, C.D.A. (ed. 1988): Wet-lands of Canada. National Wetlands Working Group, Canada Committee on Ecological Land Classification Ser. No. 24, 452 S., Minister of Supp-ly and Services, Canada.

SAKAGUCHI, Y. (1980): On the Genesis of Banks and Hollows in Peatbogs. Bull. Dept. Geogr. Univ. Tokyo 12, 35-58.

SCHAEFTLEIN, H. (1962): Ein eigenartiges Hochmoor in den Schladminger Tauern. Mitt. natur-wiss. Ver. Stmk. 92, 104-119.

SCHAFFNER-GALLIKER, R. (1994): The largest primary altitudi-nal bog in Switzerland - the Chal-tenbrunnen mire. In: Grünig, A. (ed.): Mires and Man. Mire conser-vation in a densely populated coun-try - the Swiss experience. Excursi-on guide and symposium procee-dings of the 5th field symposium of the International Mire Conservation Group (IMCG) to Switzerland 1992. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Bir-mensdorf, 207-212.

SCHLÄFLI, A. (1972): Vegetations-kundliche Untersuchungen am Bar-chetsee und weiteren Toteisseen der Umgebung Andelfingens. Mitt. Thurgau. Nat.forsch. Ges. 40, 19-84.

SCHNEEBELI, M. (1991): Hydro-logie und Dynamik der Hochmoor-entwicklung. Eidgenöss. techn. Hochsch., Zürich, Diss. ETH Nr. 9366, 133 S.

SJÖRS, H. (1983): Mires of Sweden. In Gore, A.J.P. (ed.): Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor. - Regional Stu-dies - Ecosystems of the World 4B, Elsevier Amsterdam, Oxford, New York, p. 69-94.

SUCCOW, M. (1988): Landschafts-
ökologische Moorkunde, Fischer,
Jena, 340 S.

SUCCOW, M. / JESCHKE, L.
(1986): Moore in der Landschaft.
Urania-Verlag, Leipzig, 268 S.

SUCCOW, M. / LANGE, E. (1984):
The Mire Types of the German
Democratic Republic. In Moore,
P.D. (ed.): European Mires, 149-175,
Academic Press, London.

WEGMÜLLER, P. (1976): Vegeta-
tionsgeschichtliche Untersuchungen
in den Thuralpen und im Faninge-
biet (Kantone Appenzell, St. Gallen,
Graubünden/Schweiz). Bot. Jahrb.
Syst. 97, 226-307.

WELTEN, M. (1964): La Tourbière
des Genevez. Einige bildungsge-
schichtliche und vegetationskundli-
che Beobachtungen. Mitt.
Nat.forsch. Ges. Bern 21, 67-73.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Prof. Dr. Gert M. Steiner
Institut für Pflanzensoziologie
Abt. für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
Postfach 285
A-1091 Wien

Andreas Grünig
Beratungsstelle Moorschutz
Eidgenössische Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und Landschaft
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1997

1 EINLEITUNG

Ein intaktes Hochmoor ist ein uhrglasförmig aufgewölbter Torfkörper mit einer spezifisch angepassten Vegetation. Die abgestorbenen Reste dieser Vegetation, die von verschiedenen Arten der Gattung *Sphagnum* (Torfmoos) dominiert wird, bauen den Torfkörper auf. Die Oberfläche der Hochmoore ist durch den mächtigen Torfkörper vom Mineralboden und dessen Grundwasserregime vollständig isoliert. Als eigenständige Ökosysteme liegen die Hochmoore "wie ein Wassertropfen" in der sie umgebenden Landschaft und bilden dort meistens die letzten Reste ursprünglicher Natur.

2 STRUKTUR UND FUNKTION DES TORFKÖRPERS

Ein ungestörtes Hochmoor ist aus zwei Schichten aufgebaut (IVANOV, 1953; ROMANOV, 1968; INGRAM, 1978). Die obere, lebende Schicht ist etwa 50 bis 100 cm mächtig und wird als **Acrotelm** bezeichnet. Darunter liegt das **Catotelm**, das die Form des Moores prägt. Das Catotelm kann über 10 m mächtig sein und besteht aus abgestorbenem Pflanzenmaterial (Torf) und Wasser. Der Moorwasserspiegel befindet sich immer im Acrotelm, dessen lockere Struktur einen Austausch von Wasser und Luft ermöglicht. Die Lage des Wasserspiegels und damit auch der Wassergehalt des Acrotelms können aber in Abhängigkeit vom Klima stark variieren, was auch eine wechselnde Einflussstärke der Luft zur Folge hat.

Als Grenze zwischen Acro- und Catotelm gilt jener Bereich, über dem sich die Wasserverhältnisse und Abbauprozesse rasch ändern und unter dem die Verhältnisse weitgehend stabil bleiben. Dieser Grenzhorizont kann gefunden werden, indem man die Wasserspiegelschwankungen über mehrere Jahre hinweg registriert, wobei der tiefste Wert dann den Grenzhorizont markiert (BRAGG, 1982).

Die meisten Publikationen zur Ökohydrologie von Mooren behandeln das Beispiel der Hochmoore. Sie stehen hier stellvertretend für alle Moortypen, die vergleichbare Bedingungen zeigen. Es sind dies insbesondere die Versumpfungs-, Durchströmungs- und Übergangsmoore (vgl. Band 1, Beitrag 3.1.1). Auch wenn deren Wasserversorgung überwiegend oder teilweise aus dem Grundwasser erfolgt (Regen ist immer beteiligt), besitzen sie doch ähnliche Oberflächenstrukturen, einen zweischichtigen Aufbau und reagieren auch vergleichbar auf Drainage und Nährstoffzufuhr.

Das **Acrotelm** baut sich zum überwiegenden Teil aus dichtstehenden Torfmoospflänzchen auf. Durch das Wachstum der Torfmoose wird ständig neue Biomasse produziert. Die älteren Torfmoosteile sterben langsam ab, werden zersetzt und bilden neuen Torf. Dadurch gerät die Biomasse unter den Moorwasserspiegel, und der Zersetzungsprozess kommt wegen Sauerstoffmangels zum Erliegen. Neben den Torfmoosen bilden Rhizome und Wurzeln höherer Pflanzen das Acrotelm und geben ihm eine Festigkeit, die es uns erlaubt, auf Mooren zu gehen.

Das Acrotelm kommuniziert mit der Aussenwelt, es tauscht mit ihr Material und Energie aus. Die ablaufenden Prozesse werden wie im Mineralboden durch aerobe Mikroorganismen durchgeführt. Ein vollständiger Abbau der Biomasse wird durch den Sauerstoffmangel in der Tiefe verhindert. Es bildet sich Torf, der in grösseren Mengen elementaren Kohlenstoff enthält.

Das **Catotelm** ist der eigentliche Moorkörper. Es besteht hauptsächlich aus Wasser und enthält z.B. weniger Feststoffe als Milch (EGGELSMANN, 1988). Seine physikalischen Eigenschaften sind im Vergleich zum Acrotelm uniform und stabil. Es ist immer wassergesättigt, und die Sauerstoffkonzentration ist unerheblich. Manchmal reichen die Wurzeln höherer Pflanzen ins Catotelm hinunter und führen zu schwachen Änderungen der Bedingungen. Selbst Mikroorganismen sind nur sehr wenige vorhanden, ein anaerober Abbau des Torfmateri- als kann daher nur sehr langsam erfolgen.

Die Durchlässigkeit des Catotelms ist um einige Grössenordnungen geringer als die des Acrotelms (ROMANOV, 1968; INGRAM, 1978; IVANOV, 1981; BRAGG, 1982). Alle Prozesse im Catotelm laufen sehr träge ab. Seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften ändern sich räumlich und zeitlich nur sehr wenig. Trotzdem spielt das Catotelm eine wesentliche Rolle in der Ökologie der Hochmoore.

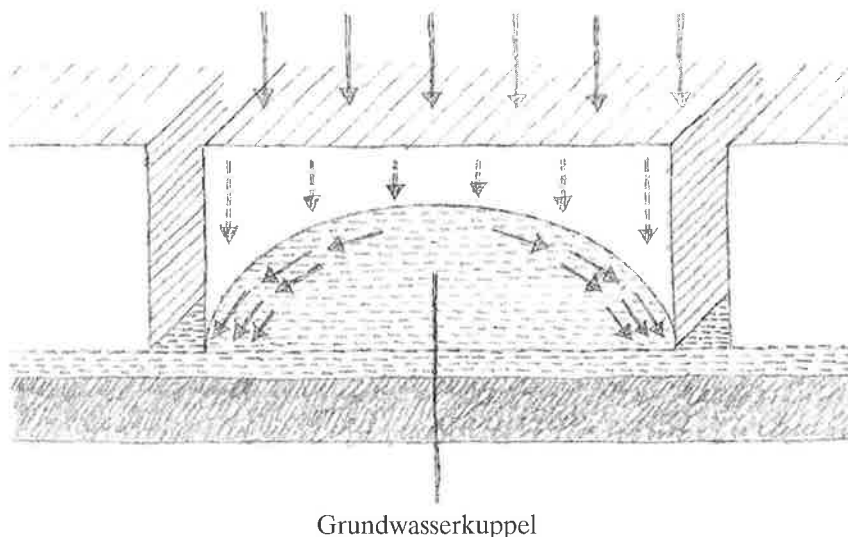
3 DIE GRUNDWASSERKUPPEL

Mit seinem Wassergehalt kann man nach INGRAM (1992) das Hochmoor als eine sehr spezifische Art von See bezeichnen, ein See allerdings, der sich uhrglasförmig über sein Becken hinauswölbt.

Eine Grundlage für unser heutiges Verständnis von Funktion und Management dieser Ökosysteme wurde von INGRAM (1982) mit der "groundwater mound theory" (Grundwasserkuppel-Theorie) entwickelt. Eine Grundwasserkuppel kann in jeder Art von Boden auftreten (CHILDS, 1969). Das Konzept lässt sich am besten an einem Bodenstück zwischen zwei Drainagegräben demonstrieren, die bis zum wasserundurchlässigen Untergrund reichen (Abb. 1).

Fällt Regen gleichmässig auf den Boden, sickert das Wasser vertikal zum Grundwasserspiegel und seitwärts zum nähergelegenen Graben. Die Art und Weise, wie das Wasser durch die Porenräume sickert, hängt von der Struktur des Bodens ab. Beispielsweise wird die Leitfähigkeit von Mergel und Grundmoräne durch den Tongehalt und die Verdichtung beeinflusst, diejenige von Torf durch die Torfart und den Zersetzungsgrad.

Wenn die Regenmenge die versickernde Wassermenge übertrifft, staut sich das Wasser im Boden, und der Grundwasserspiegel wölbt sich auf. Auf diese Weise wird das durch die Schwerkraft bedingte Versickern verstärkt. Sind Regenmenge (Eintrag) und versickerte Menge (Aus-
trag) gleich, kommt das System zu einem Gleichgewichtszustand, wobei der Grundwasserspiegel eine gewölbte Form aufweist.



Die **Grundwasserkuppel-Theorie** besagt, dass ein intaktes Hochmoor als hydraulische und damit ökologische Einheit funktioniert und dass seine äussere Form dadurch bestimmt wird, wie Wasser und Vegetation miteinander agieren. Mehr noch, die Wuchsbedingungen für die Pflanzengesellschaften sind nur dann gegeben, wenn die Form des Moores mit der Theorie übereinstimmt. Diese Zusammenhänge sind von eminenter Bedeutung für den Schutz ungestörter und das Management beeinträchtigter Hochmoore.

Abb. 1: Der Aufbau einer Grundwasserkuppel im Boden zwischen zwei Drainagegräben.

Grundwasserspiegel
wasserstauer Untergrund

Das Catotelm eines Hochmoores hat ebenfalls einen derartig gewölbten Grundwasserspiegel, der einen Gleichgewichtszustand zwischen dem Regen und der verzögerten Versickerung des Wassers durch den Torf darstellt. Unter konstanten klimatischen Bedingungen kann das Catotelm so weit wachsen, bis der vom Klima bestimmte Gleichgewichtszustand erreicht ist. Dieser Zustand hat wiederum die Form einer Kuppel.

Nun ist aber die Atmosphäre ein ziemlich unregelmässiger Niederschlagslieferant. Wie lässt sich unter diesen Umständen ein regelmässiger Wassereintrag, der zur Erhaltung des Catotelms notwendig ist, gewährleisten? Die Erklärung liegt darin, dass das eindringende Regenwasser zuerst das Acrotelm zu passieren hat, das dieses Wasser speichern kann. Die Dynamik dieser Wasserspeicherung ist in Abb. 2 dargestellt. Das Acrotelm hat zudem Eigenschaften, die es ermöglichen, die verschiedenen Wasserbewegungen auszugleichen und einen konstanten Wasserspiegel zu erhalten.

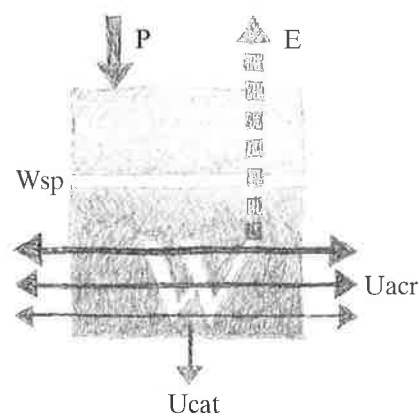
Das Acrotelm als "Puffer" unterschiedlicher Niederschlagsmengen

Die Porosität des Acrotelms nimmt mit zunehmender Tiefe ab. Daher bewirkt dieselbe Wassermenge bei tiefliegendem Moorwasserstand eine wesentlich grössere Änderung der Lage des Wasserspiegels als bei hohem. Darüber hinaus ist die hydraulische Leitfähigkeit des lebenden oder jüngst abgestorbenen Torfmooses etwa 10'000 mal höher als die des wesentlich dichteren toten Materials an der Basis des Acrotelms (ROMANOV, 1968; BRAGG, 1982). Auf diesem Weg wird der Anstieg des Wasserspiegels bei starkem Regen durch verstärkte seitliche Drainage limitiert. Dieser Effekt verhindert auch ein unkontrolliertes Abfließen des Überschusswassers auf der Mooroberfläche und damit die Erosion. Auf der anderen Seite verhindert in trockenen Perioden die höhere Dichte der tieferen Acrotelmschichten diese seitliche Drainage (INGRAM / BRAGG, 1984) und somit einen zu grossen Wasserverlust. Dazu kommt, dass die kapillaren Wassersäulen in der ungesättigten Acrotelmzone bei Trockenheit abreißen, womit ein Verlust von Wasser durch Evapotranspiration aus tieferen Schichten verhindert wird. Ein entsprechendes Phänomen kann auch in Sandböden beobachtet werden. Auf diese Weise bildet das Acrotelm eine variable Barriere gegen zu hohen Wasserverlust durch Evapotranspiration (INGRAM, 1983). Diese Barriere kann allerdings durch tiefreichende Pflanzenwurzeln überbrückt werden, was bei gestörter Hydrologie zu einer Verstärkung der Austrocknung führen kann.

Der dauernde, wenn auch sehr langsame Wasserverlust durch das Catotelm in den Untergrund verursacht einen ständigen Bedarf an Was-

Abb. 2: Wasserflüsse im Acrotelm.

P = Niederschlag,
E = Evapotranspiration +
Interzeption,
Wsp = Wasserspiegel
Uacr = seitliche Drainage,
Ucat = Wassernachlieferung
in das Catotelm
W = gespeichertes Wasser



Das Funktionieren des Acrotelms: Regen fällt auf die Mooroberfläche und trifft zuerst auf die Pflanzendecke. Ein Teil des Wassers verdunstet, ohne die Mooroberfläche zu erreichen (Interzeption). Das ins Acrotelm eindringende Wasser muss zuerst einen ungesättigten Acrotelmbereich passieren, von dem es ebenfalls verdunstet (Evaporation) oder von Pflanzenwurzeln aufgenommen und über die Blätter abgegeben werden kann (Transpiration). Der Rest des eindringenden Wassers erreicht den Grundwasserspiegel und führt so zu dessen Anhebung. Auch von hier aus kann Wasser durch Evapotranspiration verloren gehen, es kann aber auch seitwärts, zum Moorrand hin, versickern oder ins Catotelm eindringen.

Wassernachlieferung, die vom Acrotelm gewährleistet wird. Zugleich wirkt das Acrotelm als Klimafilter, indem es positive und negative Spitzen ausgleicht und genau die Menge an Wasser nachliefert, die das Catotelm benötigt.

Aber nicht nur auf kurzfristige Klimaschwankungen reagiert das Hochmoor flexibel. Es stellt sich auch auf mittelfristige Änderungen in der Wasserversorgung ein (SCHNEEBELI, 1991). Wird die Netto-Wasserversorgung mittelfristig (d.h. über Jahrzehnte hinweg) reduziert, so verlagert sich der Wasserspiegel ins Catotelm: Derjenige Teil des Catotelms, der nicht mehr wassergesättigt ist und deshalb vermehrt Kontakt mit der Aussenluft hat, wird wieder Teil des Acrotelms, das auf diese Weise volumenmässig zunimmt. Die nun einsetzenden aeroben Abbauvorgänge führen mit der Zeit zu einer normalen Acrotelmdicke, allerdings auf einer niedrigeren Grundwasserkuppel. Sollte sich das Wasserangebot erhöhen, steigt auch der interne Wasserspiegel und ein Teil des Acrotelms wird als weniger humifizierte Schicht in das Catotelm integriert. Dies bewirkt wiederum eine Anhebung der Grundwasserkuppel. Damit wird auch klar, dass die halbelliptisch aufgewölbte Oberfläche eines Hochmoores weitgehend von der Form der Grundwasserkuppel bestimmt ist.

Die Wasserverhältnisse lassen sich in einer Gleichung (vgl. Kasten) ausdrücken. Diese summiert die Vorgänge, die bei einer kontinuierlichen Wasserversorgung des Catotelms durch das Acrotelm und das Klima eine Rolle spielen. Die Theorie sagt uns, dass es für jede Menge gelieferten Wassers in das Catotelm eine bestimmte Grundwasserkuppel gibt. Die Permeabilität (Durchlässigkeit) des Catotelms, die Umrissform und Grösse des Moores und die Filterprozesse im Acrotelm wirken dann dergestalt, dass die Mooroberfläche immer etwa 50 - 100 cm über dem Grundwasserspiegel zu liegen kommt. Auf diese Weise erklärt die Grundwasserkuppel-Theorie nicht nur das Rätsel des Wassertropfens in der Landschaft, sondern sie bietet auch eine Grundlage für die Kalkulation von Modellen zur Beschreibung der Oberflächenform realer Hochmoorökosysteme.

Wasserverhältnisse im Acrotelm

Nachfolgende Gleichung zeigt die quantitativen Beziehungen zwischen den verschiedenen Arten der Feuchtigkeit im Acrotelm über einen gewählten Zeitraum hinweg.

$$P - E - U_{acr} - G - W = U_{cat}$$

Legende:

P = Niederschlag

E = Evapotranspiration +
Interzeption

U_{acr} = seitliche Drainage

G = Wasserverlust an der
Moorbasis

W = gespeichertes Wasser

U_{cat} = Wassernachlieferung in
das Catotelm

4 DIE GRENZEN DES HOCHMOORWACHSTUMS

Die Theorie definiert bei gleichbleibenden Umweltbedingungen die klima- und grössenspezifische Grundwasserkuppel als hydrologische Grenze des Hochmoorwachstums. Aber nicht jedes Moor hat diese Grenze auch tatsächlich erreicht, es kann sein, dass es sich noch im Wachstum befindet.

Diese biologische Grenze (CLYMO, 1978) wird durch die Wachstums- und Abbauvorgänge im Moor bestimmt: Bei gleichbleibenden Bedingungen verliert das Catotelm durch anaerobe Abbauvorgänge zwar langsam aber stetig an Substanz, die durch die fortschreitende Torfakkumulation vom Acrotelm aus kompensiert werden muss. In der Wachstumsphase der Moorentwicklung überwiegt diese Torfakkumulation den Substanzverlust, das Moor wächst, indem das Catotelm immer mächtiger wird. Mit dem grösseren Volumen verliert das Catotelm aber auch immer mehr Substanz. Die biologische Wachstumsgrenze ist dann erreicht, wenn Nachlieferung und Catotelmabbau im Gleichgewicht stehen. Bei entsprechenden Umweltbedingungen kann diese biologische Wachstumsgrenze auch unterhalb der hydrologischen Grenze liegen, so dass diese gar nicht erreicht werden kann.

LITERATUR

BRAGG, O.M. (1982): The Acrotelm of Dun Moss – Plants, Water and Their Relationships. Ph.D. Thesis, University of Dundee.

CHILDS, E.C. (1969): An Introduction to the Physical Basis of Soil Water Phenomena. John Wiley & Sons Ltd., London.

CLYMO, R.S. (1978): A Model of Peat Bog Growth. In: O.W. Heal / D.F. Perkins (Ed.): Production Ecology of British Moors and Montane Grasslands. Springer Verlag, Berlin: 187-223.

EGGELSMANN, R.R.F. (1988): Wiedervernässung von Hochmooren. Die Geowissenschaften 6, 317-322.

INGRAM, H.P.A. (1978): Soil Layers in Mires: Function and Terminology. Journal of Soil Sciences 29: 224-227.

INGRAM, H.P.A. (1982): Size and Shape in Raised Mire Ecosystems: A Geophysical Model. Nature 297, No. 5864: 300-303.

INGRAM, H.P.A. (1983): Hydrology. In: A.J.P. Gore (Ed.): Mires: Swamps, Bog, Fen and Moor; Ecosystems of the World 4A. Elsevier, Amsterdam.

INGRAM, H.P.A. (1992): Introduction to the Ecohydrology of Mires in the Context of Cultural Perturbation. In: O.M. Bragg, P.D. Hulme, H.P.A. Ingram / R.A. Robertson (Ed.): Peatland Ecosystems and Man: An Impact Assessment. Department of Biological Sciences, University of Dundee.

INGRAM, H.P.A. / BRAGG, O.M. (1984): The Diplotelmic Mire: Some Hydrological Consequences Reviewed. Proceedings of the VII. International Peat Congress, Dundee, I.P.S. 1: 220-234

IVANOV, K.E. (1953): Gidrologija Bolot. Gidrometeoizdat, Leningrad.

IVANOV, K.E. (1981): Water Movement in Mirelands. A. Thomson & H.P.A. Ingram (Transl.). Academic Press, London.

ROMANOV, V.V. (1968): Hydrophysics of Bogs. Israel Programme for Scientific Translations, Jerusalem.

SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Eidgenöss. tech. Hochsch., Diss. ETH Nr. 9366, Zürich, 133 S.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Prof. Dr. Gert M. Steiner
Institut für Pflanzenphysiologie
Abteilung für Vegetationsökologie
und Naturschutzforschung
Postfach 285
A-1091 Wien

Andreas Grünig
Beratungsstelle Moorschutz
Eidgenössische Forschungsanstalt
für Wald, Schnee und Landschaft
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1997

1 EINLEITUNG

Seit Jahrhunderten werden Moore entwässert – in erster Linie im Interesse einer intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung. Meist wirkten diese Eingriffe nur lokal. Erst mit der besseren technischen Ausstattung wurde es möglich, innerhalb kurzer Zeit grossflächig und gezielt in den Wasserhaushalt ganzer Landschaften einzugreifen.

In der Folge können bereits nach wenigen Jahren Veränderungen einsetzen, die unumkehrbar oder nur in Jahrzehnten oder gar Jahrhunderten wieder rückgängig zu machen sind.

2 URSACHEN DER AUSTROCKNUNG

2.1 Landwirtschaftliche Entwässerungen

Die grossen Meliorationen sind weitgehend abgeschlossen. Dennoch stellt die landwirtschaftliche Technisierung den Moorschutz vor neue Probleme. Während die Grabenreinigung früher von Hand erfolgte, werden heute Maschinen eingesetzt. Mit Grabenfräsen und Baggern lassen sich ganze Moore innert kurzer Zeit entwässern. Somit werden einst schmale, nur wenige Dezimeter tiefe Gräben, die ausschliesslich das Oberflächenwasser abführten, zu tiefen und wirksamen Entwässerungskanälen. Auf diese Weise werden viele Moore – auch im Rahmen des regulären Unterhalts – wesentlich stärker entwässert als noch vor wenigen Jahrzehnten.

Zudem wirken sich alte Entwässerungsanlagen bis heute aus: Oft dauert es Jahrzehnte, bis sich nach einem Eingriff in den Wasserhaushalt eines Moores wieder ein Gleichgewichtszustand – jetzt auf tieferem Niveau – einstellt. Und wenn sich der Landschaftswasserhaushalt gross-

Abb. 1: Wenn Gräben mit der Fräse geöffnet werden, ergeben sich gleich mehrere ökologische Probleme. Ein Grossteil der gewässertypischen Lebewelt wird vernichtet, und mit den senkrechten Grabenböschungen werden für viele Kleintiere unüberbrückbare Hindernisse geschaffen. Die Verteilung des Aushubmaterials in weitem Umkreis beeinträchtigt die Vegetation.
Foto: M. Grabher



flächig verändert, haben Gräben, die das Moor ursprünglich nur oberflächlich austrockneten, plötzlich weitreichende Konsequenzen. Diese grossflächigen Veränderungen lassen sich nur schwer steuern.

2.2 Verbauung

Dank der vielen Verbauungen unserer Fliessgewässer kann auch in Perioden hoher Wasserführung der einst verbreitete Rückstau von Bächen vermieden werden. Kanalisierte Flüsse und Bäche haben zudem eine höhere Fliessgeschwindigkeit. In der Folge vertieft sich die Flusssohle, und das Grundwasser sinkt ab.

Selbst Kraftwerksbauten beeinflussen den Grundwasserhaushalt, indem sie die Hochwasserspitzen der Flüsse brechen. Oft sind es die Hochwässer, die das Grundwasser anreichern und vielerorts zu einem hohen Grundwasserstand beitragen.

2.3 Bewaldung

Die Umwandlung von Mooren in Waldflächen hat zwei Ursachen: die gezielte Aufforstung und die Bewaldung. Häufiger als die gezielte Aufforstung ist die spontane Bewaldung unbewirtschafteter Moore. Davon besonders betroffen sind die ausgetrockneten und aus diesem Grund "waldfähigen" Flachmoore.

Gehölze zerstören die über Jahrhunderte oder Jahrtausende gewachsene Bodenstruktur und beeinflussen den Wasserhaushalt. Während der Sommermonate, bei starker Sonneneinstrahlung, führt die im Vergleich zur niederwüchsigen Moorvegetation grössere Blattoberfläche zu entsprechend höheren Verdunstungsraten. Dies senkt das Grundwasser zusätzlich ab, was dann von Bedeutung ist, wenn der Wasserhaushalt bereits durch andere Massnahmen beeinträchtigt wurde.

3 ÖKOLOGISCHE FOLGEN DER AUSTROCKNUNG

3.1 Boden

Mit der Austrocknung treten vor allem zwei Veränderungen auf:

- **Bodensackung:** Die Austrocknung verändert den Torfboden. Der wassergetränkte Torf schrumpft, und der Boden sackt ab. Damit ändert sich auch die Torfstruktur; der Boden wird vielfach nahezu wasserundurchlässig. In der Folge können sekundäre Vernässungen durch Stauwasser auftreten.
- **Torfmineralisierung und Nährstofffreisetzung:** Mit der Austrocknung beginnt die Zersetzung des Torfs durch Mikroorganismen, wodurch Nährstoffe freigesetzt werden. In manchen moorreichen Gebieten zählt die Torfmineralisierung zu den Prozessen, die das Grundwasser und die Oberflächengewässer am stärksten belasten. Während wachsende Moore Kohlenstoff- und Nährstoffsinken sind, setzen entwässerte und intensiv genutzte Moore mehr Kohlendioxid und Stickstoff frei als sie aufnehmen.

Die Geschwindigkeit der Torfmineralisierung hängt vom pH-Wert des Torfes ab. Ein sehr saures Milieu bietet ungünstige Lebensbedingungen für Mikroorganismen – die Torfmineralisierung verzögert sich oder setzt erst ein, wenn die extremen Bodenverhältnisse durch eine Düngung gewissermassen neutralisiert werden. Auf basischen Torfböden kann dieser Prozess dagegen schon bald nach der Grundwasserabsenkung einsetzen.



Abb. 2: Grossflächige Goldruten-Vorkommen in Flachmooren sind oft die Folge eines gestörten Wasserhaushaltes.

Foto: M. Grabher

3.2 Vegetation

Je höher der ursprüngliche Grundwasserspiegel war, desto stärker wirkt sich eine Entwässerung auf die Vegetation aus (KLÖTZLI, 1969).

Mit der Austrocknung gehen zunächst die feuchte- und nässeliebenden Arten zurück. Der Artenschwund zeigt sich anfänglich durch das ausbleibende Blühen und Fruchten der besonders empfindlichen Pflanzen. Arten wie das Schmalblättrige Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), der Sumpfhhaarstrang (*Peucedanum palustre*) oder die Knäuel- und Flatterbinse (*Juncus conglomeratus*, *Juncus effusus*) überdauern manchmal noch für Jahre oder gar Jahrzehnte, und bei oberflächlicher Betrachtung verschleiert dieser schleichende Artenrückgang dann die tatsächlichen Vorgänge. Mittelfristig gewinnen aber robuste Pflanzen die Oberhand und verdrängen die empfindlicheren – dies sind gleichzeitig meist auch die seltenen und gefährdeten Moorarten. Das Kleine Pfeifengras (*Molinia caerulea*) dominiert dann nicht nur in entwässerten Hochmooren, sondern auch in entwässerten sauren Flachmooren.

Die mit der Austrocknung einhergehende Torfmineralisierung setzt Nährstoffe in einer Menge frei, die mit einer massiven Düngung vergleichbar ist. Dies begünstigt die Ausbreitung konkurrenzstarker Arten, die das hohe Nährstoffangebot am besten nutzen können. Dazu zählen vor allem Hochstauden wie Mädesüss (*Filipendula ulmaria*), Baldrian (*Valeriana officinalis*) oder Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*). Daneben treten auch Ruderalarten wie der Ackersenf (*Sinapis arvensis*) auf, die üblicherweise in stark vom Menschen beeinflussten Lebensräumen, z.B. Schuttplätzen, vorkommen. Der wohl häufigste Störungszeiger ist aber die nordamerikanische Spätblühende Goldrute (*Solidago gigantea*), die dichte Einart-Bestände bildet und die ursprüngliche Vegetation vollständig verdrängen kann – in manchen Flachmooren eine Folge der Austrocknung.

In vielen Schweizer Streuwiesen breitete sich der Schilf (*Phragmites australis*) in den vergangenen Jahrzehnten aus und entwickelte sich zu einem grossen Konkurrenzproblem für kleinwüchsige und lichtbedürftige Moorpflanzen. GÜSEWELL / KLÖTZLI (1998) fanden in den untersuchten Flachmoor-Streuwiesen am Katzen-, Greifen-, Zürich- und Pfäffikersee keinen direkten Zusammenhang zwischen der Bodenfeuchte und der Schilf-Biomasse. Hingegen kann eine durch Austrocknung bedingte Nährstoffmobilisierung zur Ausbreitung des Schilfs beitragen (BRÜLISAUER, 1996).

Wird ein Moor entwässert, entwickelt sich in der Regel eine Pflanzengemeinschaft einer trockeneren Stufe. Im Falle der Streuwiesen verhält es sich allerdings meist komplizierter:

- Häufig ist eine Artenverarmung festzustellen, ohne dass zunächst neue oder gar gefährdete Arten auftreten, oder es treten gehäuft Eutrophierungszeiger in Erscheinung.
- Basische Kleinseggenrieder (*Caricion davallianae*, z.B. Davallseggenengesellschaft oder Kopfbinsengesellschaft), und die verschiedenen Gesellschaften der Pfeifengraswiesen (*Molinion*) entwickeln sich zu Hochstaudenfluren (*Filipendulion ulmariae*) oder Schilf-dominierten Streuwiesen.
- Sehr saure Kleinseggenrieder (*Caricion nigrae*, v.a. Braunseggenengesellschaft) werden zunächst eher zu artenarmen Pfeifengrasbeständen. Ist allerdings die Torfmineralisierung in Gang gekommen, breiten sich auch hier rasch Eutrophierungszeiger aus.

3.3 Fauna

Entwässerungen beeinflussen die Tierwelt auf unterschiedliche Weise: Bereits der mit der Austrocknung einhergehende Vegetationswandel verändert die Habitatstrukturen und das Nahrungsangebot für viele Tiere.

Wenn der Grundwasserstand absinkt, können im Boden lebende Arten tiefere Bodenschichten besiedeln; Regenwürmer beispielsweise werden dadurch häufiger. Typische Moorarten dagegen werden seltener. So können niederschlagsarme Perioden im Frühsommer in entwässerten Mooren zum Ausfall einer ganzen Generation der empfindlichen Heuschreckenlarven führen, da für Feuchtgebietsspezialisten eine ausreichende Versorgung mit Kontaktwasser wichtig ist (MEYER et al., 1995).

Durch die Absenkung des Grundwasserstandes verschwinden viele Sonderstandorte wie Kleingewässer (z.B. wassergefüllte Schlenken), die wertvolle Lebensräume für Wiesenvögel, Amphibien und zahlreiche Insektenarten sind. Entwässerungsgräben sind für spezialisierte Moorarten nur unzureichende Ersatzlebensräume, wenn sie durch Stoffeinträge aus der Landwirtschaft oder durch Belastungen in Folge der Torfmineralisierung eutrophiert sind. Ausserdem verhindert ein intensives Grabenmanagement (v.a. durch die Grabenfräse) die Entwicklung stabiler Populationen.

Der Fortbestand mancher Insekten ist untrennbar mit dem Vorkommen von wenigen oder gar nur von einer Pflanzenart verknüpft. Mit dem Verschwinden dieser Pflanzen als Folge der Austrocknung verschwinden auch die darauf angewiesenen Tierarten.

Auch die auf der Bodenoberfläche lebende – die epigäische – Fauna wird durch die Austrocknung trivialer. Dies konnte bei Spinnen und verschiedenen Insektengruppen (z.B. Laufkäfern) nachgewiesen werden (vgl. MEYER et al., 1995).



Abb. 3: Durch den Aufstau von Entwässerungsgräben kann der Wasserhaushalt der Flachmoore günstig beeinflusst werden.
Foto: M. Grabher

3.4 Renaturierung

Erfahrungen zur Renaturierung von Flachmooren liegen u.a. für Feuchtgebiete von Reuss und Glatt vor (KLÖTZLI, 1989). Danach ist eine Renaturierung um so schwieriger, je stärker sich der Boden durch die Entwässerungen und die Nutzung verändert hat. Vielfach ist daher keine echte Renaturierung, d.h. die Herstellung des ursprünglichen Zustandes, sondern allenfalls eine (temporäre) Vernässung möglich. Wenn in niederschlagsreichen Regionen Flachmoore ohne Grundwassereinfluss zunehmend versauern, entwickeln sich allenfalls artenarme Kleinseggenrieder (*Carex fusca* – Gesellschaften; vgl. PFADENHAUER / KLÖTZLI, 1996).

4 FOLGERUNGEN

Im Moorschutz ist die Erhaltung eines intakten Wasserhaushaltes eine primäre Aufgabe. Fast alle Naturschutzprobleme – von der Intensivnutzung über die Verbuschung bis zur Eutrophierung – stehen in direktem oder indirektem Zusammenhang mit der Hydrologie.

In traditionell genutzten Mooren mit gestörtem Wasserhaushalt soll die extensive Nutzung weitergeführt werden, um die negativen Entwicklungen abzuschwächen: Austrocknende Flachmoore verändern sich langsamer, wenn sie extensiv genutzt werden statt brach liegen (FOJT / HARDING, 1995; HÖFNER / STEINER, 1987).

Nur in seltenen Fällen genügt es, einfach die Entwässerungsgräben aufzustauen. Meist sind umfangreichere ökohydrologische Planungen notwendig: Mit Hilfe von Gelände- und Grundwassermodellen und unter Berücksichtigung des Bodenaufbaus und der Wasserleitfähigkeit des Torfs lassen sich die Auswirkungen von Renaturierungsmassnahmen prognostizieren.

Wirkungsvolle Flachmoorrenaturierungen sind oft nur durch Einleitung von "Fremdwasser" möglich. Hierzu darf nur bezüglich Nährstoffen unbelastetes Wasser verwendet werden.

LITERATUR

BRÜLISAUER, A. (1996): Zu den Ursachen der Verschilfung von Streuwiesen im Schweizer Mittelland. BUWAL, Bern (unveröff.).

FOJT, W. / HARDING, M. (1995): Thirty years of change in the vegetation communities of three valley mires in Suffolk, England. J. Appl. Ecology 32: 561-577.

GÜSEWELL, S. / KLÖTZLI, F. (1998): Abundance of common reed (*Phragmites australis*), site conditions and conservation value of fen meadows in Switzerland. Acta Bot. Neerl. 47: 113-129.

HÖFNER, I. / STEINER, G. M. (1987): Auswirkungen von Mahd und Grundwasserentnahme auf ein Kopfbinsenmoor. In: Schubert, R. / Hilbig, W.: Erfassung und Bewertung anthropogener Vegetationsveränderungen. Teil 2. Wiss. Beiträge Martin Luther-Universität Halle-Wittenberg: 75-91.

KLÖTZLI, F. (1969): Die Grundwasserbeziehungen der Streu- und Moorziesen im nördlichen Schweizer Mittelland. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 52. Huber, Bern.

KLÖTZLI, F. (1989): Nässerwerden von Streuland durch Stauhaltung der Reuss. Jahresberichte der Stiftung Reusstal, 26. Jahrgang: 22-34.

MEYER, E. / STEINBERGER, K.-H. / GÄCHTER, E. / KOPF, T. / PLANKENSTEINER, U. (1995): Fauna. In: Grabher, M. / Lutz, S. / Meyer, E.: Einfluss von Entwässerungen auf Boden, Vegetation und Fauna im Naturschutzgebiet Rheindelta. Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg, Band 22.

PFADENHAUER, J. / KLÖTZLI, F. (1996): Restoration experiments in middle European wet terrestrial ecosystems: an overview. Vegetatio 126: 101-115.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Markus Grabher
Umweltbüro
Margarethendamm 40
A-6971 Hard

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1998

Entwicklungs- und Nutzungsgeschichte

Gegenüber Mooren hat der Mensch ein gespaltenes Verhältnis. Als "Freizeit"-Menschen geniessen wir diese urtümlichen, vielfältigen und inspirierenden Landschaftsbereiche. Als Menschen, die in Nutzungskategorien denken, sehen wir die Bedeutung der Moore aber auch anders. Heute, da die Nutzung der Landschaft weit fortgeschritten ist, sind die wenigen noch verbliebenen Moore bald die einzigen Expansionsräume für Einrichtungen, welche eine gewisse Distanz zum besiedelten Gebiet erfordern. Zwischen diesem Aspekt und der ehemaligen Bedeutung als extensives Landwirtschaftsland liegt die Phase der grossen Meliorationen, während welcher die Moore als grosse Belastung oder zumindest als Produktionsnachteil empfunden wurden. Ihre geringe landwirtschaftliche Ertragskraft war Anlass dafür, mit technischen Mitteln der Produktivität dieser Flächen etwas nachzuhelfen.

All diese Ansprüche haben zum Verlust der Moore beigetragen und bedrängen diesen Biototyp auch heute noch. Mit den folgenden Beiträgen soll das Verhältnis des Menschen zu den Mooren etwas ausgeleuchtet werden.

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1994

Die Bedeutung der Moore als Datenquellen für die Umweltgeschichte

1 EINLEITUNG

Über die Schönheit von Mooren, deren biologische und ökologische Bedeutung für bedrohte Tier- und Pflanzenarten, wurde in jüngerer Zeit und im Zusammenhang mit der Inventarisierung der Moore von nationaler Bedeutung viel geschrieben. Eines fand dabei aber selten Berücksichtigung, nämlich dass Moore auch geologische Schutzobjekte sind. Im Mittelpunkt stehen in diesem Beitrag nicht die heutigen Lebensgemeinschaften, die Biozönosen der Moore, sondern vielmehr ihre Hinterlassenschaften, ihre Reste und Ablagerungen.

Moore sind Archive und zwar in verschiedener Hinsicht, etwa für die Landschaftsgeschichte, aber auch für die Geschichte von Ökosystemen, von Pflanzengesellschaften, ja sogar von einzelnen Arten. Diese Archive können gelesen und aus den Ergebnissen weitere Kenntnisse gewonnen werden, z. B. über die Entwicklung des Klimas, der Gletscher oder über die Landnutzung. Aus verschiedensten Bereichen sollen im folgenden Beispiele vorgestellt werden. Sie sollen zeigen, dass der **konsequente Schutz** auch aus dieser Sicht zu unterstützen ist.

2 MOORE ALS ARCHIVE

2.1 Die Moorvegetation als Zeuge einer bestimmter Landnutzung

Prinzip: Eine bestimmte Landnutzung führt zu bestimmten Eigenschaften des Bodens und der Vegetationsdecke. Das bedeutet, dass aus dem Aufbau des Bodens und der Zusammensetzung der Vegetationsdecke die Landnutzung abgeleitet werden kann.

Von Natur aus sind bei uns nur zentrale Teile von Hochmooren, sehr nasse Bereiche von Flach- und Übergangsmooren, Pionierstandorte der Auen, alpine Rasen, Fels und Schuttfluren nicht bewaldet. Das heisst, dass die Vegetation der meisten anderen unbewaldeten Gebiete dem Wirken des Menschen zu verdanken ist. Das gilt namentlich für montane als auch subalpine Flachmoore, die i. a. durch Rodung oder aber durch Entwässerung (Absenken von Seespiegeln) und direkt anschliessende Nutzung als Dauergrünland entstanden sind. Beispiele für das letztere sind etwa die Möser und Rieder am Sempachersee (Zellmoos, Juchmoos, Schorenmoos usw.). Aus diesem Grunde ist es auch einsichtig, dass für ihre Erhaltung eine bestimmte Wirtschaftsweise notwendig ist. Will man sie erhalten, müssen sie in angepasster Weise genutzt oder notfalls gepflegt werden. Folglich gibt der Zustand von Flachmooren Auskunft über vergangene und auch gegenwärtige Wirtschaftsweisen.

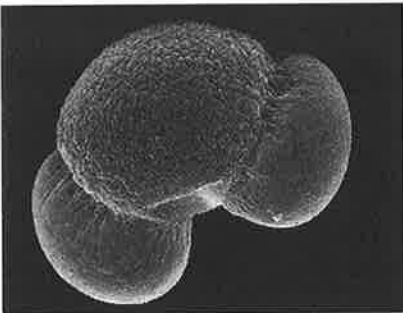
2.2 Moorablagerungen als Archive

Die heutige Vegetation ist Zeuge für die jüngere und gegenwärtige Landnutzung. Demgegenüber können die Moorablagerungen aufgrund ihres Aufbaus, ihrer Struktur oder ihrer Zusammensetzung als Archive genutzt werden. Dies gilt in gleicher Weise sowohl für Moor- als auch für Seesedimente. Diese sind in der Realität ohnehin häufig vertikal und lateral stark verzahnt.

Generelles Prinzip: Abgestorbene Pflanzenreste (Wurzeln, Sprosstteile, Vermehrungs- und Verbreitungsorgane wie Pollen, Sporen usw.) werden in einem Moor im allgemeinen nicht vollständig mineralisiert, sondern abgelagert und durch Auflagerung weiterer Reste eingebettet. Dadurch entsteht Torf. Die organischen Reste können aber auch in limnische Sedimente wie Gytja (Mudde) oder Seekreide u. ä. eingebettet werden.

Abb. 1: Beispiele botanischer Mikro- und Makroreste; 1-6, 9: Pollenkörner (1-6 Rasterelektronische Aufnahmen, 5 gestreifte Struktur der Aussenhaut, 9 äquatorialer Querschnitt); 7, 8: Samenkörner
Quellen: 1-6: L. Wick, Univ. Bern
9: aus ERDTMAN (1963)
7,8: Darstellung des Autors

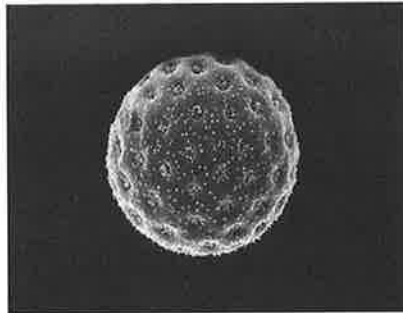
1



10 µm

Waldföhre
Pinus silvestris

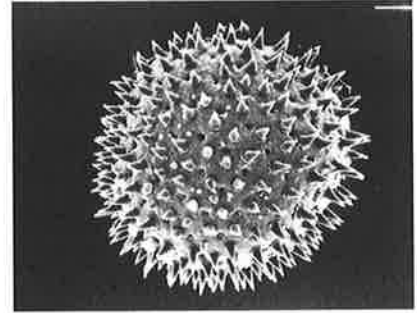
2



10 µm

Weisse Melde
Chenopodium album

3



10 µm

Kleine Malve
Malva neglecta

4



10 µm

Bergahorn
Acer pseudoplatanus

5



1 µm

Französischer Ahorn
Acer monspessulanum

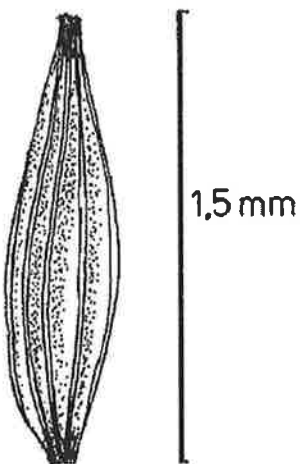
6



10 µm

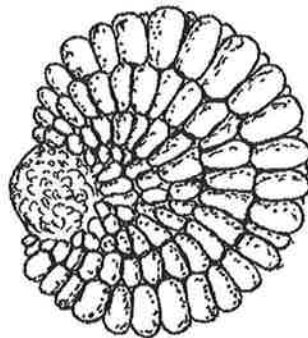
Walliser Wermut
Artemisia vallesiaca

7



Rauhe Gänsedistel
Sonchus asper

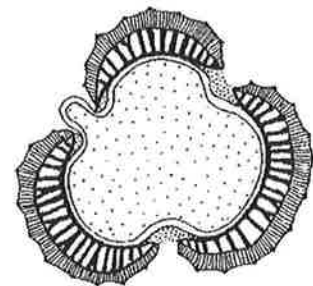
8



1 mm

Gemeines Leimkraut
Silene vulgaris

9



10 µm

Wermut
Artemisia

In den Sedimenten sind auch Überbleibsel von Tieren eingelagert. (z.B. Wasserflöhe, Wurzelfüusser, Käfer, Weichtiere, Wirbeltiere usw.). Hinzu kommen noch mineralische oder chemische Partikel (z. B. Aerosole, vgl. GÖRRES, 1991; Gesteinsstäube oder vulkanische Asche, wie die des Laacher Sees in der Eifel, BRD; der Vulkan brach vor ca. 11'000 ¹⁴C-Jahren aus) und chemische Ausfällungen (Huminstoff als Dopplerit, Kalk als Seekreiden oder Wiesenmergel).

Zur Untersuchung werden die Schichten über Grabungen oder Bohrungen erschlossen. Dies geschieht i. a. in einer vertikalen Folge. Die Tiefenachse ist somit auch gleichzeitig eine Zeitachse. Weil die Sedimentation biologischen, geologischen und klimatischen Gesetzmässigkeiten gehorcht, verläuft die Zeitachse jedoch nicht unbedingt linear, sondern meist unregelmässig. Die Proben werden anschliessend entsprechend den verschiedensten Methoden mit blossen Auge, unter dem Mikroskop oder chemisch-physikalisch analysiert.

2.3 Verschiedene Methoden der Analyse

Die **Makrorestanalyse** dient der Erforschung der lokalen Vegetationsentwicklung. Anhand der Untersuchung grösserer Pflanzenreste (botanische Makrofossilanalyse) ist die Rekonstruktion der umgebenden Vegetation bis zu einem gewissen Grade möglich. In Betracht kommen Sprosssteile, Wurzeln usw., also Organe, die normalerweise nicht sehr weit verbreitet werden. Ihre taxonomische Bestimmung ist unterschiedlich differenziert möglich (Familie bis Art oder gar Unterart, vgl. SCHOCH et al. 1988).

Ausser zur Feststellung lokaler Vegetationsveränderungen (z.B. LANG/TOBOLSKI 1985) sind Makrofossilanalysen noch zu anderem geeignet (Verbreitung bestimmter Sippen zu verschiedenen Zeiten, klimatische und ökologische Interpretationen).

Besonders wichtig ist die Makrorestanalyse als naturwissenschaftliche Methode und eigener Wissenschaftszweig der Botanik (Paläoethnobotanik) im Zusammenhang mit prähistorischen Ausgrabungen geworden. Unter günstigen Umständen und bei Berücksichtigung weiterer Ergebnisse (z. B. Knochenbestimmungen) kann im Prinzip die Wirtschaftsweise der entsprechenden vorgeschichtlichen Siedlungen geklärt werden (JACOMET 1985).

In See- und Moorablagerungen finden sich auch tierische Makrofossilien, aus welchen paläoklimatische oder auch paläoökologische Kenntnisse gewonnen werden können (vgl. z.B. SCOTT/WILKIN-

SON 1985). Da sie allerdings viel seltener sind als pflanzliche Makrofossilien, sind statistische Auswertungen mit ihnen im allgemeinen nur beschränkt möglich.

Eine Rekonstruktion der regionalen Vegetationsverhältnisse und von Ökosystemen kann auch mit Hilfe von mikroskopisch kleine Resten vorgenommen werden. Eine der Hauptmethoden in diesem Bereich ist **die Pollenanalyse**, umfassend dargestellt von FAEGRI/IVERSEN (1989). Sie kann zu den mikropaläontologischen Methoden gezählt werden und ist gleichzeitig ein Teilgebiet der Palynologie (Pollen- und Sporenkunde).

Die Pollenanalyse macht sich die Tatsache zunutze, dass beim Wachstum der Sedimente der Pollen in diese eingebettet wird. Der Pollen, aber auch Farn- und Moossporen, besitzen eine Aussenhaut (Exine, Sporoderm), die gegenüber reduktiven Prozessen äusserst widerstandsfähig ist. Sie ist familien-, gattungs- oder gar artspezifisch verziert. Mit Hilfe dieser Merkmale und weiterer Eigenschaften wie Anzahl, Lage und Gestalt der Austrittsöffnungen für den Pollenschlauch, können Pollenkörner und auch Farn- oder Moossporen teilweise bis zur Art bestimmt werden. Durch Auszählung werden die prozentualen Mengenverhältnisse der gefundenen Pollen-Sporentypen in den einzelnen Proben bestimmt, woraus sich die frühere Vegetation und ihre Veränderungen rekonstruieren lassen. Die Ergebnisse werden in sogenannten Pollendiagrammen dargestellt. Insbesondere über radiometrische Altersbestimmungen, speziell mit der Radiokarbonmethode, ergibt sich ein zeitlicher Massstab. Daraus wiederum werden sehr viele weitere Ergebnisse interpretiert, wie etwa Ausbreitung einer Art zu einem bestimmten Zeitpunkt und Wanderwege (z.B. Weisstanne, *Abies alba*: ZOLLER 1964; Buchsbaum, *Buxus sempervirens*: WEGMÜLLER 1984), Ausbreitungsgeschwindigkeiten usw.

Die Pollenanalyse ist immer noch die Methode, die am umfassendsten über die früheren Vegetationsverhältnisse und damit über die verschiedensten Aspekte der Lebensbedingungen Auskunft gibt. Werden zudem die Ergebnisse der Pollenanalyse mit den Resultaten anderer Untersuchungen (z. B. Makrorestanalysen, Analysen tierischer Reste, chemische und physikalische Sedimentanalysen, mathematische Behandlung des Datenmaterials) verknüpft, so sind angenäherte Rekonstruktionen von Ökosystemen und deren Verhalten im Laufe der Zeit möglich (vgl. z.B. AMMANN 1989, KÜTTEL 1990).

2.4 Einige Ergebnisse der Pollenanalyse

Eine neuere Zusammenstellung der pollenanalytischen Arbeiten, die die Schweiz betreffen und den Zeitraum der letzten 15'000 Jahre umfassen, gibt LANG (1985). Aus den dort aufgeführten Arbeiten stammt die Grundlage für den folgenden kurz gefassten Überblick. Für den Zeitraum der letzten Warmzeit (Riss-Würm-Interglazial) und der letzten Kaltzeit (Würm-Glazial) kann auf KÜTTEL (1989) und WEGMÜLLER (1992) und die darin zitierten Arbeiten zurückgegriffen werden. Die folgenden zeitlichen Angaben sind stets ¹⁴C-Jahre vor heute (a BP).

Der letzte Abschnitt des Würmglazials (Spätwürm) hat um 25'000 a BP begonnen und war mit dem Beginn des Holozäns um 10'000 a BP zu Ende. In diesem Zeitraum bedeckten die alpinen Eisströme grosse Teile des Mittellandes und zogen sich, unterbrochen von Wiedervorstössen und Halten, bis auf die heutige Grössenordnung zurück. In derselben Zeit haben sich auch die Vegetation und damit die Lebensbedingungen für die Tiere, den Menschen inbegriffen, grundlegend verändert. Zu Beginn waren auf den frisch eisfrei gewordenen Flächen kältetolerante Pioniergesellschaften der Rohböden zu finden. Ab ca. 16'000 a BP, d. h. mit dem Beginn des Würm-Spätglazials wurde der Anteil der Steppenpflanzen grösser. Zu diesen gehören neben verschiedenen Beifuss-Arten vor allem Sonnenröschen, Meerträubchen und Melden.

Rund 2'000 Jahre später hatten sich die klimatischen Verhältnisse so weit verbessert, dass sich Zwergbirken ausbreiten konnten. Sie sind heute noch als seltene Glazialrelikte in einigen Mooren vorhanden. Käfer- und Köcherfliegenanalysen an Sedimenten aus dieser Zeit weisen auf Juli-Mitteltemperaturen von 10 - 12 °C hin. Wald wäre also möglich gewesen. Doch erst um 12'700 a BP setzte das ein, was heute als spätglaziale Wiederbewaldung bezeichnet wird und in allen tiefen und mittleren Lagen der Schweiz gefunden werden kann. Die Zwergbirke wurde von Wacholder-Sanddorngebüsch abgelöst und dieses anschliessend von Baumbirken. Nach etwa 700 Jahren kam die Föhre hinzu, und die Waldgrenze stieg auf über 1'500 m ü. M. an. Zwischen 11'000 und 10'000 a BP verschlechterte sich das Klima nochmals, ein letztes Zucken der Eiszeit. Der Wald wurde an der oberen Grenze aufgelockert, und das Verhältnis zwischen Birken und Föhren verschob sich zugunsten der Birke.

Neue Baumarten kamen erst mit dem Beginn des Holozäns ab 10'000 a BP dazu, wobei sich die klimatische und damit auch die regionale Differenzierung verstärkte. Überdies hat der Mensch eingzugreifen begonnen und das erst noch in den verschiedenen Landschaften zu unterschiedlichen Zeiten. Die Waldentwicklung begann im Früh-Holozän mit einer Lichtholzphase, anschliessend ist der Übergang zur Schattholzphase im Mittel-Holozän feststellbar. Die eigentliche Schattholzphase ist bereits durch die verschiedenen Landnahmen gestört, die in den weit verbreiteten, überdüngten Wiesen und Maismonokulturen des Mittellandes gipfeln.

Vegetationsentwicklung (Prozentanteile an der Gesamtpollensumme)

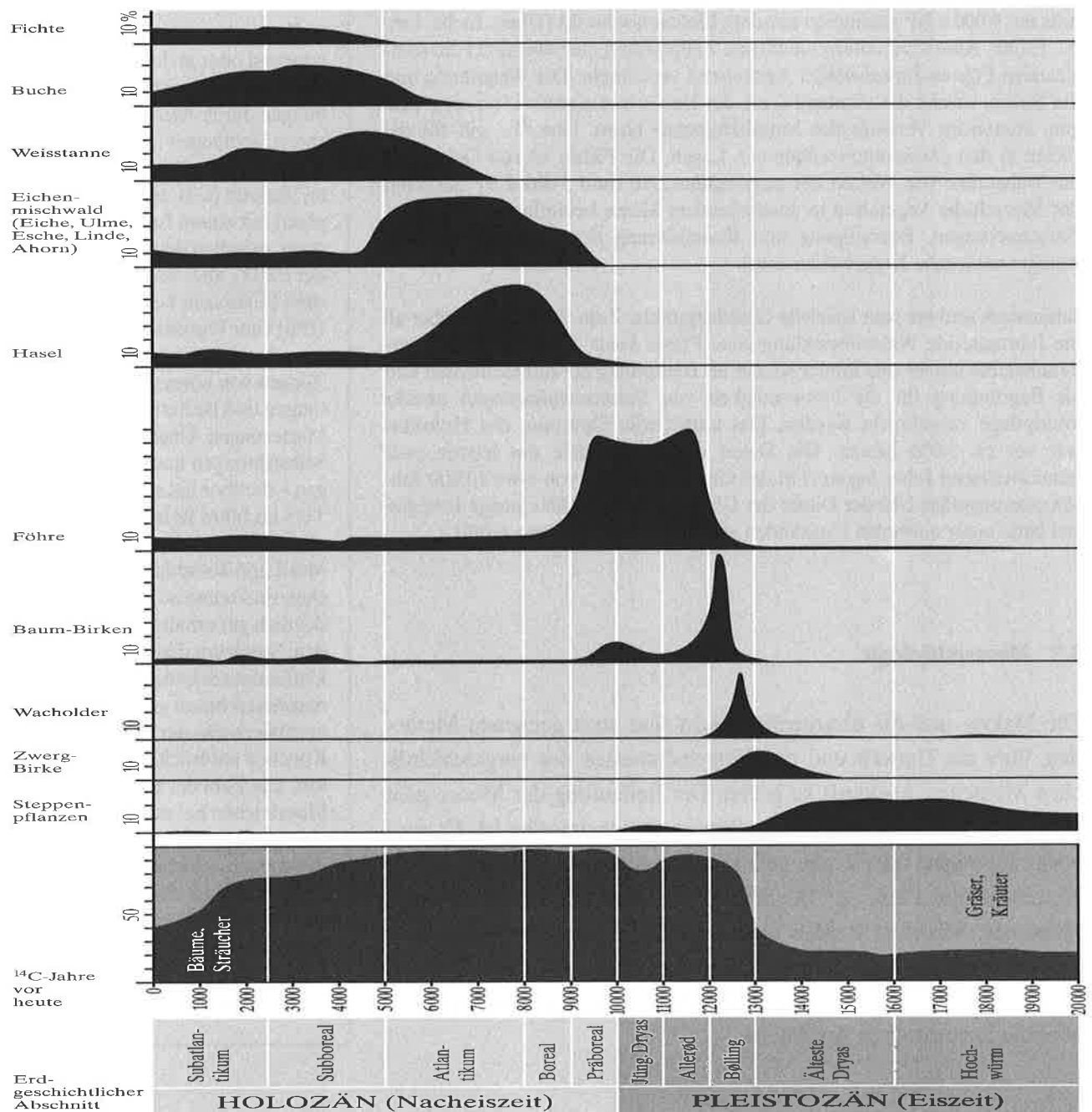


Abb. 2: Vegetationsgeschichtlicher Überblick über die letzten 20'000 14C-Jahre. Dargestellt sind die Prozentwerte des Pollens der einzelnen Sippen bezogen auf die Gesamtpollensumme. Diese Anteile entsprechen wegen der unterschiedlichen Pollenproduktion nicht den realen Anteilen an der Vegetation.
 Quelle: KÜTTEL (1993)

Die Lichtholzphase wurde mit der Ausbreitung der Hasel eingeleitet, die bereits um 9'000 a BP zusammen mit dem Eichenmischwald (Ulme, Eiche, Linde, Esche, Ahorn; zu unterschiedlichen Zeitpunkten eingewandert) die spätglazialen Föhren-Birkenwälder weitgehend verdrängte. Die Weisstanne und die Buche, welche die montane Stufe der Nordschweiz natürlicherweise prägen, kamen im Verlaufe des Mittel-Holozäns hinzu. Dasselbe gilt für die Fichte in den obermontan-subalpinen Lagen. Die Fichte ist von Osten und die Weisstanne von Westen her zugewandert. Ab rund 5'000 a BP hat dann der Mensch die Vegetation in zunehmendem Masse beeinflusst (Rodungen, Entwässerungen, Begradigung und Kanalisierung der Flüsse, mehr oder weniger naturnahe Kunstwälder usw.).

Interessant sind ein paar spezielle Gesichtspunkte. Zum Beispiel sind über all die Jahrtausende Waldentwicklung ohne Pflege keine Zusammenbrüche erkennbar, die immer und immer wieder als Bedrohung heraufbeschworen und als Begründung für die Notwendigkeit von Forsterschliessungen zwecks Waldpflege vorgebracht werden. Das klimatische Optimum des Holozäns war vor ca. 5'000 Jahren. Die Dauer der Interglaziale der letzten paar hunderttausend Jahre lag stets in der Grössenordnung von etwa 10'000 Jahren, was ungefähr 1/10 der Dauer der Glaziale bedeutet. Das jetzige Interglazial hätte unter normalen Umständen sein Soll eigentlich schon erfüllt.

2.5 Moorarchäologie

Die Makro- und die Mikrorestanalysen sind auch geeignete Methoden, über die Umwelt und die Wirtschaftsweisen des vorgeschichtlichen Menschen Auskunft zu geben. Die Bedeutung der Moore geht aber noch viel weiter, wobei das Prinzip immer dasselbe ist. Es wird etwas abgelagert oder liegen gelassen. Das Moor wächst darüber. Die Hinterlassenschaften, z. B. Steinbeile, Angelgerät, Feuerstellen, Hausreste, Scherben werden nicht vollständig oder überhaupt nicht zerstört. Nach ein paar Tausend Jahren kommen die Gegenstände als prähistorische Funde wieder zum Vorschein und geben uns Auskunft über die Lebensweisen der Ahnen.

In Torfstichen, durch Torfschwund oder im besten Fall im Rahmen von gezielten Ausgrabungen durch Archäologen sind ganze Siedlungen (z. B. im Wauwilermoos), einzelne Geräte, Skelette (z. B. ein Waldelephant mit einem Eibenholzspeer zwischen den Rippen; in der BRD), aber auch Moorleichen (Übersicht bei DIECK 1986) zum Vorschein gekommen. Letztere sind stumme Zeugen von normalen Bestattungen und Bestattungen nach Marterungen, Unglücksfällen, Selbsttötungen und Hinrichtungen – darüber hat schon TACITUS im Jahre 98 in der Germania berichtet – aber auch von Mord und Totschlag. Moorleichen sind teilweise ausserordentlich gut erhalten, noch mit dem Strick um den Hals und klaffendem Schädel, von Huminsäuren braun gefärbt und normalerweise der Kalk aus den Knochen natürlich herausgelöst. Die Zahl der Funde von Moorleichen hat mit der Mechanisierung der Torfstiche abgenommen. Etliche dürften auch beim Torfschwund mineralisiert worden sein. DIECK (1986) gibt für die Schweiz eine Mindestzahl von 60 gefundenen Moorleichen an.

3 ZUR BEDEUTUNG DER MOORARCHIVE

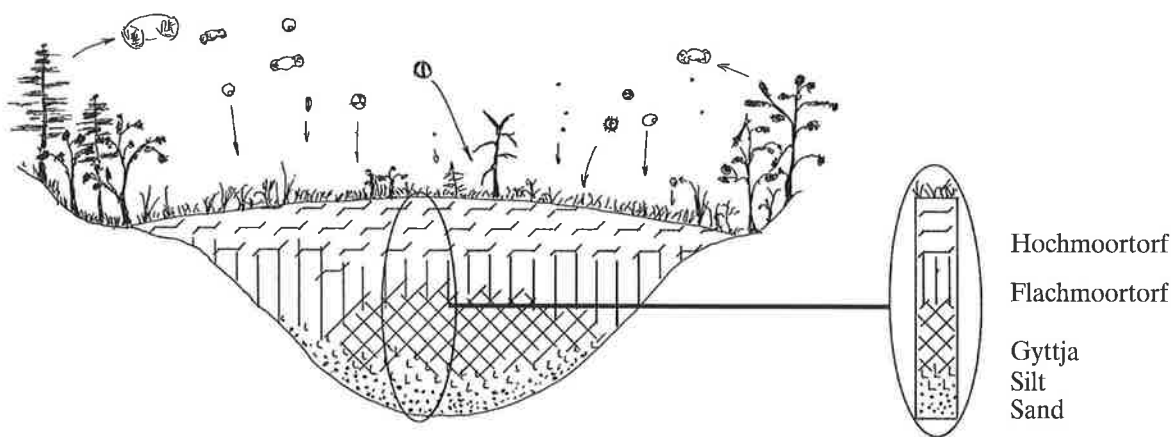
Die vielfache Bedeutung der Moorarchive für die verschiedensten Wissenschaften wird in der Folge anhand von zwei Beispielen herausgehoben.

Beispiel 1: Im Falle von Landschaftsveränderungen ist nicht in jedem Fall klar auszumachen, was davon der Mensch verursacht hat und was natürlichen Ursprungs ist. Es gibt eine Hypothese, die davon ausgeht, dass zumindest ein Teil des Waldsterbens, der eindeutig nicht in einen klaren Zusammenhang mit Schadstoffimmissionen (Rauchgasschäden) gebracht werden kann, eine natürliche Ursache hat. Diese soll im Zusammenbrechen überalterter Bestände liegen, was im Rahmen der Mosaik-Zyklus-Theorie (REMMERT 1991) zu verstehen ist. Das Waldsterben wird in Verbindung gebracht mit der Zerfallsphase. Da nun bereits ein einziger Zyklus sich über ein paar Jahrhunderte erstrecken soll, ist es verständlich, dass sich dies unserer direkten Beobachtung entzieht. Als Ausweg bietet sich die Pollenanalyse an. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass in mitteleuropäischen Wäldern derartige Mosaik-Zyklen eher nicht vorkommen, zumindest nicht grossflächig (Dutzende von Hektaren), mithin auch diese Hypothese als Ursache eines natürlichen Waldsterbens wegfällt.

Beispiel 2: Seit ein paar Jahren ist der Treibhauseffekt verschiedener Atmosphärgase verstärkt in der Diskussion (Übersicht in GRASSL/ KLINGHOLZ 1990). Es ist wichtig zu wissen, inwiefern sie zum Aufheizen des Erdklimas beitragen und ob die messbare Zunahme der erwähnten Gase inzwischen bereits zu einem messbaren Temperaturanstieg geführt hat. Um das beurteilen zu können, braucht es Referenzwerte, insbesondere für die natürlichen, ohne das Zutun des Menschen vorhandenen Klimaschwankungen. Auch das sind Prozesse, die sich über Hunderte und Tausende von Jahren erstrecken. Atmosphärenphysiker, Klimatologen und Kreislaufmodellierer mussten für die Überprüfung ihrer Modelle und Vorstellungen Angaben über den Verlauf von Jahresmitteln der Temperatur und anderer klimatischer Parameter während der letzten 18'000 oder noch besser der letzten 130'000 Jahre haben. Sie wollten aber auch Auskunft über die Geschwindigkeit der entsprechenden Änderungen. Die Pollenanalytiker konnten in Zusammenarbeit insbesondere mit Isotopenphysikern (radiometrische Altersbestimmung, Sauerstoffisotopenanalyse etc.) entsprechende Angaben liefern. Ein Ergebnis: Die bisher in Mitteleu-

ropa gemessenen langfristigen Temperaturschwankungen liegen immer noch innerhalb der natürlichen Bandbreite der letzten 10'000 Jahre. Beruhigend ist das aber nicht, denn damit ist nichts über die gegenwärtig ablaufenden Mechanismen ausgesagt und auch nichts über die künftige Entwicklung.

Die Quintessenz: Moore sind mehr als "nur" Biotope für verschwindende oder seltene Arten und auch mehr als Wasserückhaltekörper; sie sind Archive der Landschaftsgeschichte.



Wissenschafts- zweig (Auswahl)	Objekt	Rekonstruktion (Beispiele)
Botanik	Makroreste Mikroreste	Vegetation Sukzession Mesoklima Alter
Zoologie	Makroreste Mikroreste	Tierwelt Mikro- und Mesoklima
Anthropologie	Knochen Moorleichen	Soziologische und demogra- phische Verhältnisse, Krankheiten
Archäologie	Utensilien Strukturen Immobilien	Lebensweisen
Physik	Isotope Elemente	Alter Klima, Umweltmonitoring
Chemie	Elemente Verbindungen	Umweltmonitoring Umweltgeschichte, diage- netische Prozesse
Geologie, Mineralogie	mineralische Partikel	Umweltgeschichte, diage- netische Prozesse
Paläoökosysteme und deren Entwicklung		

Abb. 3: Übersicht über die Wissen-
schaftszweige, die sich mit Moore-
dimenten beschäftigen.

Quelle: Darstellung des Autors

4 FORDERUNGEN

Moore sind auch als Datenquellen zu schützen. Dieses Schutzziel kann am besten dann erreicht werden, wenn der Moorkörper wassergesättigt ist, also reduktive Bedingungen herrschen und wenn die Ablagerungen in einer ungestörten Abfolge vorliegen. Erfreulicherweise deckt sich dieses Ziel mit der Forderung nach Erhalt der moortypischen Vegetation. Ein Interessenkonflikt entsteht jedoch dann, wenn Moore benutzt werden, um darin Tümpel, z. B. als Laichgewässer für Amphibien anzulegen. Falls dies allein durch Überstauen erfolgt, ist es durchaus mit moorgeologischen Schutzzielen verträglich. Werden jedoch ungestörte Schichten von Moorsedimenten ausgebagert - meistens ist das der Fall - widerspricht dies eindeutig einem umfassenden, integralen Moorschutz. Bei derartigen Vorhaben ist unbedingt in einem frühen Stadium der Planung ein kompetenter Palynologe beizuziehen.

LITERATUR

- AMMANN, B. (1989): Late-Quaternary palynology at Lobsigensee, Diss. Bot. 137, 157 S.
- COOPE, G. R. (1977): Fossil coleopteran assemblage as sensitive indicators of climatic changes during the Devensian (Last) cold stage, Phil. Trans. R. Soc. London B 280: 313- 340.
- DIECK, A. (1986): Der Stand der europäischen Moorleichenforschung im Jahr 1986 sowie Materialvorlage von anthropologischen und medizinischen Sonderbefunden. Telma 16: 131-158.
- ERDTMAN, G. (1963): Introduction till palynologin, Natur och Kultur, 198 S.
- FAEGRI, K. / IVERSEN J. (1989): Textbook of Pollen Analysis, Wiley, 328 S.
- FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz. Beitr. z. Geol. der Schweiz. Geotechnische Serie, III. Lfg.: 750 S.
- GÖRRES, M. (1991): Über den Eintrag anorganischer Nährstoffe in ombrogene Moore als Indiktor der ehemaligen Aerosolbelastung, Diss. Bot. 181: 1-196.
- GRASSL, H. / KLINGHOLZ, R. (1990): Wir Klimamacher, Auswege aus dem globalen Treibhaus. Gutenberg, 296 S.
- JACOMET, S. (1985): Botanische Makroreste aus den Sedimenten des neolithischen Siedlungsplatzes AKAD-Seehofstrasse am untersten Zürichsee. Die Reste der Uferpflanzen und ihre Aussagemöglichkeiten zu Vegetationsgeschichte, Schichtentstehung und Seespiegelschwankungen, Zürcher Studien zur Archäologie, Juris, 94 S.
- KÜTTEL, M. (1989): Züge der jungpleistozänen Vegetations- und Landschaftsgeschichte der Zentralschweiz, Revue de Paläobiologie 8: 525-614.
- KÜTTEL, M. (1990): Der subalpine Schutzwald im Urserental – ein inelastisches Ökosystem, Bot. Helv. 100: 183-197.
- KÜTTEL, M. (1993): Pollen als Datenträger für Vegetations- und Klimageschichte, Mitt. Natf. Ges. Luzern, 33: 59-68.
- LANG, G. (1985): Palynological research in Switzerland 1925-1985 – a documentation of investigations concerning the last 15'000 years, Diss. Bot. 87: 11-82.
- LANG, G. / TOBOLSKI, K. (1985): Hobschensee - Late glacial and Holocene environment of a lake near the timberline, Diss. Bot. 87: 209-228.
- REMMERT, H. (1991): The mosaic-cycle concept of ecosystem, Ecological Studies 85: 168 S.
- SCHOCH, W.H. / PAWLIK, B. / SCHWEINGRUBER, F. H. (1988): Botanische Makroreste, Haupt, 227 S.
- SCOTT, A. E. / WILKINSON, B. (1985): Fossil assemblages of Coleoptera and Trichoptera at Lobsigensee, Diss. Bot. 72: 157-162.
- WEGMÜLLER, S. (1984): Zur Ausbreitungsgeschichte von *Buxus sempervirens* L. im Spät- und Postglazial in Süd- und Mitteleuropa, Diss. Bot. 72: 333-334.
- WEGMÜLLER, S. (1992): Vegetationsgeschichtliche und stratigraphische Untersuchungen an Schieferkohlen des nördlichen Alpenvorlandes, Denkschriften. Schweiz. Akad. Naturw. 102: 1-82.
- ZOLLER, H. (1964): Zur postglazialen Ausbreitungsgeschichte der Weissstanne (*Abies alba* Mill.) in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwesen 1964: 681-700.

GLOSSAR

anthropogen durch den Menschen verursacht

Aerosol Schwebstoffe in der Atmosphäre

Biozönos Lebensgemeinschaften

Chitin Chemischer Baustein von Aussenskeletten (z.B. Insekten)

Exine widerstandsfähige Aussenhaut der Pollenkörner

Gyttja unter Wasser abgelagertes, schlammiges Sediment mit hohem Anteil an organischem Material

limnische Sedimente Seesedimente

Makrorestanalyse Untersuchung botanischer oder tierischer Grossreste

Paläoethnobotanik beschäftigt sich mit botanischen Resten im Zusammenhang mit vor- und frühgeschichtlichen Funden des Menschen oder seiner Tätigkeit

paläoklimatisch die Klimaverhältnisse vergangener Zeiten betreffend

paläoökologisch die ökologischen Verhältnisse vergangener Zeiten betreffend

Palynologie Pollen- und Sporenkunde

Palynologe Pollen- und Sporenspezialist

Pollen Blütenstaub

Pollenanalyse Analyse des Blütenstaubes, häufig auch als Synonym für Vegetationsgeschichte basierend auf der Untersuchung des Blütenstaubes verwendet

Radiokarbonmethode Der Gehalt einer Probe am radioaktiven Kohlenstoffisotop ^{14}C wird indirekt über die Zerfälle oder direkt mittels eines Beschleunigers gemessen und dann daraus das ^{14}C -Alter berechnet. Diese Alter entsprechen nicht unbedingt Kalenderjahren, können aber mittlerweile für die letzten 10'000 Jahre entsprechend korrigiert werden.

Sedimentmatrix Grundsubstanz von Ablagerungen

taxonomische Bestimmung Bestimmung der systematischen Zugehörigkeit eines Lebewesens

Zeigerorganismen Organismen, die bestimmte ökologische Umweltbedingungen anzeigen

ADRESSE DES AUTORS

PD Dr. M. Küttel
BUWAL, Abteilung
Naturschutz
Hallwylstrasse 4
3003 Bern

AUSKUNFT

Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern
Abteilung Palynologie
Altenbergrain 21
3013 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1994

Entwicklungsgeschichte ausgewählter Moore

1 EINLEITUNG

Moore sind vierdimensionale Gebilde, denn die räumliche Entwicklung hat eine zeitliche Komponente. Das ist eine durchaus triviale Feststellung, bedeutet aber, dass die Entwicklungsgeschichte eines Moores, sollte sie einigermaßen korrekt dargestellt werden, auch entsprechend zu untersuchen ist. Diese Forderung bedeutet konkret, dass in einem Moor nicht nur eine Bohrung/Grabung mit Beschreibung der Stratigraphie und deren Datierung abzuteufen ist, sondern über das Moor hinweg ein Bohrpunktgitternetz gelegt werden müsste.

Es gibt ein Grundmuster der Moorentwicklung, welches in allen einschlägigen Lehrbüchern oder Übersichtsartikeln (z.B. MARTI, 1992) dargestellt ist und folgende Entwicklungsschritte umfasst: Abdichtung des Untergrundes, Stillwasser (Ton/Silt, Seekreide, Gytja), Flachmoor (minerogener Torf d. h. *Cyperaceae*-, *Hypnaceae*-Torf, Bruchwaldtorf), Zwischenmoor (Übergangsmoortorf) und als letztes Glied Hochmoor (*Sphagnum*-Torf). Das Grundmuster beschreibt zwar eine botanische Sukzession, ist aber gleichzeitig mit einer bestimmten Schichtenfolge der Sedimente verknüpft. Alle mitteleuropäischen Moortypen lassen sich anhand der Sedimente aus diesem Grundmuster ableiten. Die Unterschiede beruhen im wesentlichen nur auf Ausfällen einzelner Schichtglieder oder anderen Schichtfolgen (z.B. Stillwassersedimente auf Flachmoortorf infolge Höherstau etc.).

Im folgenden soll die Entwicklungsgeschichte einiger ausgewählter Moore (vgl. Abb. 1) dargestellt werden.

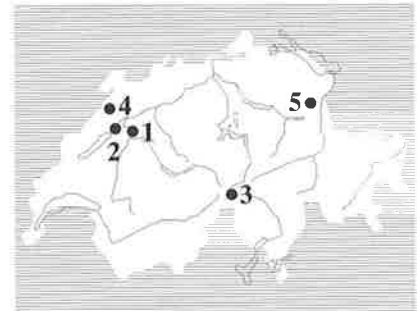


Abb. 1: Lage der Moore;

- 1 Lörmoos;
- 2 Heidenweg;
- 3 Höhenbiel;
- 4 Les Embreux;
- 5 Turbenriet, Gamperfin

2 LÖRMOOS (HOCHMOORINVENTAR NR. 71)

Das Lörmoos (Gemeinde Wohlen) ist ein kleines Moor in der Moränen- und Drumlinlandschaft nordwestlich von Bern auf 583 m ü. M. Es ist einerseits ein Beispiel für die klassische Entwicklung eines Verlandungsmoores. Andererseits gehört es aber auch zu der grossen Gruppe von Mooren, die im Schweizer Mittelland infolge von Entwässerung und der dadurch verursachten Mineralisierung von Torf und Düngung ihren nährstoffarmen Charakter weitgehend verloren haben. Der Wasserspiegel des Lörmooses wurde um 1917 abgesenkt. In der Folge verbuschte es sehr stark. Heute sind noch zwei kleinere Hochmoorpartien vorhanden (GROSSENBACHER, 1980). ZWAHLEN (1985) untersuchte das Moor mit insgesamt 45 Bohrungen entlang eines Längs- und Quertransektes.

Unter dem Lörmoos befindet sich ein Becken. Dieses ist von Glazialton ausgekleidet. Darüber lagert Tongyttja, welche von Detritusgyttja abgelöst wird. Der organische Gehalt der Tongyttja ist gering (maximal etwa 10 %) und steigt dann in der Detritusgyttja bis auf über 80 % an. Diese drei Schichten sind maximal etwa 3.5 m mächtig und überdies limnischen Ursprungs. Sie machen den Hauptteil der Beckenfüllung aus. Über der Gyttja, mit scharfer Grenze davon getrennt, liegt Riedgrastorf, vereinzelt auch Braunmoostorf. Den Abschluss bildet eine bis 1 m mächtige Schicht aus *Sphagnum*-Torf.

Aufgrund der Pollenanalysen an einem Bohrkern im Zentrum des Moores können zeitliche Angaben zur Entwicklung gemacht werden (Abb. 2). Einschränkend muss aber erwähnt werden, dass eine bestimmte Schichtgrenze nicht unbedingt über die gesamte Fläche hinweg gleichaltrig sein muss. Der Übergang von Tongyttja zu Detritusgyttja ist ins frühe Bølling zu legen. Der Flachmoortorf setzt im älteren Subatlantikum ein. Das bedeutet für den Hochmoortorf ein Alter von mehreren hundert Jahren. Das Hochmoorstadium ist somit, im Gegensatz zum gesamten Moor, vergleichsweise jung. Die Pollenanalysen haben überdies gezeigt, dass die Sedimententwicklung zumindest im analysierten Kern nicht kontinuierlich vor sich ging. Denn zwischen dem Ende der Gytjasedimentation und dem Einsetzen des Flachmoortorfes liegt eine Schichtlücke von mehreren tausend Jahren, deren Ursache unbekannt ist.

Es gibt nun Moore, welche sich ebenfalls von einem limnischen Stadium ausgehend entwickelt haben, jedoch ohne das Hochmoorstadium zu erreichen. Dazu gehört der Heidenweg am Bielersee.

Zeitliche Gliederung (chronostratigraphische Einheiten)

Holozän: Geologische Einheit, umfasst die letzten 10'000 ¹⁴C-Jahre, wird gegliedert in:

- **Subatlantikum:** 2'500 a BP - 0 a BP (0 = AD 1950)
- **Subboreal:** 5'000 a BP - 2'500 a BP
- **Atlantikum:** 8'000 a BP - 5'000 a BP
- **Boreal:** 9'000 a BP - 8'000 a BP
- **Präboreal:** 10'000 a BP - 9'000 a BP

Endabschnitt des Eiszeitalters:

- **Jüngere Dryas:** 11'000 a BP - 10'000 a BP
- **Allerød:** 12'000 a BP - 11'000 a BP
- **Bølling:** 13'000 a BP - 12'000 a BP

3 HEIDENWEG AM BIELERSEE (FLACHMOOR- INVENTAR NR. 2383)

Der Heidenweg bildet die Landverbindung zwischen Erlach und der St. Petersinsel im Bielersee auf etwa 429.5 m ü. M. Er ist eines der grössten zusammenhängenden Flachmoore im Schweizer Mittelland. Die heutige Vegetation und die Entwicklungsgeschichte wurden von AMMANN-MOSER (1975) intensiv untersucht.

Die grundsätzliche Entwicklung dieses Moores steht auch als Beispiel für viele andere, die sich in der Folge von Seespiegelabsenkungen haben bilden können (z. B. Grande Caricaie am Neuenburgersee), denn der Heidenweg tauchte erst 1872-1874 in der Folge der 1. Jura-gewässerkorrektur nach einer Absenkung des Spiegels des Bielersees um 2.15 m auf. Den Untergrund, auf dem sich nach dem Trockenfallen Flachmoorvegetation ausbreitete, bildet Seekreide, was wegen der Bildungsgeschichte nicht weiter erstaunt. Die obersten 5 - 15 cm sind in der Regel humos gefärbt. Verbreitete Pflanzengesellschaften sind Binsen-Schilfröhricht, Steifseggenried, Kopfbinsenried und Schneidebinsenried.

Die grundsätzlichen Züge der Sedimententwicklung sind recht einfach (vgl. Abb. 2). Über sandigem Lehm liegt sandiger und lehmiger Kalkseeschlamm, der dann in Seekreide übergeht. Zeitlich ist der Übergang zur Seekreide an den Beginn des Allerøds zu stellen. Der sandige Lehm hingegen gehört ins frühe Spätglazial. Die Sedimente wurden aber nicht kontinuierlich abgelagert. In allen Profilen sind nämlich Schichtlücken (Hiaten) vorhanden, die mehrere tausend Jahre umfassen. Seit der Römerzeit wurde, mit Ausnahme des allerjüngsten Abschnittes, nur Seekreide abgelagert.

Der Heidenweg ist ein Beispiel für ein ganz junges Flachmoor auf limnischem Untergrund. Das Einsetzen der Verlandung ist insofern künstlich, als es eine Folge der erwähnten Seespiegelabsenkung ist.

Flachmoore sind nicht generell jung oder gar anthropogen. Sie können auch wesentlich älter als das obige Beispiel sein. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn sie sich aus klimatischen Gründen nicht weiterentwickeln können. Das ist etwa der Fall, wenn die Temperaturverhältnisse für ein Torfmooswachstum nicht ausreichend sind. Derartige Verhältnisse herrschen in der alpinen, aber auch in der oberen subalpinen Stufe, wo sich u. a. durch Verlandung von Kleinseen

oder Weihern Flachmoore bilden konnten. Ein Beispiel dafür ist dasjenige auf dem Höhenbiel im Witenwasserental, das insofern eine Besonderheit darstellt, als es auch eine kleine Schicht Torf ombrogener Sphagnen enthält.

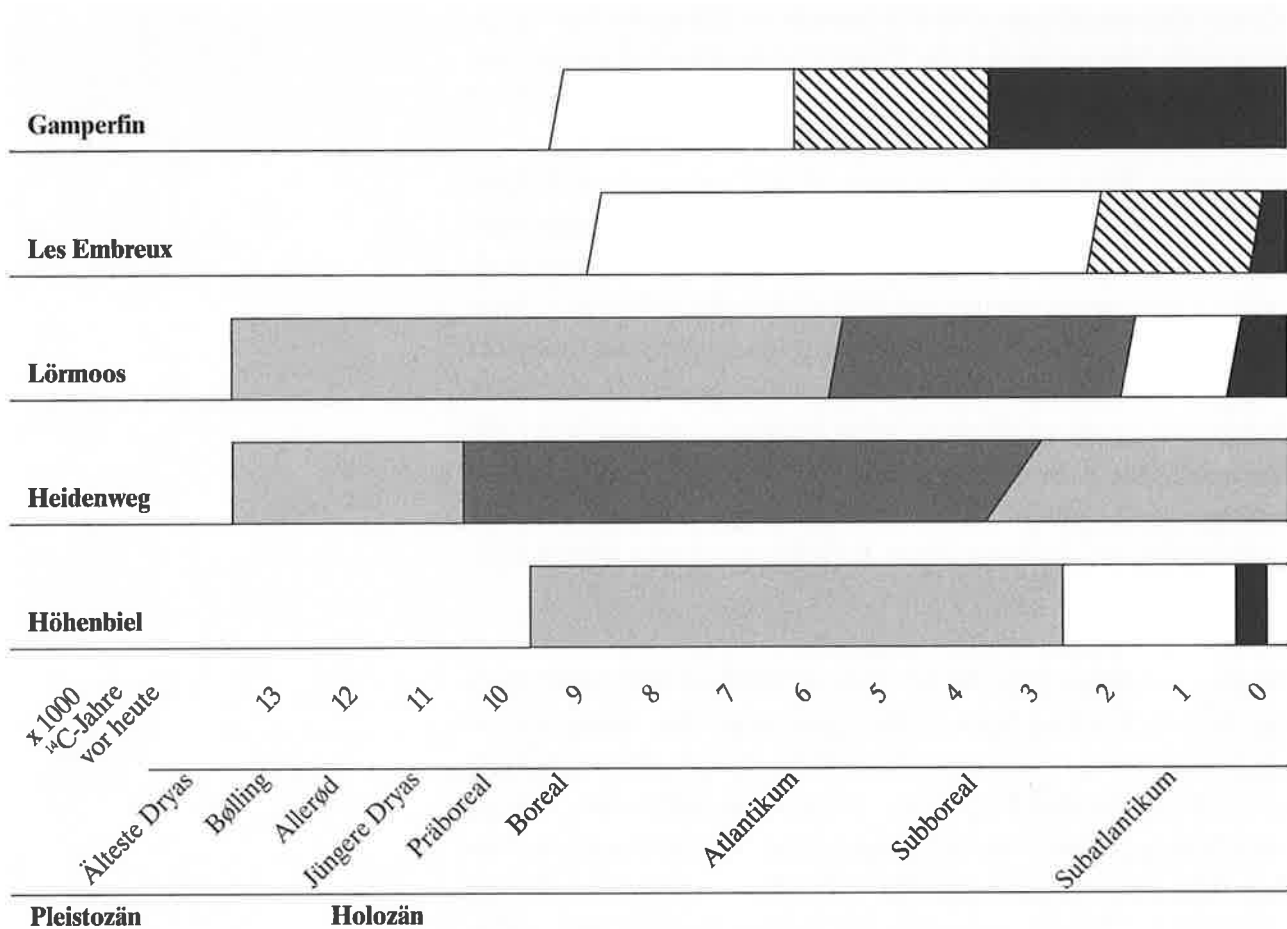


Abb. 2: Schematisierte zeitliche Entwicklung verschiedener Moore

- Stillwasser oder See/Weiher
- Flachmoor
- Zwischenmoor
- Hochmoor
- Hiatus (Schichtlücke)

4 HÖHENBIEL (REGIONALES FLACHMOOR)

Der Höhenbiel ist ein Rundhöcker auf 1970 m ü. M. im Witenwassertal, einem Seitental des Urserentales, Kanton Uri. Auf dem Rundhöcker befindet sich eine Senke, in der das Flachmoor liegt. Die Stratigraphie des Objektes wurde von KÜTTEL (1990) veröffentlicht. Die heutige Vegetation ist ziemlich gestört. Die Haabinse (*Scirpus caespitosus*) dominiert. Unsicher ist, ob sogar Torf gestochen wurde.

Das Profil aus dem Zentrum ist folgendermassen aufgebaut (vgl. Abb. 2): Über einer basalen Ton-Silt-Schicht in einer Tiefe zwischen 402 und 413 cm liegt bis 300 cm eine Gytja mit nach oben abnehmendem Mineralgehalt. Diese wird von einer Grobdetritusgytja abgelöst, welche bei 168 cm in Flachmoortorf (*Cyperaceae-Hypnaceae*-Torf) übergeht, welcher auch das Substrat der heutigen Vegetation bildet. Zwischen 20 und 55 cm, sowie 77 - 79 cm finden sich im Torf Reste ombrotropher Torfmoose.

Zeitlich gehören die basalen Sedimente (Ton-Silt) in die ausgehende Jüngere Dryas. Ab dem Präboreal nimmt der organische Anteil in der Gytja kontinuierlich zu und liegt ab dem Mittleren Atlantikum bei rund 90 %. Der Übergang von der Gytja zum Torf ist in das Subboreal zu stellen (ca. 3'200 BP). Die Schichten mit Torfmoosen fallen beide ins Subatlantikum. Seit über 3'000 Jahren ist dieses Moor also ein Flachmoor, zwischendurch noch mit Hochmooranflug.

Moore müssen nicht unbedingt durch Verlandung entstehen. Auch ein wasserundurchlässiger Untergrund kann die Moorentwicklung einleiten. Die ist gerade bei jurassischen Mooren öfters der Fall.

5 LES EMBREUX (HOCHMOORINVENTAR NR. 5)

Les Embreux liegt in den Freibergen in der Gemeinde Genevez, Kanton Jura, auf 1005 bis 1025 m ü. M. in einem von Nordost nach Südwest verlaufenden Tälchen. Das Moor wurde von HUBSCHMID & LANG (1985) untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse sind:

Die Schichtenfolge ist in allen Bohrungen recht ähnlich. Über dem tonigen Untergrund liegt Birken-Schilftorf, der in der Regel in geringmächtigen *Hypnaceae*-Torf übergeht. Dieser wiederum wird von *Scheuchzeria*-Torf überlagert, dem im zentralen Teil des Moores noch *Sphagnum*-Torf folgt. Als letztes findet sich insbesondere im randlichen Bereich, wohl infolge der Drainagen, Moorerde (mineralisierter Torf). Limnische Sedimente wurden keine gefunden.

Aufgrund der Pollenanalysen begann die Moorentwicklung im frühen Holozän (Abb. 2). Die basalen Sedimente reichen bis ins Präboreal zurück. Mehrere tausend Jahre war Les Embreux ein nährstoffarmes Birkenmoor (Birkenbruch). Gegen Ende des Subboreals entwickelte sich daraus ein offenes, braunmoosreiches Flachmoor. Ab dem Subatlantikum waren *Scheuchzeria*-Gesellschaften verbreitet (Übergangsmoor). Diese bildeten bis über 3 m mächtige Torflager. *Sphagnum*-Torfe sind anscheinend auch hier eine ganz junge Erscheinung.

Bei Les Embreux handelt es sich also um ein Hochmoor, welches aus einem Flachmoor auf wasserundurchlässigem Untergrund hervorging.

Diese Entwicklung ist in den Freibergen kein Sonderfall. Das zeigen auch die Untersuchungen von WELTEN (1964) an der Tourbière de Genevez (= La Tourbière au sud des Veaux, Nr. 4 des Hochmoorinventars). Hier findet sich unter dem Moorkörper keine Mulde, sondern sogar eine leichte Erhebung, die die Umgebung um 1 bis 2 m überragt. WELTEN fand an der Basis des Moores nicht einmal eine nennenswerte Bruchtorf- oder Flachmoortorfschicht. Dagegen liegt *Sphagnum*-Torf (maximal 130 cm mächtig) direkt auf der Verwitterungsoberfläche der Oxford-Tone. Die Hochmoorbildung hat erst im jüngeren Holozän gegen das Ende des Subboreals eingesetzt.

An sich ist es schon sonderbar, dass sich in einem Kalkgebirge wie dem Faltenjura recht häufig Moore finden (s. GRÜNIG et al., 1986, S. 40). GERBER & MONTBARON (1990) sind der Frage nach dem

Zusammenhang zwischen den geologisch-tektonischen Strukturen und der Ausdehnung und Entwicklung von Hoch- und Übergangsmooren in den östlichen Freibergen nachgegangen. Sie fanden eine enge Bindung von Mooren an bestimmte Gesteinsformationen. Es handelt sich dabei insbesondere um Oxford-Tone und -Mergel aufgebrochener Antiklinalen (Isoklinaltäler), sodann weiter um tertiäre lehmige oder tonige Mergel, die fladenförmig in Synklinalen liegen. Torfmoore auf quartären Sedimenten sind im Jura die Ausnahme. Wesentlich ist nun die Begrenzung der Hochmoore durch angrenzende Karstbildung. Das heisst, das seitliche Wachstum dieser Moore ist durch verkarstungsfähiges Gestein, in dem sich Dolinen entwickeln, begrenzt. Hochmoore bilden sich in den Freibergen demzufolge in hydrologischen Kamm- oder Sattellagen. Sie entstehen hier nicht aus Verlandungsmooren.

Ursprünglich eigenständige Moore können im Verlaufe des flächenhaften Wachstums zu einem Ganzen zusammenwachsen. Ein Beispiel dafür ist das Turbenriet, Gamperfin.

6 TURBENRIET, GAMPERFIN (HOCHMOORINVENTAR NR. 150)

Das Turbenriet auf Gamperfin, Gemeinde Grabs, SG, liegt im Oberen Toggenburg auf 1300 bis 1350 m ü. M. Seine laterale Ausbreitung und sein vertikales Wachstum wurden mit 43 Bohrungen, angelegt in einem Raster von 50 m Seitenlänge bestimmt (FÄH, 1986; SCHNEEBELI et al., 1989; SCHNEEBELI, 1991). Ausser einem Standardprofil an der tiefsten Stelle mit den mutmasslich ältesten Sedimenten an der Basis, wurden die basalen Schichten der einzelnen Rasterpunkte, sowie Proben aus verschiedenen Tiefen entlang von zwei Transekten pollenanalytisch untersucht. Zusätzlich wurden 10 Proben des Standardprofils ¹⁴C-datiert (AMS-Daten an *Eriophorum vaginatum*-Fasern).

Der Untergrund des Turbenrietes, eine 3 bis 20 % geneigte Hangschulter, besteht aus Amdener-Mergeln, überdeckt durch eine lehmig-tonige Grundmoräne. Das Moor wird hangparallel von drei Moränen durchzogen, die allerdings nicht bis an die Oberfläche treten und sich im Relief nur schwach abzeichnen.

Die Schichtsequenz des 510 cm langen Standardprofils in der Mulde hinter dem untersten Moränenwall beginnt unten mit 8 cm Ton mit Steinchen aus kristallinem Material (Abb. 2). Darüber ist bereits organischer Detritus beigemischt. Der Hauptteil der Sedimentsäule besteht aus *Cyperaceae*-Torf, ab einer Tiefe von 272 cm mit wesentlichem Anteil an Braunmoosen. Ein wichtiger Torfbildner war insbesondere *Eriophorum vaginatum*. Ab 157 cm werden diese von Torfmoosen abgelöst. Der Wechsel vom Flachmoor zum Übergangsmoor ist nicht eindeutig feststellbar, denn merkwürdigerweise findet sich das Scheidige Wollgras, heute eine Hochmoorart, zusammen mit Schilf, also einer eindeutigen Flachmoorart. Ab 337 cm wurden auch Reste von der Schlammsegge und der Blumenbinse nachgewiesen, d.h. also Schlenken- oder Übergangsmoorarten.

Eine eindeutige limnische Phase fehlt. Das Moor scheint sich auf einem Gleyboden oder sehr seichtem Tümpel im Präboreal entwickelt zu haben. Übergangsmoorarten tauchen ab etwa 6'650 a BP auf, die Torfmoose ab etwa 4'200 a BP.

Interessant ist die räumliche Ausbreitung des Moores (Abb. 3). Die

3.2.2

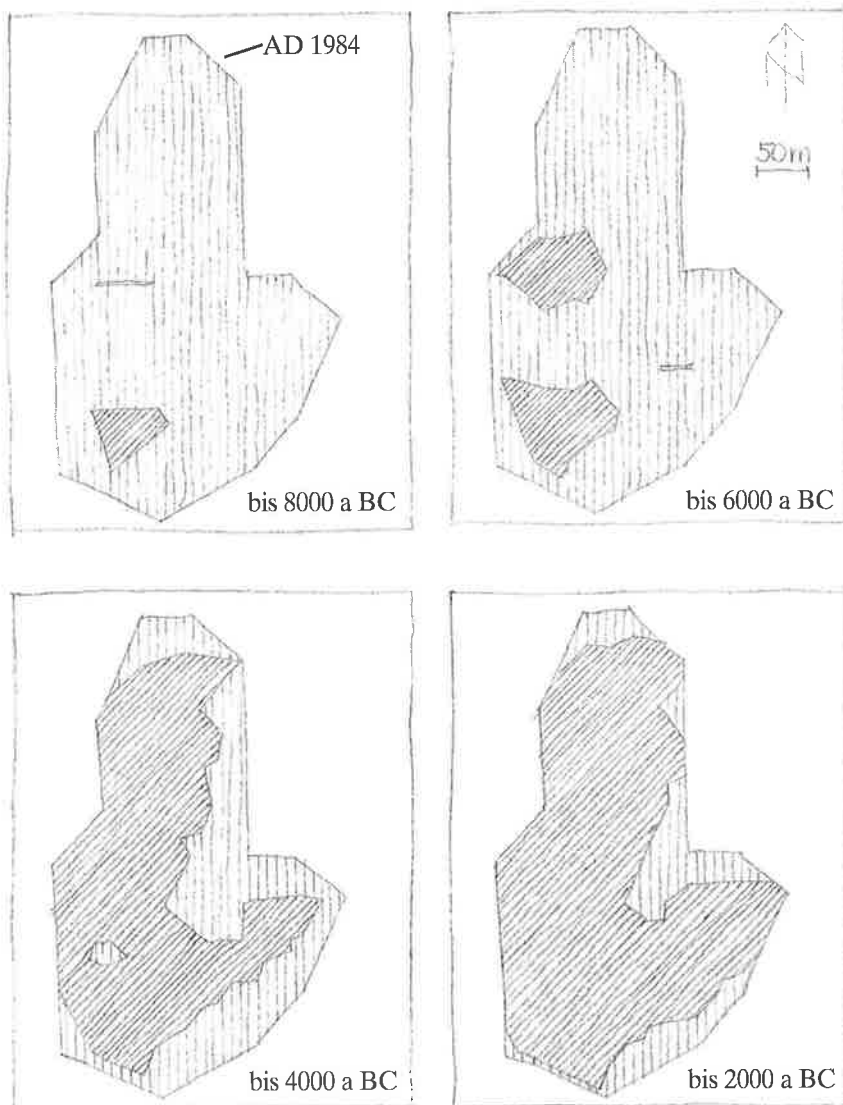


Abb. 3: Flächenhafte Entwicklung des Turbenrietes, Gamperfin. Umzeichnung aus SCHNEEBELI (1991), kalibrierte ^{14}C -Daten.

 Turbenriet 1984
 Moor

Moorbildung begann in einer Mulde bergwärts der untersten Moräne im Präboreal. Ein weiterer Initialpunkt entstand etwas später in der Mulde hangwärts der nächsthöheren Moräne. Ein drittes, allerdings viel undeutlicheres Zentrum liegt, nochmals jünger, in der höchstgelegenen Mulde. Diese verschiedenen Zentren entwickelten sich bevorzugt hangaufwärts, vereinigten sich mit der Zeit und wuchsen weiter vertikal. Eine unbeschränkte Ausdehnung des Moores wird im Westen durch einen Bach, im Osten durch Schlucklöcher und im Norden und Süden durch steile Hänge verhindert. Durch die geschilderte Art des Wachstums hat sich das Moorzentrum und somit auch der am stärksten vernässte Teil, welcher zu Beginn des Wachstums im frühen Holozän in der untersten Mulde lag, hangaufwärts verschoben.

7 ANTHROPOGENE FLACHMOORE IN DEN ALPEN

Die Flachmoore der nördlichen Flyschalpen machen einen Grossteil der heutigen Moore der Schweiz aus. Umso bemerkenswerter ist es, dass über ihre Entstehung wenig bekannt ist. Einige sind sicher Degradationsstadien von Hochmooren oder Verlandungsstadien. Viele jedoch wurzeln auf Gleyböden. MAX WELTEN (mdl.) hat in den 70er Jahren die Vermutung geäussert, dass etliche ihre Entstehung der Alpweiderodung verdanken. Er ging davon aus, dass Rodung die Evapotranspiration verringerte, in der Folge sich auf den staunassen Böden der Wasserüberschuss nochmals erhöhte und sich deshalb Flachmoorvegetation ausbreiten konnte. Diese Interpretation scheint logisch. Entsprechende Untersuchungen stehen aber noch aus.

LITERATUR

AMMANN-MOSER, B. (1975): Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beiträge zur geobot. Landesaufn. Schweiz 56: 1-76.

FÄH, J. (1986): Erste Ergebnisse der Untersuchung zur Entwicklung eines Hangmoores im Oberen Toggenburg (Kanton St. Gallen). Telma 16: 23-30.

GERBER, E. / MONTBARON, M. (1990): Les tourbières du Jura plissé septentrional dans leur cadre morpho-structural. Cahiers de l'Institut de Géographie de Fribourg (Suisse) Nr. 7: 31-44.

GROSSENBACHER, K. (1980): Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: eine Übersicht. Mitteilungen Natf. Ges. Bern N. F. 37: 81-130.

GRÜNIG, A. / VETTERLI, L. / WILDI, O. (1986): Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen, Ber. Nr. 281: 1-62.

HUBSCHMID, F. / LANG, G. (1985): Les Embreux - Holocene environments of a mire in the Swiss Jura mountains. Diss. Bot. 87: 115-125.

KÜTTEL, M. (1990): Zur Vegetationsgeschichte des Gotthardgebietes. Mitt. Natf. Ges. Luzern 31: 99-111.

MARTI, K. (1992): Zu den Begriffen "Hochmoor", "Flachmoor" und "Moorlandschaft". Handbuch Moorschutz in der Schweiz, Band 1, Beitrag 2.1.1, 16 S.

SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Diss ETH Zürich Nr. 9366, 133 S.

SCHNEEBELI, M. / KÜTTEL, M. / FÄH, J. (1989): Die dreidimensionale Entwicklung eines Hanghochmoores im Toggenburg, Schweiz. Vierteljahresschrift Natf. Ges. Zürich 134: 1-32.

WELTEN, M. (1964): La Tourbière de Genevez. Mitteilungen Natf. Ges. Bern N. F. 21: 67-73.

ZWAHLEN, R. (1985): Lörmoos - Late-glacial and holocene environments of an ancient lake on the central Swiss Plateau. Diss. Bot. 87: 171-184.

GLOSSAR

AMS-Daten: radiometrische Altersbestimmung durch Messung des Gehaltes am Kohlenstoffisotop ^{14}C mittels Beschleunigungs-Massenspektrometrie

Antiklinale: Geologische Struktur, Faltensattel

Gyttja: limnisches Sediment überwiegend aus mehr oder weniger stark zersetztem organischem Material bestehend (Mudde)

Hiatus: Schichtlücke

Hypnaceae: Braunmoose

Isoklinale: Geologische Struktur, Falte mit parallelen Schenkeln

Limnische Sedimente: Seesedimente

Oxford: geologische Einheit, Stufe des Jura

Stratigraphie: Schichtbeschreibung

Synklinale: Geologische Struktur, Faltenmulde

ANSCHRIFT DES AUTORS

PD Dr. M. Küttel
BUWAL
Abteilung Naturschutz
3003 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1996

Nutzungsgeschichte der Flachmoore in der Schweiz

1 JEDES MOOR HAT SEINE NUTZUNGSGESCHICHTE

Dieser Beitrag versucht, anhand von Beispielen die Brücke zwischen individueller Moornutzungsgeschichte und heutigem Erscheinungsbild der Moore zu schlagen. Aus verschiedenen Blickwinkeln werden die Auswirkungen der wichtigsten Nutzungen auf die Pflanzen- und Tiergemeinschaften der Flachmoore beleuchtet. Ziel ist es, zusammengetragene Erkenntnisse über die Auswirkungen alter Nutzungen auf Moore verfügbar zu machen. Die Auseinandersetzung mit den früheren und noch aktuellen Moornutzungsformen soll dazu anregen, die jeweilige Nutzungsgeschichte in eine möglichst angepasste Nutzung, Erhaltung und Gestaltung der Moore einfließen zu lassen.

Lange Zeit und verstärkt ab einsetzendem 19. Jahrhundert war die Moornutzung, teilweise durch materielle Not bedingt, eng in einen wirtschaftlichen Gesamtrahmen eingebettet. Die wirtschaftliche Bedeutung der Moore erreichte im Zeitraum von 1850 bis anfangs des 20. Jahrhunderts ihren Höhepunkt. Demgegenüber verloren die Moore in den letzten drei Jahrzehnten zum grössten Teil ihre ökonomische Bedeutung.

2 VERSCHIEDENE FORMEN DER MOORNUTZUNG

2.1 Weidenutzung

Nach RINGLER (1981) hatten die Moore seit jeher generell bloss eine Puffer- und Reservefunktion im Weidesystem grossflächiger Nutzungseinheiten. Die ertragsschwachen und mineralstoffarmen Moore rangieren bei den Weidetieren an letzter Stelle. Im Falle eines Weidesystems dienen sie jedoch als "Überdruckventil". Eine zu hohe Belastung der Moore ist daher Ausdruck einer Übernutzung oder unpfleglichen Beweidung der eigentlichen Alpflächen.

Beispiel Oberiberg: Beweidung mit überlagerter Streuenutzung

Die Moorlandschaft der Ibergeregge (Nr. 25, SZ), eine typische Landschaft der Flysch-Region, zeichnet sich aus durch eine schachbrettartige Verteilung von Hoch- und Flachmooren in Lichtungen des subalpinen Fichtenwaldes. Zur Holzgewinnung für die Glashütte im schwyzerischen Küssnacht wurden be-

trächtliche Flächen gerodet. Ein grosser Teil der Rodungsflächen wurde der Weide- und Streuenutzung zugeführt.

Vor allem die Flachmoore unterlagen bis in unser Jahrhundert hinein einer für damalige Verhältnisse intensiven Beweidung mit überlagerter Streuenutzung (HÖHN-OCHSNER, 1936). Im Frühjahr wurde das stark vermoorte Gebiet zwischen Furgelstock und Münster mit weit über 1000 Schafen bestossen. Dasselbe Gebiet war jeweils vom Sommer bis im Herbst dem Weidegang durch Rinder (Galtvieh) zugänglich. Von Mitte September an wurde die noch stehengebliebene Riedstreue gemäht und zu Tristen aufgeschichtet.

Eine direkte Folge dieser intensiven Mehrfachnutzung war die auffällige Kurzrasigkeit der Hangmoore. Gewisse Flachmoorpflanzen zeigten ungewöhnlichen Zwergwuchs. Der starke Viehtritt und die lokale Übernutzung veränderten teilweise die Abflussverhältnisse in den Hangmooren, was sich in Wasserstauungen und in eigenartigen Flachmoorausbildungen (Abbaustadien) zeigte. Infolge der natürlichen Düngung durch die Weidetiere konnten stickstoffliebende, bestandesfremde Arten (z.B. Goldpippau) einwandern. Die Übernutzung der in erster Linie als Weide- und Streueflächen dienenden Flachmoore äusserte sich in einem geringen Streueertrag (Mangel an Langstreue). Daher wurde zur Beweidung und Streuegewinnung vermehrt auch in Wald- und Hochmoorgebiete ausgewichen.

2.2 Streue- und Heunutzung

Streuwiesen (meist Flachmoore) sind alte Kulturbiotope, die sich dank regelmässigem Schnitt über eine lange Zeit als Dauergesellschaften erhalten haben.

Noch anfangs des letzten Jahrhunderts waren viele Flachmoore im Mittelland Allmenden mit Weidenutzung. Nach FRÜH / SCHRÖTER (1904) dienten Moore schon *“seit uralten Zeiten als Pferdeweiden”*, was Pferdehufeisen und Hufeisen als häufige Einschlüsse in Torfmooren sowie für Sümpfe gebräuchliche Lokalnamen wie *“Rossboden”* oder *“Rossriet”* belegen. Überdies wurden in solchen Gegenden früh schon Riedgräser als Rossfutter und Stallstreu gesammelt.

Der um 1800 im Mittelland weit verbreitete Getreidebau lieferte einen grossen Anteil an der benötigten Stallstreu. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts brach dieser zusammen. Die Eisenbahn erleichterte die Einfuhr von billigem Getreide aus dem Osten (STEBLER, 1892). Die Bauern stellten daher vom Ackerbau auf die einträglichere Viehwirtschaft um. Der Bedarf nach anderen Streuequellen machte sich in Form einer eigentlichen Streuenot bemerkbar: Einen ausgezeichneten Ersatz für das fehlende und fast unbezahlbare Getreidestroh lieferte die Riedstreue, nach der nun eine grosse Nachfrage entstand. In der Folge wurde den Bauern empfohlen, dafür geeignete

Sümpfe, aber auch nasse Fettwiesen durch Einpflanzen oder Einsäen von Riedgräsern und durch Bewässerung in ertragreiche Streuwiesen (Grosseggen- und Pfeifengrasrieder) umzuwandeln (STEBLER, 1892 und 1898). Aus den einstigen Allmenden des Mittellandes entstanden bis zur Jahrhundertwende und später noch die uns bekannten Streuwiesen. Überschüssige Streue der besten Streueproduktionsgebiete (Linthebene, St. Galler Rheintal, Glattal, u.a.) wurde vor allem in Graswirtschaftsgebiete mit hohem Streuebedarf (Toggenburg, Zürcher Oberland, Appenzell) exportiert und im Preis sehr hoch gehandelt.

Auch in den Voralpen wurde die Streuenutzung ausserordentlich wichtig. Mancherorts, etwa im Eriz (Hochtal oberhalb Steffisburg, Kanton Bern) oder in Innerrhoden, wurden grössere, früher beweidete Alpkomplexe neu als Streuwiesen genutzt. Die Riedstreunutzung war dabei (im Toggenburg oder im Oberen Emmental) noch bis in unser Jahrhundert hinein in ein System der Nutzung vielfältiger Streumaterialien wie Farnstreu, Bergahornlaub, Weideunkräuter, Borstgras, Heidekraut, Torfstreu, Waldstreu und Sägespäne eingebunden (STEBLER, 1903).

Für weite Teile des Alpenraumes ist über den Stellenwert der Streuegewinnung wenig bekannt. Grössere Streueflächen gab es sicher in den Talböden der grossen Alpentäler (Rhone-, Rhein- und Tessintal). Im unteren Prättigau (in Fanas, Fideris, Luzein) wurden um die Jahrhundertwende Teile der Alpen oder Allmenden als Streuwiesen genutzt (STEBLER, 1898). Im Lugnez, am Heinzenberg oder auch im Goms bestand eine eher untergeordnete Nutzung darin, vom Vieh nicht genutzte Rieder auf Weiden oder zwischen den Heuwiesen abzumähen und als Streue zu verwenden. Mancherorts wurden sogenannte Sauerheuwiesen je nach Futterangebot mal als Heu, mal als Streue genutzt (STEBLER, 1897).

Im Jura waren Streuerieder, abgesehen vom streuereichen Vallée de Joux oder vom Berner Jura mit kleineren Streueflächen, eher rar.

Was zur Zeit der Streue-Hochkonjunktur noch "ertragreiches Streuland" war, verwandelte sich in den zwanziger Jahren im Zeichen der mit Bundesmitteln geförderten Meliorationen der Kriegsjahre zum ungeliebten "Morast" (AMSTUTZ / KÄMMLEIN, 1988). Das Interesse an der Streuenutzung verringerte sich in erster Linie im gesamten Mittelland, während es in gewissen Voralpenregionen (Innerschweiz, Toggenburg) teilweise bis in die heutige Zeit Bestand hat. Im Mittelland konnten sich vor allem die schwer entwässerbaren Riedgebiete halten (BUNDESAMT FÜR FORSTWESEN, 1983).

Beispiel Böschen, Unterer Greifensee (Greifensee/Schwerzenbach, ZH): Gestaffelte Streuenutzung

Bis ins 18. Jahrhundert wurden die Moor- und Riedwiesen im Glattal überwiegend als Viehweiden genutzt. Erst seit etwa 1850 bewirtschafteten die Bauern diese Rieder, vor allem infolge des damals stark gestiegenen Streubedarfs, einseitig als Streuflächen (WINKLER, 1936). Die Riedstreuegewinnung wurde auf kleinbäuerlicher Basis bis 1965 betrieben, dann stellten die Landwirte den Schnitt der Streuflächen aus wirtschaftlichen Erwägungen, nicht zuletzt wegen den teilweise sehr kleinparzellierten Eigentumsverhältnissen (Gemeinde Greifensee), ein. Streuwiesen, die zu verbuschen begannen, wurden später vom Naturschutz weitergepflegt. Im Gemeindegebiet Schwerzenbach werden heute grössere Streueparzellen wieder von Landwirten bewirtschaftet.

Folgende äussere Faktoren bestimmten die kleinbäuerliche Praxis der Streuenutzung und trugen unbeabsichtigt zu vielfältig strukturierten Moorbiotopen und damit zur heutigen Artenvielfalt im Gebiet Böschen bei (ANDRES et al., 1987):

- Dünger war knapp, so dass sich die Bauern zur Erhaltung eines gleichbleibenden Ertrages den pflanzeninternen Nährstoffkreislauf zunutze machten. Deshalb erfolgte der Streueschnitt in der Regel nach Ablauf des Entwicklungszyklus der jeweiligen Hauptstreupflanzen im Herbst: in Seggenstreuwiesen ab September, in Pfeifengraswiesen ab Ende Oktober oder anfangs November. Spätblühende Arten (Lungenenzian, u.a.) konnten absamen.
- Infolge der Kleinparzellierung erfolgte die Bewirtschaftung kleinflächig und individuell.
- Auch stark versumpfte oder ungünstig gelegene Flächen wurden – von Hand, mit Pferd oder Ochs, später mit leichtem Einachsmotormäher – bewirtschaftet. Insbesondere dürfte die früher verbreitete Beweidung etwa seit der Jahrhundertwende auf Streuwiesen vermieden worden sein, da der weiche Boden der Trittschäden wegen kaum zu mähen gewesen wäre.
- War ein Bauer mit dem “Emden” spät dran oder hatte er noch einen genügend grossen Streuvorrat in der Scheune, blieb eine Streueparzelle auch einmal für ein Jahr ungenutzt. Umgekehrt konnte ein Arbeitsloch oder Futtermangel im Sommer den Bewirtschafter auch zu einem verfrühten Schnitt veranlassen. Gewisse Riedwiesen wurden überhaupt erst im Winter gemäht.

Dank dieser mosaikartigen Nutzung haben sich ausserordentlich reichhaltige Riedwiesen mit einem breiten Spektrum verschiedener Flachmoorgesellschaften erhalten. Die Abfolgen der Verlandung sind stellenweise vom Röhricht bis zu den trockenen Streuwiesen lückenlos erhalten. In den selten gewordenen Kopfbinsenriedern und Pfeifengraswiesen kommen allein ein Dutzend verschiedener Orchideen-Arten und typische Arten wie die Schwarze Kopfbinsse, der Teufelsabbiss, das Sumpfstudentenröschen und der Lungenenzian vor.

Beispiel Neeracher Ried (ZH): Streuenutzung mit Bewässerung

Das Neeracher Ried bildet zusammen mit dem Steinmaurer Ried, dem Neerer und Stadler See den letzten grossen Überrest des einst 3-4 km² umfassenden, verlandeten Sees im Zungenbecken des Rhein-Linth-Gletschers. Es bildet heute mit 101 ha das grösste Flachmoor des nördlichen Mittellandes.



Abb. 1: Kanal im Neeracher Riet
Foto: E. Mühlethaler

Urkunden aus dem 15. bis 17. Jahrhundert belegen, dass das Neeracher Ried als Allmend für den Weidgang beansprucht wurde. Streitigkeiten um Weidrechte zwischen den am Ried teilhabenden Gemeinden und der steigende Landhunger führten zur Aufteilung des Allmendbesitzes im Jahre 1800. Damit, so darf vermutet werden, begann die Nutzung des Riedes als Streuland.

Da die Streueproduktion im Ried von Überschwemmungen der nahen Fliessgewässer Glatt und Fischbach abhängig war, liessen Gewässerkorrekturen im Umland des Riedes die Befürchtung aufkommen, der geschätzte Streueertrag könnte gemindert werden. In der Folge wurde 1891 zur besseren und produktiveren Streubewirtschaftung des Riedes ein ausgeklügeltes Be- und Entwässerungssystem eingerichtet. Mit Kanälen und Schleusen konnten einzelne Teile des Riedes be- und entwässert werden. Der Bewässerungsrhythmus war in einem Schleusenreglement festgelegt und an einem möglichst hohen Streueertrag der überwässerten Riedwiesen orientiert (VETTER, 1989; vgl. Abb. 1). Heute steht die Bewässerung nicht mehr primär im Dienste der Streuenutzung, sondern ist auf den Fortbestand der von ihr abhängigen ausgedehnten Grosseggenrieder sowie der offenen Wasserflächen (Kanäle, Teiche) ausgerichtet.

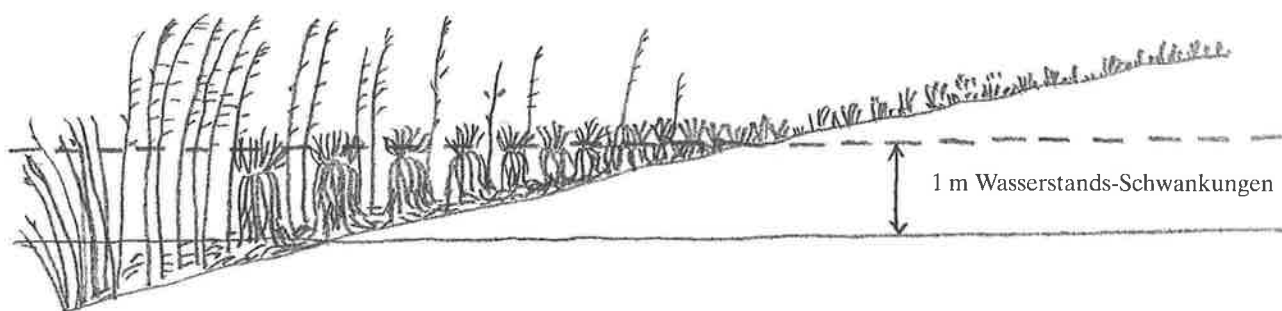
Infolge der künstlichen Bewässerung fehlen dem Ried Kleinseggengesellschaften weitgehend (vgl. Abb. 2). Grössere Pfeifengraswiesen im Wechsel mit Halbtrockenrasen, Hochstaudenriedern und weiteren Grosseggenriedern kommen einzig in dem vom Staubewässerungsregime unbeeinflussten südlichen Teil des Riedes vor. Diese im Frühling seicht überwässerten Gebiete trocknen im Sommer aus.

Seit 1890, der Einführung des "neuen" Wasserregimes, sind gemäss verschiedenen Quellen (Ch. Glauser, mündl. Mitt.) weite Teile des Riedes stark "verbuldet"; Das Ried wies früher offenbar bedeutende Kleinseggengriedflächen auf. Überdies sollen die Grosseggen-Bulten ("Pfudis") heute mächtiger ausgebildet sein. Die Wasserstandsschwankungen haben das Wachstum der Steifsegge stark gefördert.

Der Zufluss von stark nährstoffhaltigem Wasser aus der Umgebung (KLÖTZLI, 1967) hat dazu beigetragen, dass abgesehen von einigen künstlich angehobenen Wasserflächen, alle grösseren offenen Wasserstellen und sämtliche früheren Torfstiche weitgehend verlandet sind. Schilfröhrichte nehmen von Jahr zu Jahr grössere Flächen ein.

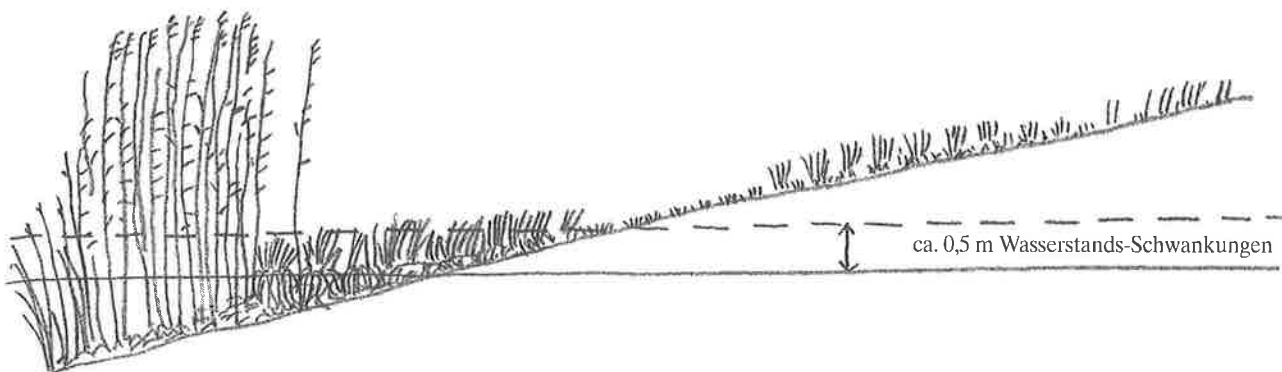
SCHEMA DER ZONIERUNG IM NEERACHER RIET

Seebinsen- Röhricht Schilf- Röhricht Steifseggen- Ried Pfeifengras- Wiese Trespens- Halbtrockenrasen



NORMALE STREUWIESEN-ZONIERUNG

Seebinsen- Röhricht Schilf- Röhricht Grosseggen- Ried Kleinseggen- Ried Pfeifengras- Wiese Trespens- Halbtrockenrasen



Das Neeracher Ried gehört zu den letzten grossen Streuwiesenkomplexen mit grossflächiger Staubewässerung, wie sie zur Zeit der Jahrhundertwende für viele Flachmoore des Schweizer Mittellandes typisch war. Die ausgedehnten Grosseggenbestände machen neben der Vielfalt weiterer Flachmoorgesellschaften den botanischen Wert des vor allem als Vogelschutzreservat berühmten Gebietes aus.

Die teilweise radikalen Wechsel im Wasserstand haben zu sehr spezifischen ökologischen Anpassungen der im Ried lebenden Kleintierwelt geführt. So tragen die kleinen, aber tiefen, von der Wasserabsenkung nicht so stark betroffenen Gewässer (Kanäle, Weiher und wassergefüllte Senken), in hohem Masse zur Vielfalt der Libellenfauna bei. In dem flächenmässig weit bedeutenderen, im Herbst und im Winter grösstenteils trockenen Grosseggenried können dagegen nur einige wenige, zum Teil seltene Spezialisten grössere lebensfähige Populationen aufbauen (MÜLLER, 1987). Ihnen ist gemeinsam, dass sie als Ei überwintern und ihre Entwicklung innerhalb der darauffolgenden Vegetationsperiode vollenden. Dagegen finden die Libellenarten, deren Larven ein- oder mehrmals überwintern, in dem im Winterhalbjahr trockenfallenden Grosseggenried keine Entwicklungsmöglichkeit (vgl. Abb. 3).

Abb. 2: Zonierungsschema des Neeracher Rietes. Als Folge der künstlichen Bewässerung fehlen im Neeracher Riet die Kleinseggenrieder weitgehend. Der Zufluss stark nährstoffhaltigen Wassers hat zudem die Ausbreitung des Schilfröhrichts begünstigt.

Quelle: Verändert nach ELLENBERG / KLÖTZLI (1967)

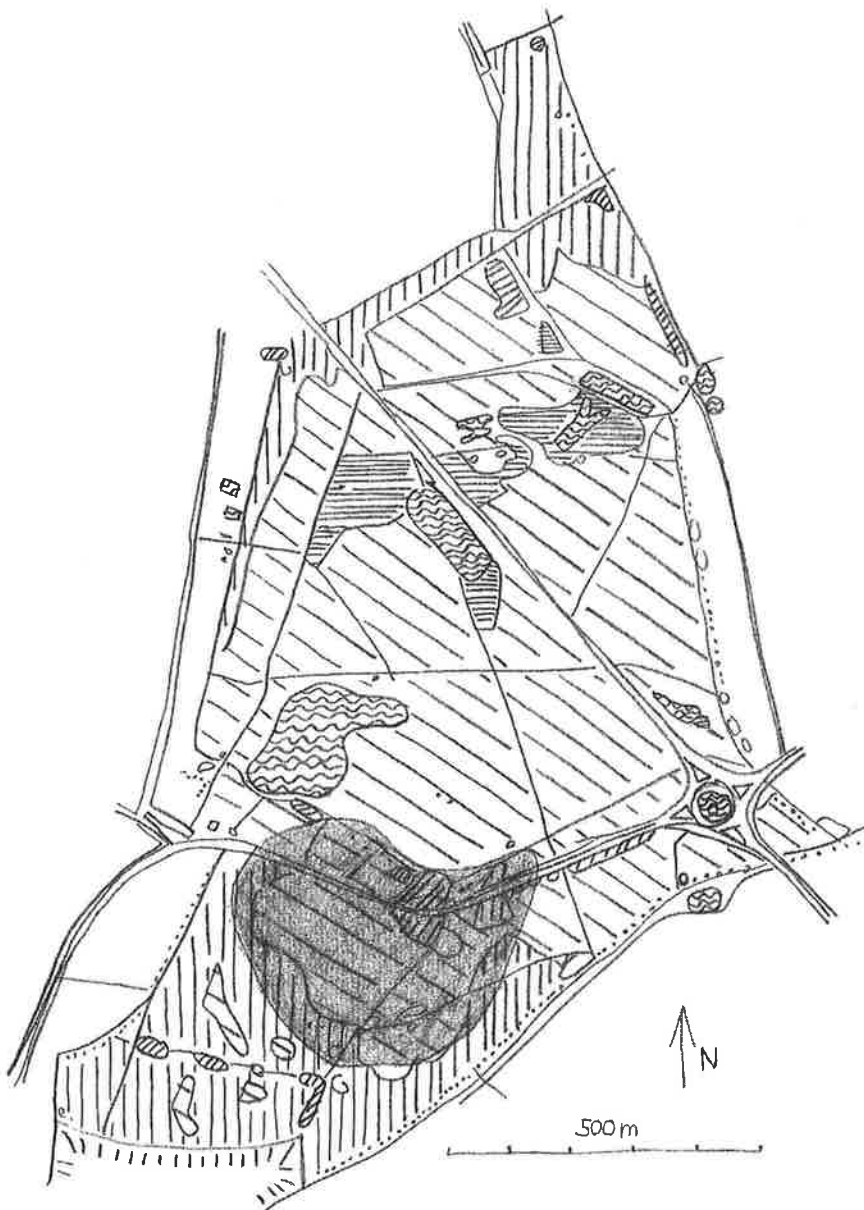


Abb. 3: Vegetation und Vorkommen der Gefleckten Heidelibelle im Neeracher Ried. Die den Wasserstandsschwankungen gut angepasste Blutrote Heidelibelle kommt im künstlich bewässerten Nord- und Zentralteil häufig vor, während sie im Südteil bedeutend seltener ist. Ihre anfangs September auf feuchten bis trockenen Untergrund abgelegten Eier können die herbst- und winterliche Trockenperiode gut überdauern. Die nahe verwandte Gefleckte Heidelibelle legt ihre Eier im Sommer an Stellen ab, die im Herbst bereits wieder mit Wasser bedeckt sind. Dies ist für das Überleben ihrer Larven im Winter wichtig. Diese Art kommt in starken Populationen ausschliesslich im Grosseggienried des Südteils vor, wo der Einfluss der künstlichen Überstauung nicht mehr vorhanden ist.

-  Wald, Bäume Gebüsch
-  offene Wasserflächen
-  (Schilf-) Röhricht
-  Grosseggienried
-  Hochstaudenried, Pfeifengraswiesen, Halbtrockenrasen
-  Vorkommen der Gefleckten Heidelibelle

Quelle: Verändert nach SCHINZ et al. (1977) und MÜLLER (1987)

2.3 Torfabbau in Flachmooren

In der "Hochblüte" des Torfabbbaus wurde in fast allen Mittellandmooren Torf gestochen. Im alpinen Raum wurde dagegen nur vereinzelt (z.B. am Oberalp; Abb. 4) Flachmoortorf ausgebeutet. Der Torfabbau hat einerseits seltene Moortypen (Schwingrasen) begünstigt, indem Initialstadien der Verlandung geschaffen wurden. Andererseits sind, beispielsweise im sehr nassen Neeracher Ried, zum Missfallen der übrigen Riednutzer, "bodenlose" Moorteile entstanden. In vielen



Fällen hat der Abbau zur Moorzerstörung geführt. Im Falle des Bannrietes SG hat das Schollenstechen ein Nebeneinander von verschiedenen Sekundärgesellschaften mit vielfältigen Strukturen für Pflanzen und Tiere entstehen lassen.

Abb. 4: Auch im alpinen Raum wurde vereinzelt Torf gestochen. Das Bild zeigt einen Torfstich am Oberalp. Foto: E. Mühlethaler

Beispiel Bannriet/Spitzmäder: Torfabbau überlagert mit Streuenutzung

Das gewaltige Isenriet bei Altstätten (SG), nach FRÜH/SCHRÖTER (1904) eines der grössten Flachmoore im Schweizer Mittelland, umfasste zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch ca. 35 Quadratkilometer. Heute beträgt der Riedanteil mit einer extensiv genutzten, vielfältigen Kulturlandschaft nur noch rund 1,6% der ehemaligen Flächen des Isenriets. Diese Überreste sind hauptsächlich im Torfabbaubereich der Gemeinden Altstätten und Oberriet erhalten. Die Nutzungsgeschichte des Isenriets ist geprägt von der natürlich fortschreitenden Verlandung und den jahrhundertelangen Anstrengungen zur Trockenlegung. Bis weit ins 19. Jahrhundert hinein wurden die nicht ackerfähigen Rieder und Bruchwälder teils als Weideland für Rindvieh und namentlich für Pferde benutzt. Einzig im trockeneren Randbereich des Isenriets wurden Mais und Kartoffeln angepflanzt. Die im Jahre 1771 erfolgte Aufteilung der rheintalischen Allmend unter die aus den Höfen entstandenen Gemeinwesen brachte die einschneidende Umstellung in der Riednutzung. Von da an wurde ein grosser Teil des Isenriets zur Streuegewinnung benutzt. Schon kurz nach 1700 setzte im Rheintal auch die Gewinnung von Brenntorf ein. Allgemein gebräuchlich wur-

de sie jedoch erst gegen 1800 (STEINMÜLLER, 1804). Während auf der Eschmann'schen Karte des Kantons St.Gallen aus den Jahren 1840-46 Torfhütten fast vollständig fehlten, zählte Fröh 1896 schon mehr als 100 Hütten. FRÜH (zitiert in SIEBER, 1983) meint dazu: *“Im St. Galler Rheintal war der Torf jedenfalls um die Mitte des 18. Jahrhunderts als Brennmaterial bekannt. 1767 wurden beispielsweise ‘Schollen’ oder ‘Turben’ für die Pfarrkirche Widnau gestochen und 1771 soll aus dem Isenriet bereits eine Menge Torf abgeführt worden sein.”*

Der Abbau von Industrietorf setzte im Rheintal viel später, gegen Ende des 19. Jahrhunderts, ein. Im Gegensatz zu anderen Gegenden der Schweiz wurde auch der Industrietorf bis 1965 ausschliesslich von Hand gestochen.

Die Nutzungsgeschichte hat die Artenvielfalt des Isenrietes beeinflusst. Lichtliebende Steppenpflanzen, hochalpine Arten und solche der Busch- und Föhrenwälder konnten in die trockeneren, zur Verbuschung neigenden Streuwiesen dieses tiefliegenden Moores einwandern und sich darin behaupten (M. Kaiser, mündl. Mitt.). Dies hat wesentlich zum berühmten Pflanzenreichtum der von alpinen Gebieten eingerahmten Rheintalmoore beigetragen. Durch die Abtorfung wurde die Biotopvielfalt noch erhöht. Die Torfstichgebiete zeichnen sich aus durch ein Mosaik von hoch- und tiefliegenden Riedparzellen, von unterschiedlich stark abgetorften Flächen mit trockenen bis sehr nassen Standortbedingungen. Das Spektrum umfasst verschiedenste Besiedlungsstadien. Neben den Torfstichparzellen haben sich einzelne Riedstreifen mit typischen und seltenen Pflanzenarten der ehemals grossflächigen Streuwiesen erhalten. Auf frisch abgetorften Flächen, Torflagerplätzen oder an vegetationslosen Grabenrändern können sich Rohbodenpioniere, ruderalen Pionierarten und sogenannte Ackerunkräuter ansiedeln. Zahllose, durch den Torfabbau bedingte Saumgesellschaften mit Vertretern aus verschiedensten Vegetationseinheiten bilden vielfältige Übergänge. In den Mooren Bannriet und Spitzmäder wurden bisher insgesamt 431 Pflanzenarten nachgewiesen.

Die vielfältigen Strukturen spielen zudem eine wichtige Rolle für die Tierwelt. Von besonderer Bedeutung sind die Torfstichgräben für alle in irgend einer Weise ans stehende Wasser gebundenen Arten. Bemerkenswert sind etwa die Vorkommen des Teich- und Kammolches sowie des Laubfrosches.

Durch die bisherige vielfältige Nutzung wurde ein vielen Arten entsprechendes Angebot an sich schnell verändernden Lebensräumen erhalten (VEREIN PRO RIET RHEINTAL).

3 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zwischen der traditionellen Nutzung der Moore, namentlich der Streuenutzung, und den naturschützerischen Ansprüchen an die Moorpflege besteht in vielen Belangen eine Übereinstimmung. Dies gilt für den moorspezifisch angepassten Schnittzeitpunkt, das mosaikartige Nutzungsmuster und die gestaffelte Mahd. In den höheren Lagen kann auch eine massvolle extensive Weidenutzung den Zielen der Moorerhaltung sehr nahekommen.

Die traditionelle Moornutzung war in bestmöglicher Weise in die betriebswirtschaftlichen Abläufe eingebunden und entsprach der heute wieder diskutierten Zielvorstellung einer in Bezug auf die Intensität differenzierten, naturnahen Nutzung auf 100% der Betriebsfläche.

Langjährige Sonderformen der Bewirtschaftung, Übernutzungen und in ihren Auswirkungen sogar irreversible Nutzungen brachten Sonderformen der Vegetation bzw. Nischen für Naturwerte mit sich, welche heute erhaltenswert sind.

Anders als zu Zeiten der traditionellen Moornutzung mit ihren Sonderformen, herrschen heute veränderte Eigentumsverhältnisse und betriebswirtschaftliche Rahmenbedingungen vor. Insbesondere fehlt der wirtschaftliche Zwang zur Nutzung der Moore. Im Interesse der Moorerhaltung müssen aber die traditionellen Nutzungsformen weitergeführt und weiterentwickelt werden. Es gilt daher, nach neuen Wegen zu suchen, um die Moore wieder in geschlossene Kreisläufe von Nutzungs- und Pflegesystemen einzubinden. Mit der Abgeltung ökologischer Sonderleistungen aus öffentlicher Hand wurde ein erster wichtiger Schritt in diese Richtung getan.



Abb. 5: Zerfallene Streuhütten sind Ausdruck für das schwindende Interesse der Landwirtschaft an der Streuenutzung.

Foto: M.F. Broggi

LITERATUR

- AMSTUTZ, P. / KÄMMLEIN, B. (1988): Der Landschaftswandel in der Linthebene. In: Bund Schweiz. Landschaftsarchitekten (Hrsg): Naturschutzkonzept Kaltbrunner Riet, anthos spezial 1, Zürich, 104 S., 1 farbige Vegetationskarte.
- ANDRES, F. / BOSSHARD, A. / STROHMAYER, S. / WOHLGEMUTH, T. (1987): Der Einfluss einer kurzzeitigen Brache in einem anthropogenen Kleinseggenried auf Aspekte von Boden, Mikroflora, Vegetation und Fauna. Gedanken über den naturschützerisch optimalen Zustand. Post-Diplomarbeit, Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 375 S.
- BUNDESAMT FÜR FORSTWESEN (Hrsg., 1983): Unterhalt von Feuchtgebieten in der Schweiz, Wegleitung zur Bewirtschaftung von Streuwiesen und Verwertung von Streu, Bern, 75 S. + Anhang.
- ELLENBERG, H. / KLÖTZLI, F. (1967): Vegetation und Bewirtschaftung des Vogelreservates Neeracher Riet. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 37: 88-103, Vegetationskarte im Anhang.
- FRÜH, J. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz - mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., 3. Lief., 751 S., 1 Moorkarte der Schweiz 1:530'000.
- HÖHN-OCHSNER, W. (1936): Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46: 365-411.
- KLÖTZLI, F. (1967): Umwandlung von Moor- und Sumpfgesellschaften durch Abwässer im Gebiet des Neeracher Riets. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel, Zürich, 37: 104-112.
- MÜLLER, A. (1987): Die Libellen, Heuschrecken und Tagfalter des Neeracher Riedes (1985/86). Unveröff. Mskr. z.H. der ALA (Schweiz. Ges. für Vogelkunde und Vogelschutz), 17 S.
- RINGLER, A. (1981): Die Alpenmoore Bayerns – Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept, Ber. d. Akad. f. Naturschutz Landsch.-Pflege 5: 4-98, Laufen / Salzach.
- SCHINZ, J. / MÜLLER, W. / BÖHLMANN, J. (1977): Die Vogelwelt des Neeracher Rieds und seiner Umgebung. Vjschr. der Natf. Ges. in Zürich, 122: 413-439.
- SIEBER, R. (1983): Torfstechen im Rheintal. Drei Länder – ein aussterbendes Handwerk. Verlag Büchel Druck AG, Oberriet, 93 S.
- STEBLER, F. G. (1892): Die Anlage und Behandlung der Streuwiesen und der Werth der verschiedenen Streumaterialien. Zürich, ohne Verlagsangabe. 34 S.
- STEBLER, F. G. (1897): Beiträge zur Kenntnis der Matten und Weiden der Schweiz. XI. Die Streuwiesen der Schweiz, Landw. Jahrbuch der Schweiz 11: 1-84.
- STEBLER, F. G. (1898): Die besten Streuepflanzen. IV. Teil des Schweizerischen Wiesenpflanzenwerkes. K.J. Wyss, Bern, 148 S.
- STEBLER, F. G. (1903): Alp- und Weidewirtschaft. Parey-Verlag, Berlin, 240-242.
- STEINMÜLLER, J. R. (1804): Beschreibung der Schweizerischen Alpen- und Landwirtschaft: Zweites Bändchen, welches die Alpen- und Landwirtschaft des Kantons Appenzell und der St. Galler Bezirke Rheintal, Sar und Werdenberg enthält.
- VEREIN PRO RIET RHEINTAL (Hrsg.): Grundlagen und Perspektiven zum Schutze der Torfstichlandschaft Bannriet/Spitzmäder im St. Galler Rheintal. Unveröff. (prov.) Manuskript.
- VETTER, R. (1989): Das Neeracher Ried (1. Teil). Neujahrsblatt der Gemeinde Neerach, 1-52.
- VETTER, R. (1990): Das Neeracher Ried (2. Teil). Neujahrsblatt der Gemeinde Neerach, 1-42.
- WINKLER, E. (1936): Veränderungen der Kulturlandschaft im zürcherischen Glattal. Mitt. der Geogr.-Ethnogr. Ges. in Zürich 36: 4-163.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Erich Mühlethaler, dipl. Geograf
Encarden 51
7152 Sagogn (GR)

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1994

Nutzungsgeschichte der Hoch- und Übergangsmoore

3.2.4



Abb. 1: Moorlandschaft La Chaux d'Abel (BE / JU): Torfbahngeleise und Torfstichgrube im Bergföhrenhochmoor.

Foto: E. Mühlethaler

1 BEDRÄNGTE ZEUGEN DER URLANDSCHAFT

Hochmoore gehören zu den letzten noch lebenden Zeugen unserer Urlandschaft. Die primären Hochmoore sind natürliche, abgesehen von der Trittbelastung durch Weidetiere weder land- noch forstwirtschaftlich genutzte Lebensräume; sie bedürfen in der Regel auch keiner Nutzung.

Die sekundären Hochmoore sind in erster Linie durch Entwässerung, Torfausbeutung und/oder extensive landwirtschaftliche Nutzung geprägt worden. Knapp zwei Drittel der schweizerischen Hochmoorflächen sind sekundär. Sie bedürfen zu ihrer Erhaltung meist einer extensiven landwirtschaftlichen Nutzung, da sie fast immer durch eine künstliche Wasserabsenkung gestört sind und sonst verwalden oder verbuschen würden. In den meisten Fällen sind entweder eine Streubewirtschaftung oder schonende, selektive Entbuschungen erforderlich.

Die Beeinträchtigung oder Zerstörung der Hochmoore ist in vielen Fällen eine Folge ihrer Nutzungsgeschichte.

2 TORFABBAU

Eine jahrhundertelange Beweidung hatte viele schweizerische Wälder schon im 16. Jahrhundert in katastrophaler Weise ruiniert. Nachdem die aufkommende Handels- und Gewerbetätigkeit sowie ein explosionsartiges Bevölkerungswachstum im 17. Jahrhundert zu grossen Kahlschlägen und zur fast völligen Vernichtung weiter Waldgebiete geführt hatten, wurde insbesondere im Mittelland und in den Voralpen das Holz - der wichtigste Baustoff und Energieträger - knapp. Johann Jakob Scheuchzer, Stadtarzt in Zürich, beschrieb 1712 erstmals das "unterirdische Holz" (Torf) in den mächtigen Torflagern des Amtshauses Rüti (Zürcher Oberland) und empfahl dessen Ausbeutung zu Brennzwecken (FRÜH / SCHRÖTER, 1904).

Dieser Rat wurde von den Klöstern mit ihrem grossen Grundbesitz bald einmal befolgt. Die Gewinnung von Brenntorf setzte in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts in den verschiedenen Mooregebieten der Schweiz vorerst zögernd ein, um dann gegen Ende des Jahrhunderts mit der Aufteilung der Allmenden immer intensiver zu werden. Die fortschreitende Technisierung im 19. Jahrhundert erfasste auch die bis dahin von Hand praktizierte Torfstecherei: Vor allem im Zeitraum 1850 bis 1920 rückte man den Torfmooren maschinell kräftig zu Leibe (PROBST et al., 1923).

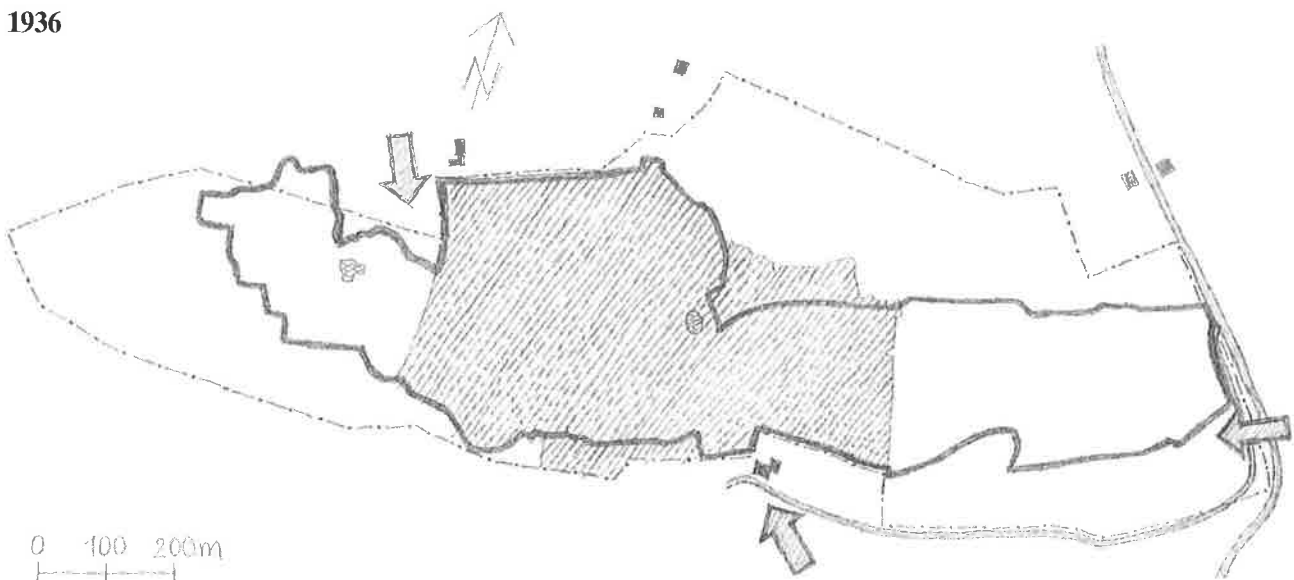
Bis weit ins 20. Jahrhundert wurde - und wird noch immer - in der Schweiz zur Gewinnung von Brenntorf und weiteren Torfprodukten Torf gestochen. Einen letzten Höhepunkt erlebte die Torfmoorausbeutung im Zweiten Weltkrieg, als die Kohle- und Erdölimporte

Abb. 2: Karte des Hochmoors von Les Pontins (BE). Eingezeichnet sind die Grenzen der Torfausbeutung, wie sie aus dem Luftbild ersichtlich sind (1936 und 1951).

Quelle: Verändert nach BUTTLER et al. (1983)

-  Abbau im 19. und anfangs des 20. Jahrhunderts
-  Abbau während des 1. Weltkrieges
-  Hauptsächliche Abbauggebiete
-  Reservatsgrenze

1936



zusammenbrachen. Im Rahmen der Anbauschlacht (WAHLEN, 1946) wurden zudem viele Moore einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt.

Das Torfstechen für den eigenen Bedarf wurde erst mit dem Aufschwung der privaten Waldwirtschaft und mit der Einfuhr billiger Brennstoffe unrentabel (SIGG, 1989; WILDERMUTH, 1974).

Beispiel Hochmoor Les Pontins: Industrieller Torfabbau mit tiefen Narben

Das Plateau des Pontins mit der Tourbière des Pontins (1'100 m ü.M., Kanton Bern) befindet sich südwestlich von St. Imier.

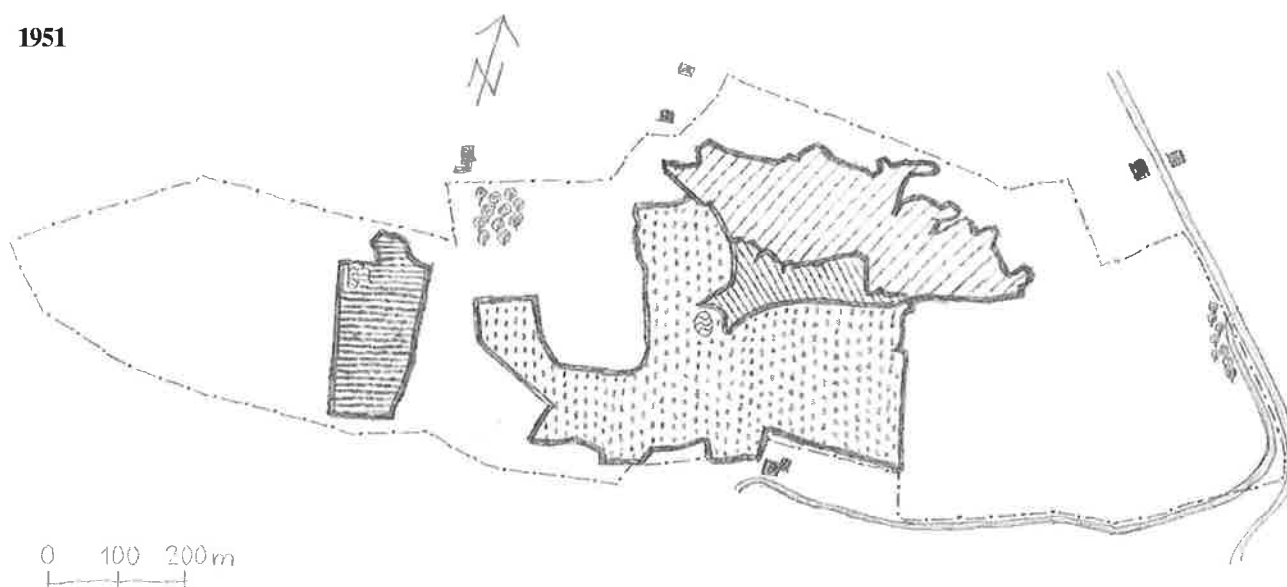
Das 25 Hektaren grosse Hochmoor erstreckt sich westlich der Kantonsstrasse St. Imier-Neuchâtel und gliedert sich in drei unterschiedlich vom Torfabbau betroffene Parzellen. Vom ursprünglichen Hang-Hochmoor ist lediglich eine grössere Partie im Westen als primäres Bergföhrenhochmoor einigermassen intakt geblieben (BUTTLER et al., 1983).

Im 19. und anfangs des 20. Jahrhunderts wurde, mit Ausnahme des nie berührten Westteils und des nordöstlichen Bereichs im Zentralteil, nahezu das ganze Hochmoor (während den Weltkriegen auch maschinell) ausgebeutet. Im Ersten Weltkrieg wurde v.a. im Moorzentrum Torf gestochen. Im Zweiten Weltkrieg wurde der Bereich östlich des Etang central durch die Entnahme von 4 bis 5 m Torf bis auf den Kreideuntergrund restlos ausgebeutet und gleichzeitig ein Torfstichweiher ausgehoben, der den heutigen Etang de la Cerlière bildet. Die ursprünglichen Randgehölze wurden vermutlich nur gerodet.

Zwischen 1943 und ca. 1954 wurden in der zentralen Ebene bedeutende Mengen Torf für gartenbauliche Zwecke entnommen. Letzte Torfentnahmen fanden im Zeitraum 1975-76 statt (BUTTLER et al., 1983). Der Kanton Bern stellte 1947 das noch intakte Bergföhrenhochmoor unter Schutz und erklärte später das ganze Moor, abgesehen von Randbereichen, zum Naturschutzgebiet.

-  nur Rodung
-  Abbau bis auf die Kreideschicht
-  Abbau im Grabenbereich des Etang de la Cerlière
-  Abbau im Bereich der zentralen Ebene (Gartentorf ab 1943)
-  Grenzen des Abbaus
-  Pflanzungen
-  Reservatsgrenze

1951



Das Hochmoor Les Pontins ist, ähnlich wie das Hochmoor La Chaux-des-Breuleux (vgl. Abb. 3), ein Lehrbuch-Beispiel für das Studium vielfältigster Abbaustadien, die ein ursprüngliches Bergföhrenhochmoor vom Ausgangszustand über verschiedene Zwischenstufen bis hin zur kaum reversiblen Zerstörung durchlaufen hat. Die individuelle Nutzungsgeschichte der einzelnen Hochmoorparzellen lässt sich anhand der heutigen Vegetation teilweise gut zurückverfolgen. Vor dem Ergreifen allfälliger Regenerationsmassnahmen gilt es abzuschätzen, welche Hochmoorteile besonders selten oder wertvoll (typisch ausgeprägt, artenreich) sind und im aktuellen Zustand erhalten werden sollen. Von BUTTLER et al. (1983) werden die primären Hochmoorelemente Bergföhrenhochmoor und Schwingrasen (Grande Mare) als unbedingt erhaltenswert eingestuft. In den abgebauten Hochmoorbereichen ist das Wasser möglichst wirkungsvoll zurückzuhalten, beispielsweise durch den Aufstau von Drainagegräben. Dadurch werden sowohl neue Wasserflächen wie auch ein Beitrag zur Wiederherstellung eines für das Hochmoor günstigen Milieus geschaffen. Flächen mit Hochmoorvegetation sollten jedoch nicht überstaut werden. Eine Abklärung der hydrologischen Verhältnisse und der Nährstoffflüsse zwischen Umgebung und Moor müsste jedenfalls allen Bemühungen vorangehen.

Beispiel Bändlerried, Drumlin-Moorlandschaft Wetzikon-Hinwil: Vom einstigen Hochmoor zur Torfstich-Streuwiesen-Moorlandschaft

Die Moore des Bändlerrieds entstanden durch die Verlandung eines ehemaligen Gletscherrandsees (WILDERMUTH, 1974).

Schon vor dem Zeitalter der Torfgewinnung nutzten die Bauern das Moorgebiet. Sie trieben das Vieh in die Sumpfwälder, deren Baumbestand sich dadurch zusehends auflockerte. Sie legten am Rande des Moores Bohnen- und Hanfäcker sowie Pünten (Gärten) an. Im Jahre 1725 begannen die Unterwetziker im Bändlerried nach Torf zu graben (ZOLLINGER, 1980). Die Torfnutzung war anfangs durch die Zuteilung von Turbenlosen streng geregelt. Mit der wachsenden Zahl von Torfstechern geriet sie jedoch ausser Kontrolle. Der Torfexport an den Zürichsee und anderswohin wurde deshalb in vielen Oberländer Dörfern, so 1747 auch in Unterwetzikon, verboten. Torf durfte nur noch für den Eigenbedarf gegraben werden.

Holzangel, Textilkrise und Hungerjahre kennzeichneten das ausgehende 18. Jahrhundert im Zürcher Oberland. Der Rückgang des Getreidebaus und die Verlagerung auf die Graswirtschaft begünstigten die Torfgewinnung: Die "leere" Zeit zwischen Heuet und Emdet verlockte den Kleinbauern zu einer verdienstbringenden Nebenbeschäftigung. Auf der Suche nach dem "schwarzen Gold" wurde fast jeder Sumpf durchwühlt (Abb. 4). Seinen Höhepunkt erreichte der Torfabbau um ca. 1900.

Die Torfgewinnung und der Weidegang des Viehs vertrugen sich in den meisten Moorgebieten sehr schlecht. Der Aufkauf der Weiderechte durch die am Torf interessierten Riedbesitzer gab grünes Licht für die Ausbeutung des Oberhöfler Riedes, eines der ergiebigsten und qualitativ besten Torflager des Oberlandes. Im Zeichen eines wahren "Goldrausches" schossen im ganzen Ried die Turpenhütten wie Pilze aus dem Boden. Eine erneute Blütezeit erlebte der Torfabbau während der beiden Weltkriege.

Abgebaut wurde teilweise bis zum Grundwasserspiegel: Im Hinwiler und Oberhöfler Ried, wo die Mächtigkeit der Torfschicht einst viele Meter be-



trug, konnten fünf oder mehr Stiche untereinander gewonnen werden. Um an den begehrten Torf zu gelangen, rückten die Türpler den Nagelfluh- und Moränenriegeln, welche die Sümpfe aufgestaut hatten, mit Pickel, Brecheisen und Schwarzpulver zu Leibe, um die Abflussrinnen einzutiefen oder neue zu schaffen.

Die Torfausbeutung bewirkte eine völlige Veränderung des ursprünglichen Reliefs. Das Niveau der sich einst bis zu den heutigen Waldrändern hochwölbenden Torfschichten wurde um mehrere Meter abgesenkt. Die einstigen Hochmoore präsentieren sich heute als flache, tiefgelegene Riedmulden mit überwiegender Flachmoorvegetation. Die fortschreitende Torfabenkung führte sogar dazu, dass sich die Wasserscheide im Oberhöfler Ried um einen ganzen Kilometer nach Südosten verschob und das Wasser des einst gegen Südwesten entwässernden Rietes heute gegen Norden abfließt.

Mit der Abtorfung veränderte sich auch die Vegetation vollständig. Der ehemals in den Drumlintälchen stockende Moorwald verschwand bis auf kleine Reste. Durch Torfabbau, Weidegang, Streuenutzung, Acker- und Futterbau entstanden Torfstiche, Heidemoorparzellen, Ried-, Acker- und Wiesland. Das ehemalige Bändler-Hochmoor wurde durch den Torfabbau völlig zerstört und seine Moorvegetation auf ein früheres Sukzessionsstadium zurückgesetzt. Bei der Abtorfung entstanden zahlreiche Torfstichweiher, die später verlandeten. Weil sich das Niveau der Mooroberfläche durch den Abbau der Torfschichten erheblich senkte, erreichten die Pflanzen mit ihren Wurzeln den Grundwasserspiegel. Zunächst siedelten sich hauptsächlich Flachmoorpflanzen an. Da und dort erheben sich infolge fortschreitender Verlandung

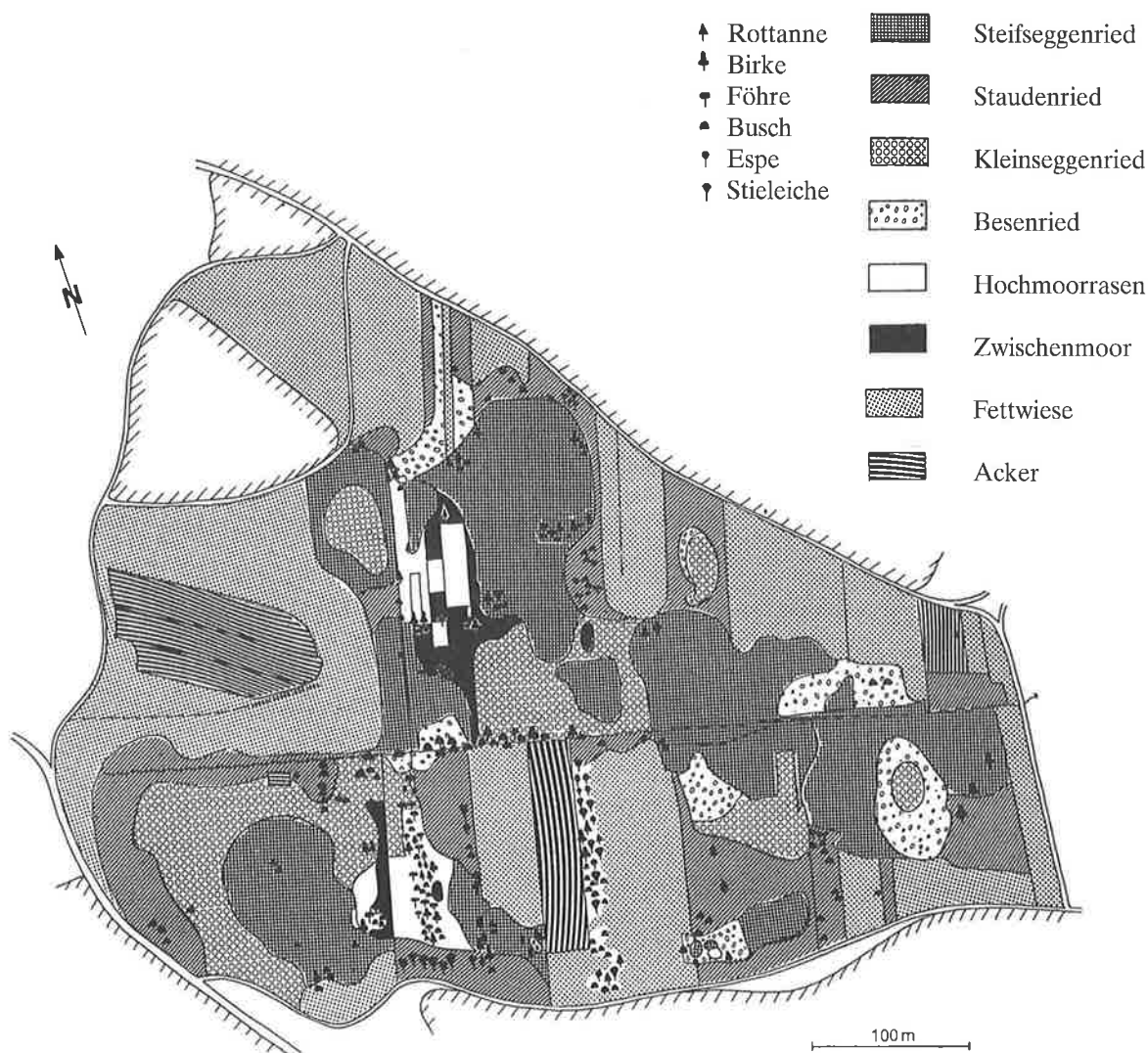
Abb. 3: Abbaustadien im Hochmoor La Chaux-des-Breuleux (JU / BE). Der nicht abgetorfte (gerodete) Moorbereich im Vordergrund ist ausgetrocknet, während sich in der stark abgebauten Moorpartie (hinten) Flachmoorvegetation (Schnabelseggenbestand) eingestellt hat. Foto: E. Mühlethaler

bereits einzelne Partien über den Grundwasserspiegel, und es bilden sich Zwischenmoorbereiche. An einigen Stellen hat sich wieder eine charakteristische Hochmoorvegetation eingestellt.

Das Vegetationsmosaik (Abb. 4) ist nahezu ein Abbild der Besitzverhältnisse. Die scharfen und gerade verlaufenden Grenzen der einzelnen Pflanzengesellschaften entsprechen vielfach den Grundstücksgrenzen. Die Parzellen wurden unterschiedlich tief abgebaut. Viele Grundstücke wurden regelmäßig zur Streuegewinnung gemäht, andere verbuschten. Heute werden fast nur noch die trockeneren Geländeteile landwirtschaftlich genutzt. Einzelne Riedparzellen wurden in artenarme Fettwiesen oder Äcker umgewandelt. In deren Nachbarschaft ist die Riedvegetation durch Einschwemmung von Düngestoffen bedroht, was sich an den Hochstaudensäumen zeigt. Andere Riedwiesen oder verlandete Torfstichweiher haben sich bewaldet oder sind, z.B. im Hinwiler Ried, aufgeforstet worden (WILDERMUTH, 1974 und 1983; WILDERMUTH et al., 1982).

Abb. 4: Vegetationskarte des Bändlerriedes. Auffallend sind die scharfen und gerade verlaufenden Grenzen der einzelnen Pflanzengesellschaften; sie entsprechen vielfach den Grundstücksgrenzen.

Quelle: WILDERMUTH (1974)



3 WEIDENUTZUNG

Weite Gebiete der Voralpen und Alpen wurden seit Jahrhunderten in höchste Lagen hinauf genutzt. Die Hochmoore inmitten von Alpweidegebieten hatten in Zeiten niedriger Viehdichten wohl immer nur eine sehr geringe Bedeutung für die Berglandwirtschaft (RINGLER, 1981). Auch heute noch sind die wenigen verbliebenen Hochmoorflächen aufgrund ihres hohen Wasser- und Säuregehaltes und ihrer entsprechend geringen pflanzlichen Produktion landwirtschaftlich kaum nutzbar. Die Bestossung vieler Alpen hat erst in neuerer Zeit - mit der Sömmerung von "Pensionsvieh" aus dem Unterland - manchenorts derart massiv zugenommen, dass das Vieh gelegentlich in Hochmoorflächen ausweicht oder, in krassen Fällen, darin eingezäunt wird. Heutige Hochleistungsrinder sind zudem schwerer als ältere Rassen und verursachen entsprechend stärkere Trittschäden (vgl. Band 2, Beiträge 3.1.1 und 3.1.2). Die Belastung der Hochmoore durch die Weidenutzung hängt auch oft von der Lage oder der Begehrbarkeit der Hochmoorflächen ab. Dabei spielen die Weideführung (Grösse der Schläge, Zaunführung) und das Angebot an Tränkestellen auf den umliegenden Weideflächen eine Rolle. Am wenigsten beeinträchtigt durch das Weidevieh sind voralpine oder alpine Hochmoore, welche am Rande von bevorzugten Weideflächen liegen.

4 STREUENUTZUNG

Nicht nur in Flachmooren, sondern auch in Hochmooren wurde Streue genutzt, so vor allem in Moorlandschaften mit gemischter Weide- und Streuenutzung (Flyschgebiet der Zentralschweiz, Toggenburg) oder in Gebieten mit bedeutender Streueproduktion (Torfmoore bei Einsiedeln, Breitried). Die traditionelle Streuenutzung in den nassen Torfmooren erforderte in der Regel besondere Sorgfalt und die Wahl angepasster Mittel, um die Streue ins Trockene zu bringen (Arbeit von Hand, unter Einsatz von Zugtieren oder leichtem Gerät). Mit dem Übergang von der traditionellen zur maschinellen Streuenutzung steigt die Tendenz zu dichter resp. tieferer Drainage. Das Regenerationspotential gestörter Hochmoore wird dadurch beeinträchtigt. Die Streuegewinnung hat das Vegetationskleid von ursprünglichen sowie von vorgängig abgetorften Hochmooren häufig grundlegend verändert.

Beispiel Hochmoor Totmoos (Giswil, OW)

Die Streuenutzung bestimmt das Aussehen des Totmooses. In diesem sekundären Hochmoor im Gebiet von Glaubenbüelen (Obwalden) ist ein stark durch Mähbewirtschaftung geprägter Torfmoos-Rasenbinsenbestand ausgebildet (DIETL, 1972; GRÜNIG et al., 1984). Der 130 Aren umfassende Hochmoorkomplex weist keine Bult-Schlenken-Struktur auf. Die Vegetation setzt sich aus Hoch- und Flachmoorarten (Rasenbinse, Scheidiges Wollgras, Rosmarinheide, Schnabelsegge, Sternsegge, u.a.) zusammen und ist reich an Torfmoosen. Der regelmässige Schnitt sorgt für grossflächige Gleichförmigkeit und verhindert die Entstehung von Torfmoos-Bulten sowie das Aufkommen von Bergföhren und Zwergsträuchern. Dafür hat sich eine künstliche Dauergesellschaft mit Flachmoorarten (Braunsegge, u.a.) eingestellt (HÖHN-OCHSNER, 1936). Die Torfmoose hingegen werden durch Weidetiere laufend zertrampelt. Inmitten des Torfmoos-Rasenbinsen-Hochmoores finden sich kleinflächige Zwischenmoor-Schlenken mit Blutsumpfauge und Blumenbinse. Die traditionelle Streuenutzung ist zur Erhaltung dieses Moores weiterhin erwünscht, die Beweidung ist hingegen einzustellen.

5 FORSTLICHE NUTZUNGEN

Im Zuge der grossen Waldrodungen zwischen Spätmittelalter und der Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auch die ursprünglichen Bergföhrenhochmoore kaum verschont. Das vielerorts betriebene Schwenden (Roden, Abbrennen) von Bergföhren war Wegbereiter für die Beweidung oder die Streuenutzung der Moore. Auf nachfolgend beweideten oder gemähten Hochmoorflächen konnte sich nur ausnahmsweise wieder ein Bergföhrenbestand entwickeln. Das Aufkommen von einzelnen, flachwurzelnenden Fichten auf den beweideten Hochmooren war meist kein ebenbürtiger Ersatz für die festigende Kraft und den Erosionswiderstand ursprünglicher Bergföhrenbestände. Mit dem Schwenden und vor allem der nachfolgenden Bestossung mit Weidevieh setzte die Erosion der Hochmoortorfkörper ein, in erster Linie in Gebirgsmooren (RINGLER, 1981). Aufforstungen und Entwässerungen im Rahmen von forstlichen und wasserbaulichen Projekten haben oft bis in die jüngere Zeit zur Vernichtung von wertvollen Bergföhrenhochmooren und Bergföhrenmoorwäldern (so etwa im Flyschgebiet von Obwalden) beigetragen.

Durch das Schwenden der Bergföhren und durch anschliessende Beweidung wurde die Hochmoorvegetation stark degradiert. Vielfach erinnern einzig die auf Flachmooren stockenden Bergföhren an die früheren Bergföhrenhochmoore.

6 NEBENNUTZUNGEN

Schon Ende des 16. Jahrhunderts empfahl Abt Ulrich von Einsiedeln, "sumpfige Teile der Allmende" mit Gemüse zu bepflanzen. Jedenfalls waren im 18. Jahrhundert überall "Moorgärten" oder "Kabisäcker" bekannt. Man traf sie vom Rheintal bis in die Waadt und von den Juratälern bis in die Voralpen auf 900 bis 1100 m an. Um die Jahrhundertwende wurden verschiedene Kohlarten, Kartoffeln, Rüben, seltener Hafer, Sommergerste, Roggen, Emmer, Korn, Erbsen, Bohnen, Hanf oder sogar Raps in geeigneten Moorbereichen angepflanzt (FRÜH/SCHRÖTER, 1904). Berühmt geworden sind die "Moorwölbäcker" in den Torfmooren des Sihltales bei Einsiedeln sowie im Hochtal der Biber bei Rothenthurm (Abb. 5).

Beispiel Sihltal-Hochmoore bei Einsiedeln: Moorwölbäcker

Jahrhundertlang hatten die ausgedehnten Torfmoore um Einsiedeln herum als "faule, unnütze Möser" gegolten. Erst anfangs des 17. Jahrhunderts begann unter Aufsicht eines "Schwendmeisters" die Kultivierung dieser riesigen Ländereien (KÜCHLER et al., 1980). Im Jahre 1727 soll ein Söldner aus Frankreich die ersten Kartoffeln nach Schwyz gebracht haben. Etwa zur selben Zeit, in welcher auch die Einsiedler Torfgewinnung einsetzte (um 1748), begann der Anbau von Kartoffeln (schwyzerisch: Gumeln) in den Mooregebieten von Einsiedeln (DÜGGELI, 1903; STIRNEMANN, 1969). Sowohl in den bedeutenden Torfmooregebieten bei Rothenthurm wie auch in den Randbereichen der berühmten, 1937 im Sihlsee ertränkten Todtmeer-Hochmoore sowie in den heute noch erhaltenen Mooren bei Schwantenau, Roblosen und Studen (Breitried-Schützenried) waren gegen Ende des letzten Jahrhunderts ausgedehnte Kartoffelanbaugebiete anzutreffen. Dies, obwohl im rauen Einsiedler Klima Kartoffeln nicht jedes Jahr reiften (FRÜH/SCHRÖTER, 1904).

Der nasse Moorboden verlangte eine besondere Entwässerungstechnik. Die Äcker wurden als schmale, lange Bänder angelegt. Tiefe rechteckige Grabensysteme leiteten das überschüssige Wasser ab. Damit die Grabenwände nicht einstürzten, blieb zwischen dem Graben und der eigentlichen Anbaufläche jeweils ein schmaler Streifen der ursprünglichen Vegetation erhalten. Neben Kartoffeln wurden Rüben, Kabis, Saubohnen und Gerste gepflanzt. Seit 1900 und besonders nach dem Aufstau der Sihl zum Sihlsee, ging der Kartoffelanbau stetig zurück und wurde schliesslich aus Rentabilitätsgründen aufgegeben (STIRNEMANN, 1969). Auf den entwässerten Torfböden sowie im Gebiet der aufgegebenen Gumeläcker, wird heute intensive Graswirtschaft betrieben.

Im Gefolge dieser intensiven Nutzung im Bereich der ehemaligen Wölbäcker, z.B. im Schützenried, ist der Torfboden durch den künstlich tief gehaltenen Wasserstand und die Belüftung des Torfes abgesackt. Das durch die Gräben der Kartoffeläcker entwässerte Gelände wird auch durch das Befahren mit schweren Fahrzeugen zunehmend ausnivelliert. Können die Torfsackungen des Moorbodens nicht aufgehalten werden, so droht dem intensiv genutzten Grünland in der Umgebung der Streuwiesen die unerwünschte Wiedervernässung. Die Torfsackungen könnten einzig durch eine Anhebung des Grundwasserspie-

Abb. 5: Moorwölbäcker in der Schwantenau bei Einsiedeln (SZ).
Foto: V. Condrau



gels aufgehalten werden, was ebenfalls eine Versumpfung von Grünland zur Folge hätte. Der Ruf von bäuerlicher Seite nach besseren Drainagen würde jedoch höchstwahrscheinlich den im hydrologischen Zusammenhang stehenden Moorkomplex im Breitried gefährden. Auch die teilweise unangepasste maschinelle Bewirtschaftung der druckempfindlichen Streuwiesen (Flachmoor-, Übergangsmoor- und sekundäre Hochmoorvegetation) bedroht das Breitried bzw. die darin vorkommenden botanischen Seltenheiten. Der Streueschnitt ist in gewissen Moorbereichen weiterhin unerlässlich, um deren Verbuschung zu verhindern. Andere Moorpartien mit sekundärer Hochmoorvegetation regenerieren sich nach neuesten Beobachtungen auch ohne Streueschnitt; sie zeigen üppiges Torfmooswachstum (R. Haab, mündl. Mitt.). In solchen Riedteilen würde eine Fortführung der Streuenutzung die regenerierte Torfmoosdecke wieder zerstören bzw. die Selbstregenerationskraft der Hochmoorflächen beeinträchtigen.

7 NUTZUNGSVERZICHT ALS CHANCE FÜR UNSERE HOCHMOORE

Die historische bzw. bisherige Nutzung der Hochmoore entspricht in den wenigsten Fällen den naturschützerischen Erfordernissen bezüglich eines schonenden Umgangs mit diesem seltenen Lebensraumtyp. Der geringe Anteil an verbliebenen primären Hochmooren und der Zustand der sekundären Hochmoore widerspiegeln den Nutzungsdruck der letzten Jahrhunderte. Direkte Hochmoorzerstörungen, vielfältige land- und forstwirtschaftliche Eingriffe (Drainage, Beweidung, Aufforstung, u.a.), Torfausbeutung, Bautätigkeit sowie touristische und militärische Nutzungen haben dazu beigetragen, dass von vielen einst ausgedehnteren Hochmoorflächen nur gestörte Fragmente erhalten geblieben sind. Auch der Zustand bzw. die aktuelle Nutzung der Hochmoorumgebung, von der das Überleben der Hochmoore direkt abhängt, entspricht nur selten den Anforderungen eines wirkungsvollen Hochmoorschutzes. Der Verzicht auf diese beeinträchtigenden Nutzungen ist daher für den Schutz der verbliebenen Hochmoorflächen unabdingbar.

LITERATUR

- BUTTNER, A. / CORNALLI, P. / RICHARD, J.L. (1983): La tourbière des Pontins sur Saint-Imier. Phytosociologie, éléments d'écologie et perspectives d'aménagement (avec carte de la végétation). Mat. pour le levé géobot. de la Suisse 59: 1-79.
- DIETL, W. (1972): Die Vegetationskartierung als Grundlage für die Planung einer umfassenden Alpverbesserung im Raume Glaubenbüelen (Obwalden). In: Dietl, W., Lienert, L. (1972): Alpwirtschaft und Landschaftspflege im Gebiet Glaubenbüelen (OW), Landenberg Druckerei, Sarnen, 243 S., 1 farbige Vegetationskarte 1:5000.
- DÜGGELI, M. (1903): Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Vjschr. Natf. Ges. Zürich 48: 49-270, Pflanzengeogr. Karte 1:25'000.
- FRÜH, H. / SCHRÖTER, C. (1904): Die Moore der Schweiz - mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Geotechn. Ser., 3. Lief., 751 S., 1 Moorkarte der Schweiz 1:530'000.
- GRÜNIG, A. / VETTERLI, L. / WILDI, O. (1984): Inventar der Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Unveröff., deponiert: EAFV, Birmensdorf, etwa 2100 S.
- HÖHN-OCHSNER, W. (1936): Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Die hygrophilen Pflanzengesellschaften. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46: 365-411.
- KÜCHLER, M. / HENSLE, K. / KÄLIN, W. (1980): Einsidler Turp. Schriften des Vereins "Fürs Chärnehus" 4: 1-27, Einsiedeln.
- PROBST, E. / SCHMIDLIN, H. / ZIMMERLI, N. (1923): Die Torfausbeutung in der Schweiz in den Jahren 1917-1921. Unveröff. Manuskript, 4 Bde., 620 S., Depositum: Eidg. Landesbibliothek, Bern.
- RINGLER, A. (1981): Die Alpenmoore Bayerns - Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept. Ber. d. Akad. f. Naturschutz Landsch.-Pflege 5: 4-98.
- SIGG, C.R. (1989): Moornutzung und Moorgefährdung in der Schweiz. Der Gartenbau, Sondernummer: Hochmoore und Torf, 4: 175-178.
- STIRNEMANN, E. (1969): Das frühere Einsiedler Sihlgebiet vor dem Aufstau. Blätter der Vereinigung pro Sihltal 19: 17-30.
- WAHLEN, F.T. (1946): Das Schweizerische Anbauwerk 1940-1945. Neujahrsblatt 148, Beiheft 5, Nat.forsch. Ges. in Zürich, Hrsg., 87 S.
- WILDERMUTH, H., (1974): Naturschutz im Zürcher Oberland. Verlag AG, Buchdruckerei Wetzikon, 211 S.
- WILDERMUTH, H., (1983): Hat die Natur noch eine Chance? Tages-Anzeiger Magazin 19 (1983): 17-24.
- WILDERMUTH, H. / HANTKE, R. / BURNAND, J. (1982): Die Drumlinlandschaft des Zürcher Oberlandes. Vjschr. Natf. Ges. Zürich 127: 19-28.
- ZOLLINGER, J. (1980): Die "Kohle des armen Mannes". Die vergessene Betriebsamkeit in den Torfmooren. Heimatspiegel (Illustrierte Beilage zum Zürcher Oberländer) 8: 57-63.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Erich Mühlethaler
dipl. Geograf, Ökologe OeVS
muschnas - Arbeitsgemeinschaft für
Landschafts- und Naturschutzfragen
Encarden 51
7152 Sagogn

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1995

Die Bedeutung der Moore und der Moorlandschaften für den Artenschutz

Moore sind für den Artenschutz von grosser Bedeutung. Neben den Wasserpflanzen sowie den Unkraut- und Ruderalpflanzen sind die Sumpfpflanzen prozentual am meisten gefährdet. Besonders eindrücklich ist die hohe Gefährdung in den intensiv bewirtschafteten Regionen des Mittellandes und der Nordschweiz. Dort haben die Flächen der Moore und Ufergesellschaften infolge der Meliorationen und Gewässerkorrekturen seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts merklich abgenommen. Die nassen und feuchten Grünlandgesellschaften nehmen heute in den Tieflagen bedeutend weniger als 10 Prozent der noch vor 100 Jahren vorhandenen Flächen ein. Mangels Pflege büsst selbst ausgewiesene Reservate häufig an Wert ein. Auch viele Moore der montanen und subalpinen Stufe verbuschen allmählich, weil die Streu nicht mehr gemäht wird.

Im vorliegenden Kapitel wird die Bedeutung der Moore für den Artenschutz mit einigen Beiträgen untermauert. Dabei werden vor allem Aspekte des zoologischen Artenschutzes ausgeleuchtet. Dies ist nötig, weil in vielen Fällen Erhaltungs- und Entwicklungsziele stark über den Schutz der Vegetation definiert werden. Dabei droht das dynamische Element vernachlässigt zu werden. Für den zoologischen Artenschutz spielen Strukturen und ihre Abfolgen im Raum eine bedeutende Rolle. Darum sind Betrachtungen zu Moorlandschaften von ganz besonderem Interesse.

Die folgenden Beiträge weisen einen engen Bezug zu jenen in Kapitel 3.4 (Moortypische Arten und Lebensgemeinschaften) auf. Dort werden die Ansprüche und Anforderungen einzelner Arten an ihren Lebensraum aufgezeigt. Im vorliegenden Kapitel wird dagegen ausgeführt, welche Lebensraumfunktionen einzelne Vegetationstypen oder Teile davon erfüllen können.

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1995

Bedeutung der Moorlandschaften für den nationalen faunistischen Artenschutz

1 EINLEITUNG

In den Moorlandschaften leben viele seltene und stark gefährdete Tierarten. Für viele dieser Arten sind die Moorbiotope ausschliesslicher oder hauptsächlicher Lebensraum. Eine ganze Reihe von Arten ist aber nicht zwingend an das Moorbiotop gebunden. Sie sind vielmehr typisch für "Moor-Wald-" oder "Moor-Gewässer-Komplexe" sowie extensiv genutzte Kulturlandschaften.

Für die Umsetzung des Moorlandschaftsschutzes müssen vom Bund und von den Kantonen konkrete Schutzziele formuliert werden, sei es für den Anhang der Moorlandschaftsverordnung, sei es für Schutz-, Pflege- oder Nutzungskonzepte. Diese Schutzziele müssen alle Werte der Moorlandschaften berücksichtigen, also auch die Vorkommen seltener und gefährdeter Arten. Ein vom BUWAL in Auftrag gegebener Bericht zeigt auf, **welche national gefährdeten Tierarten für ihr gesamtschweizerisches Überleben auf Moorlandschaften angewiesen sind** (HINTERMANN et al., 1994). Der vorliegende Beitrag fasst die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

2 METHODE

Moorlandschaften sind für das Überleben einer Art grundsätzlich dann von besonderer Bedeutung, wenn diese Art in Moorlandschaften, verglichen mit der restlichen Schweiz, überdurchschnittlich häufig vorkommt. Ist dies der Fall, müssen sich die Artenschutzziele in den Schutzzielen der entsprechenden Moorlandschaften niederschlagen. Selbstverständlich können Moorlandschaften auch für andere bedrohte Arten wichtig sein. Massnahmen zum Schutze dieser Arten müssen dann aber aus nationaler Sicht nicht in erster Linie in den Moorlandschaften stattfinden.

Als national bedrohte Arten gelten all jene, die gemäss neuester Roter Liste (RL) den RL-Gefährdungskategorien 1 (vom Aussterben bedroht), 2 (stark gefährdet), 3 (gefährdet) oder 4 (nur Endemiten) angehören (DUELLI, 1994). Artengruppen, für die noch keine Roten Listen existieren, werden nicht berücksichtigt, ebenso wenig wie jene Arten, für die keine oder nur unvollständige gesamtschweizerische Verbreitungsdaten verfügbar sind.

Der Flächenanteil der Moorlandschaften an der Landesfläche beträgt 2,2 %, wobei die Anteile je nach Region zwischen 0,7 % (Mittelland) und 10 % (Voralpen) variieren (BUWAL, 1992). Im Wissen um die Unvollständigkeit der Verbreitungsdaten gefährdeter Arten und in der Absicht, mit grosser Wahrscheinlichkeit keine "falschen" Arten als moorlandschaftstypisch zu bezeichnen, wurden strenge Schwellenwerte festgelegt. **Eine Moorlandschaft ist für das Überleben einer Art dann von besonderer Bedeutung, wenn in Abhängigkeit des Gefährdungsgrades eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:**

Arten der RL-Gefährdungskategorie 1:

mindestens ein Vorkommen in einer Moorlandschaft muss nachgewiesen sein.

Arten der RL-Gefährdungskategorie 2:

- für Arten mit eindeutigem Verbreitungsschwerpunkt in den **Voralpen: mindestens 20%** aller bekannter Vorkommen müssen in Moorlandschaften liegen;
- für **alle anderen Arten: mindestens 5%** aller bekannter Vorkommen müssen in Moorlandschaften liegen.

Arten der RL-Gefährdungskategorie 3:

- für Arten mit eindeutigem Verbreitungsschwerpunkt **in den Voralpen: mindestens 40%** aller bekannter Vorkommen müssen in Moorlandschaften liegen;
- für **alle anderen Arten: mindestens 10%** aller bekannter Vorkommen müssen in Moorlandschaften liegen.

Endemiten (Teil der RL-Gefährdungskategorie 4):

mindestens ein Vorkommen in einer Moorlandschaft muss nachgewiesen sein.

In begründeten Fällen kann von diesen Vorgaben abgewichen werden.

Die aktuelle Verbreitung der gefährdeten Arten zur Beurteilung ihrer Häufigkeit in Moorlandschaften stammt aus verschiedenen Quellen (Details vgl. HINTERMANN et al., 1994). In der Regel handelt es sich dabei um **nationale Inventare** oder **Datenbanken**. Aus grundsätzlichen Überlegungen (z.B. Vergleichbarkeit) sind für die Beurteilung der relativen Häufigkeit keine objektspezifischen Inventare benutzt worden.

3 ERGEBNISSE NACH ARTENGRUPPEN

3.1. Überblick

Nur für rund 25% aller Arten der Roten Listen (Gefährdungskategorien 1-3) liegen ausreichende Informationen vor, um eine Beurteilung vornehmen zu können (vgl. Tab. 1). **Für ein Viertel von diesen überprüfbaren Arten sind die Moorlandschaften von besonderer Bedeutung.** Entsprechend tragen sie wesentlich zum Überleben dieser Arten in der Schweiz bei.

Artengruppe	positiv	negativ	unbestimmt	nicht geprüft	Total ¹
Säugetiere (ohne Fledermäuse)	2	20	1	0	23
Fledermäuse	0	15	0	0	15
(Brut-)Vögel	31	105	0	0	136
Reptilien	2	10	0	0	12
Amphibien	0	19	0	0	19
Fische / Rundmäuler	10	18	0	0	28
Bienen	0	0	3	260	263
Ameisen	2	0	5	40	47
Tagfalter	10	18	0	72	100
Schnaken	0	0	0	46	46
Lauf-/Sandlaufkäfer	3	1	20	127	151
Wasserkäfer	0	0	0	97	97
Netzflügler	0	0	0	21	21
Heuschrecken	2	3	20	42	67
Libellen	8	39	0	0	47
Eintagsfliegen	2	0	5	29	36
Weichtiere	3	3	10	90	106
(Flusskrebse) ²	1	0	0	0	1
Total	76	251	64	824	1215

Tab. 1: Die Bedeutung der Moorlandschaften für das Überleben bedrohter Arten verschiedener Artengruppen.

positiv: Anzahl Rote-Liste-Arten (RL-Arten), für deren Überleben die Moorlandschaften von besonderer Bedeutung sind;

negativ: Anzahl RL-Arten, für deren Überleben die Moorlandschaften nicht von besonderer Bedeutung sind;

unbestimmt: Nachweis in Moorlandschaften vorhanden, aber deren Bedeutung für diese Arten unbekannt;

nicht geprüft: Vorkommen der Arten in Moorlandschaften mangels Daten nicht überprüfbar.

Quelle: HINTERMANN et al. (1994)

1 Nur Arten der Gefährdungskategorien 1-3

2 Keine offizielle Rote Liste vorhanden

3.2 Einige Beispiele

Nachfolgend werden zur Illustration einige Arten vorgestellt, die für ihr nationales Überleben auf Moorlandschaften angewiesen sind. Die Arten wurden so ausgewählt, dass ein möglichst breites Spektrum an Sachverhalten und Problemen dargestellt werden kann. Die Auswahl ist aber nicht repräsentativ für Moorlandschaften.

Die **Heuschrecke** *Tetrix ceperoi* liebt feuchtheisse Habitate und lebt auf unbewachsenen Sandböden entlang von See- und Bachufern und auf Kiesflächen. Im Falle des Neuenburgersees weisen diese Lebensräume eine enge Beziehung zur Uferdynamik auf. Wenn das Überleben von *Tetrix ceperoi* ein Schutzziel ist, muss auch die Dynamik möglich bleiben. Die Uferdynamik trägt aber umgekehrt wesentlich zur Erosion der Flachmoore bei. Aus der Sicht des botanischen Flachmoorschutzes müsste die Erosion also unterbunden werden. Die Schutz- und Pflegekonzepte der Moorlandschaft Grande Caricaie müssen aufzeigen, wie dieser Zielkonflikt gelöst werden kann.

Der **Zwergreiher** (*Ixobrychus minutus*) ist ein Brutvogel grösserer Verlandungsgebiete. Sein Vorkommen konzentriert sich heute sehr stark auf die Moorlandschaften. Von den derzeit noch existierenden 40-60 Brutpaaren lebten in den besten Jahren 20-25 Paare in der Grande Caricaie. Der Zwergreiher brütet in dichten Schilffeldern. Zu seinem Schutz müssen möglichst grosse, zusammenhängende Schilfkompexe erhalten und vor Störungen geschützt werden.

Der **Feldschwirl** (*Locustella naevia*) bevorzugt gebüschreiche Riedgebiete als Lebensraum. Zu seinem Schutz müssen Feuchtgebiete gefördert, bzw. zugelassen werden, wie sie in natürlichen Verlandungsprozessen zwischen Ried und Auenwald entstehen. Der botanische Artenschutz ist bemüht, eine Verbuschung der Flachmoore zu verhindern. In den Schutzkonzepten jener Moorlandschaften, in denen der Feldschwirl heute noch vorkommt, muss festgehalten werden, welche Ziele Priorität haben und wie diese Ziele erreicht werden können.

Insbesondere im nordalpinen Bereich decken sich bedeutende Vorkommen des **Auerhuhns** (*Tetrao urogallus*) mit Moorlandschaften. In diesen Gebieten lebt über ein Fünftel des gesamten Bestandes. In Moorlandschaften stellt die Erhaltung des Auerhuhns somit ein übergeordnetes Interesse dar.



Abb. 1: *Tetrix ceperoi*, aus der Familie der Dornschröcken
Foto: H. Bellmann

Abb. 2: Zwergreicher (*Ixobrychus minutus*)
Foto: B. Renevey

Abb. 3: Feldschwirl (*Locustella naevia*)
Foto: A. Labhardt

Das Auerhuhn ist auf grössere Bergwälder mit lückigen, vielstufigen Beständen und hohem Altholzanteil angewiesen. Die Qualität des Auerhuhn-Lebensraumes wird daher durch die Form der Walnutzung (oder Nichtnutzung) wesentlich beeinflusst. Entsprechend muss in den Schutzbestimmungen auch die forstwirtschaftliche Nutzung geregelt werden, die den Bedürfnissen dieser bedrohten Art angepasst ist.



Der **Pflaumenzipfelfalter** (*Fixsenia pruni*) ist eine standorttreue und sehr lokal fliegende Art. Als Lebensraum bevorzugt sie Ränder von Eichenwäldern und Magerwiesen, in denen ihre Wirtspflanze (*Prunus spinosa*) vorkommt. Der Pflaumenzipfelfalter ist vom Aussterben bedroht, so dass jedes Vorkommen von nationaler Bedeutung ist. Bei der zukünftigen Nutzung oder Pflege der von dieser Art bewohnten Moorlandschaften, ist der Sicherung thermophiler Eichenwaldränder besondere Beachtung zu schenken.



Abb. 4: Auerhahn (*Tetrao urogallus*)
Foto: F. Labhardt

Der **Hochmoorgelbling** (*Colias palaeno*) ist ein typischer Schmetterling der Hochmoore. Hier findet er seine Wirtspflanze, die Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*). Um überleben zu können, braucht er zusätzlich nektarreiche Blütenpflanzen der angrenzenden Wiesen. Der Hochmoorgelbling kann nur erhalten werden, wenn sich die Schutzmassnahmen über das Hochmoor hinaus auch auf die Umgebung erstrecken (vgl. Band 1, Beitrag 3.4.1). In Moorlandschaften – zu deren Schutzziel gehört auch die Erhaltung bedrohter Tierarten – ist dies sicher einfacher durchzusetzen, als in isolierten Moorbiotopen.

Abb. 5: Hochmoorbläuling (*Maculinea alcon*): eine weitere Tagfalterart, für deren Überleben Moorlandschaften von sehr grosser Bedeutung sind.

Foto: E. Knapp

Die stark gefährdete **Grosse Moosjungfer** (*Leucorrhinia pectoralis*; vgl. Band 1, Beitrag 3.4.2) lebt in Mooregebieten mit mesotrophen Weihern, Tümpeln und Torfstichen, die sie während einer bestimmten Phase der Verlandung besiedelt. Die Sicherstellung günstiger Lebensräume für die Grosse Moosjungfer (offene Torfstiche erhalten oder neu schaffen) kann zu einem Zielkonflikt führen, wenn am gleichen Ort die Regeneration eines Hochmoores vorgesehen ist. In den Schutz- und Pflegekonzepten muss daher festgehalten werden, welche Ziele Priorität haben und wie die verschiedenen Interessen miteinander in Einklang gebracht werden können.

4 ERGEBNISSE NACH MOORLANDSCHAFTEN

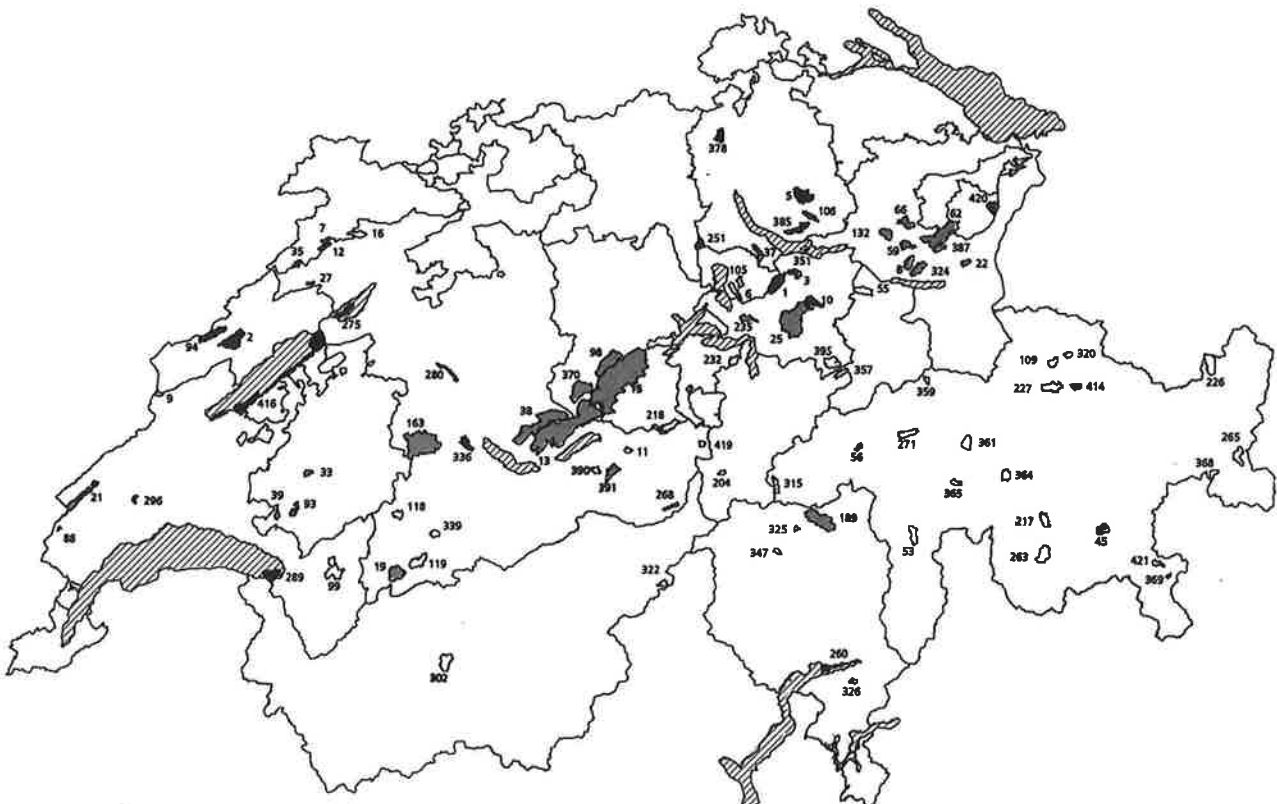
Mehr als die Hälfte aller Moorlandschaften, nämlich 49 von 91, sind für den nationalen faunistischen Artenschutz von besonderer Bedeutung. Nach Regionen aufgeteilt sieht das Ergebnis wie folgt aus:

- **Jura:** 60% aller Moorlandschaften sind für den Artenschutz von grosser Bedeutung. Wichtig sind diese Moorlandschaften in erster Linie für Tagfalter und Libellen. Die Vallée de Joux ist zudem ein bedeutender Lebensraum für Vögel.
- **Mittelland:** (ohne Seen-, Verlandungs- und Flussauenmoorlandschaften). 60% aller Moorlandschaften sind für den Artenschutz von besonderer Bedeutung. Die Artengruppe mit der grössten Zahl bekannter, national bedeutender Vorkommen sind die Libellen.
- **Voralpen:** 82% aller Moorlandschaften sind für den Artenschutz von besonderer Bedeutung, die meisten als Lebensraum für das Auerhuhn. Andere aus nationaler Sicht wichtige Vorkommen von Tierarten sind eher selten. Eine grössere Vielfalt an gefährdeten Arten weisen jene Objekte auf, die im Übergangsbereich zum Mittelland liegen (Rothenthurm, Schwantenau, Breitried).

Abb. 6: Lage der wertvollsten Moorlandschaften aus der Sicht des nationalen faunistischen Artenschutzes

- Moorlandschaften mit mehr als 10 positiven RL-Arten
- Moorlandschaften mit 4-10 positiven RL-Arten
- Moorlandschaften mit 1-3 positiven RL-Arten

Namen der Moorlandschaften: vgl. Tabelle 2 oder BUWAL (1992).
Quelle: HINTERMANN et al. (1994)





- **Alpen** (Nord-, Süd- und Zentralalpen): 14% aller Moorlandschaften sind für den Artenschutz von besonderer Bedeutung. Neben dem Auerhuhn gilt dies v.a. für Tagfalter und Libellen.
- **Seen, Verlandungszonen und Flussauen:** Sämtliche Moorlandschaften dieser Kategorie sind für den Artenschutz aller untersuchter Tiergruppen von besonderer Bedeutung. Wichtig sind diese Moorlandschaften hauptsächlich für die Gruppe der Vögel, Fische, Libellen und Tagfalter.

Auch aus quantitativer Sicht haben Seen- und Verlandungsmoorlandschaften eine herausragende Bedeutung für den Artenschutz. Die Grande Carigaie und die Bolle di Magadino sind Lebensraum von 41, bzw. 25 Rote-Liste-Arten, die für ihr Überleben auf Moorlandschaften angewiesen sind (vgl. Tab. 2 und Abb. 6).

Abb. 7: Verlandendes Altwasser bei Lischedo, Moorlandschaft Bolle di Magadino. Sämtliche Seen- und Verlandungsmoorlandschaften haben für den Artenschutz überragende Bedeutung.

Foto: Hintermann & Weber AG

Moorlandschaft	Anzahl RL-Arten	Anzahl positive RL-Arten	Moorlandschaft	Anzahl RL-Arten	Anzahl positive RL-Arten
1 Rothenthurm	24	9	106 Wetzikon/Hinwil	17	2
2 Les Ponts-de-Martel	14	4	132 Unter Hüttenbüel	2	1
3 Schwantenau	20	7	163 Gurnigel/Gantrisch	5	1
5 Pfäffikersee	22	16	189 Lucomagno/Dötra	4	1
7 Etang de la Gruère	10	4	235 Sägel/Lauerzersee	6	2
8 Hinter Höhi	1	1	251 Maschwander Allmend	9	8
10 Breitried / Unteriberg	21	7	260 Bolle di Magadino	57	25
12 La Chaux-des-Breuleux	1	6	275 Petersinsel	16	8
13 Habkern/Sörenberg	4	1	280 Aare/Giessen	10	3
15 Glaubenberg	11	2	289 Les Grangettes	30	12
19 Lauenensee	2	2	296 Les Marais des Monod	8	4
21 Vallée de Joux	27	7	324 Vorder Höhi	1	1
22 Gamperfin	2	1	326 Monti di Medeglia	6	3
25 Ibergereg	2	1	336 Amsoldingen	6	5
33 Les Gurles	1	1	351 Frauenwinkel	10	10
35 La Chaux d'Abel	9	4	370 Hilferenpass	3	1
37 Hirzel	13	3	378 Neeracher Ried	14	13
38 Rotmoos/Eriz	7	2	385 Lützelsee	21	9
39 Lac de Lussy	1	1	387 Gräppelen	3	1
45 Stazerwald	3	2	391 Grosse Scheidegg	5	1
59 Wolzenalp	3	2	414 Durannapass	2	2
62 Schwägalp	5	1	416 Grande Cariçaie	125	41
66 Chellen	2	1	420 Fänerenspitz	4	4
93 Le Niremunt	1	1			
94 La Brévine	15	4	Mindestzahl aller	207	
98 Klein Entlen	3	1	nachgewiesener RL- Arten)		

Tab. 2: Verteilung der untersuchten Arten der Roten Listen auf die Moorlandschaften (es werden nur Moorlandschaften mit mindestens einer positiven RL-Art aufgeführt).

Anzahl RL-Arten: Minimalzahl der vorhandenen Arten der Roten Listen, für die verwertbare Daten vorliegen (die effektive Anzahl vorhandener RL-Arten ist wesentlich grösser).

Anzahl positive RL-Arten: Arten der Roten Listen, die für ihr Überleben auf Moorlandschaften angewiesen sind.

Quelle: HINTERMANN et al. (1994)

5 VERWENDUNG DER ERGEBNISSE

5.1 Stellenwert der vorliegenden Ergebnisse

Die hier aufgezeigte Beurteilung der Moorlandschaften aus faunistischer Sicht ist einseitig und kann daher keine umfassende Bewertung darstellen wie sie dem Moorlandschaften-Inventar zugrunde liegt. Die verwendeten faunistischen Kriterien zeigen aber andere, ergänzende Aspekte der Bewertung auf. So sind die Moorlandschaften der Voralpen aus nationaler faunistischer Sicht gegenüber den "Seen- und Verlandungsmoorlandschaften" eher zweitrangig. Berücksichtigt man hingegen auch floristische, allgemein-faunistische, kulturelle oder landschaftliche Aspekte, so ergibt sich in der Regel ein anderes Bild.

5.2 Schutzziele und deren Umsetzung

Das Ziel des Projekts bestand darin, zu zeigen,

- für welche national gefährdeten Arten aufgrund der vorliegenden Daten Moorlandschaften überlebenswichtig sind und
- welche Moorlandschaften für den nationalen Artenschutz besonders wichtig sind.

Die Umsetzung der Ergebnisse muss demnach auf zwei Ebenen erfolgen. Im Artenschutz werden die Ergebnisse z.B. im Rahmen von nationalen Artenschutzprogrammen oder durch das Ausarbeiten von spezifischen Artenschutzkonzepten verwendet. Auf der Ebene des Moor(landschafts)schutzes müssen sich die Erkenntnisse in der Festlegung der Schutzziele niederschlagen. In Moorlandschaften mit einer besonderen Bedeutung für den nationalen Artenschutz müssen die Voraussetzungen geschaffen werden, dass sich überlebensfähige Bestände der entsprechenden Arten halten und bilden können. HINTERMANN et al. (1994) enthält Vorschläge zur Zielformulierung und zeigt Möglichkeiten auf, wie die Umsetzung in der Praxis vor sich gehen könnte.

LITERATUR

Ein vollständiges Literaturverzeichnis findet sich in HINTERMANN et al. (1994). Dort sind insbesondere auch die Quellen für die Verbreitung der verschiedenen Artengruppen aufgeführt.

BUWAL (Hrsg., 1992): Inventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung. Schriftenreihe Umwelt Nr. 168, Bern, 215 S.

DUELLI, P. (1994): Rote Liste der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. BUWAL-Reihe "Rote Listen", EDMZ, Bern, 97 S.

HINTERMANN, U. / LUDER, R. / WEBER, D. / WYSS, P. (1994): Moorlandschaften und nationaler Artenschutz; Bedeutung der Moorlandschaften für den faunistischen Artenschutz. Bericht im Auftrag des BUWAL, Bern, unveröffentlicht, 138 S.

HINWEIS

Der in diesem Beitrag zusammengefasste Bericht (HINTERMANN et al., 1994) stützt sich auf nationale Datenbanken ab. Kantonale oder objektbezogene Gutachten und Inventare konnten nicht berücksichtigt werden. Die vorliegenden Daten und Aussagen sind somit nicht abschliessend und müssen laufend dem neuesten Stand angepasst werden. Im Hinblick auf eine Überarbeitung des Berichtes "Moorlandschaften und nationaler Artenschutz" (voraussichtlich 1995/ 96) sind wir deshalb sehr dankbar für Hinweise auf objektspezifische Inventare und Gutachten, welche Angaben über national bedrohte Arten in Moorlandschaften enthalten (Mitteilungen bitte direkt an die Adresse des Autors).

ANSCHRIFT DES AUTORS

Urs Hintermann
Hintermann & Weber AG
Öko-Logische Beratung Planung
Forschung
Hauptstrasse 52
4153 Reinach

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1995

Kleingewässer in Mooren und ihre Bedeutung für Pflanzen und Tiere

3.3.2

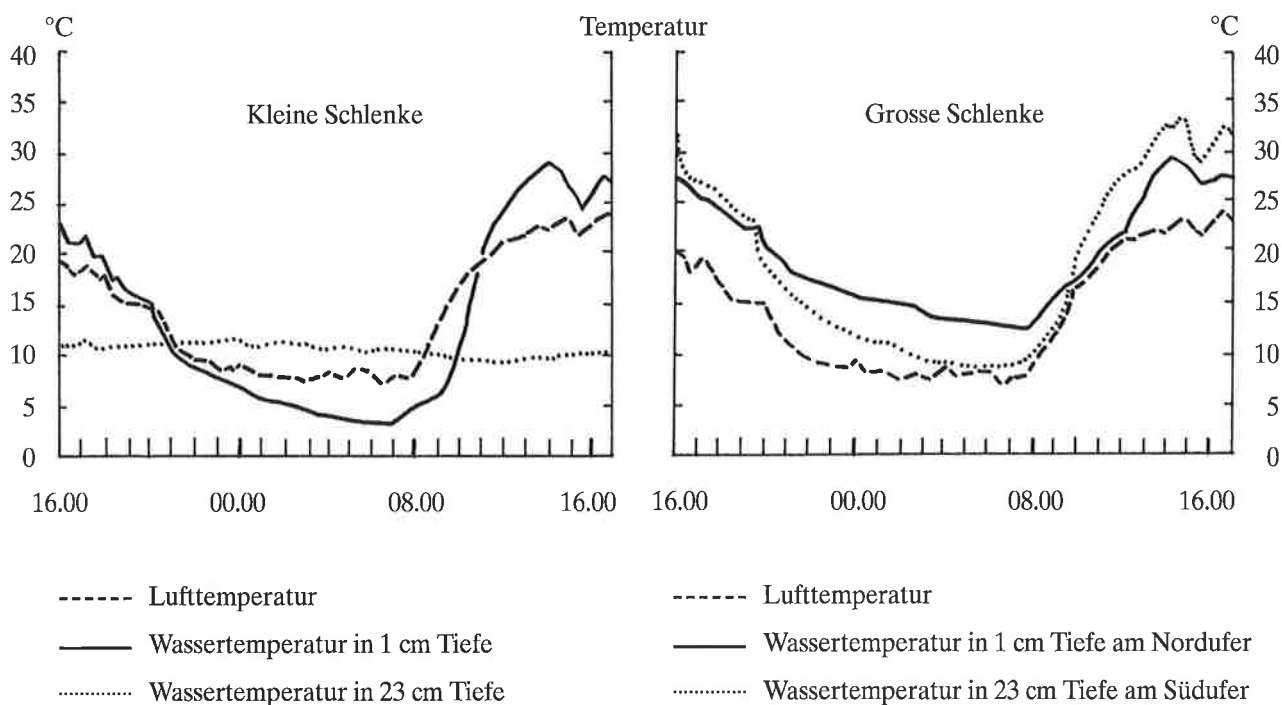
1 ALLGEMEINE HINWEISE ZU DEN GEWÄSSERN DER MOORE

Moore sind im natürlichen oder naturnahen Zustand durch stark wasserhaltige Böden gekennzeichnet. Das Wasser tritt aber nur stellenweise und oft nur kleinflächig zutage. Moorgewässer sind häufig seicht. Vielfach beträgt die Tiefe des freien Wassers nicht mehr als einige Zentimeter. Solche Stellen können oberflächlich regelmässig austrocknen. Kleine Moorgewässer mit Tiefen von mehr als 1,5 m sind selten. Neben den natürlichen Kleingewässern gibt es in Mooren auch solche, die im Zuge der Bewirtschaftung durch den Menschen geschaffen worden sind, beispielsweise Torfstiche und Abzugsgräben.

Die Moorgewässer unterscheiden sich in einigen Eigenschaften von den übrigen Gewässern:

- Typisch für das Moorwasser ist die dunkelbraune Farbe. Diese beruht auf den Huminsäuren, die bei der unvollständigen Zersetzung von abgestorbenen Pflanzen entstehen. Sie hemmen den mikrobiellen Abbau von organischer Substanz und erhöhen den Säuregrad des Moorwassers.
- Auffällig sind auch die speziellen Temperaturverhältnisse der Moorgewässer (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Temperaturgang an zwei Hochmoorschlenken im Verlauf eines Hochsommertages. Infolge der dunklen Färbung des Wassers kann die Temperatur eines seichten Gewässers an der Oberfläche an einem Sonnentag im Hochsommer über 30° C steigen und nachts nahe zum Gefrierpunkt absinken. Aber schon in einer Tiefe von 20 - 30cm bleibt die Temperatur während der ganzen Zeit annähernd gleich (Beispiele aus dem Schwarzwald).
Quelle: Verändert nach STERNBERG (1990)



Die Besiedlung der Moorgewässer durch Pflanzen und Tiere ist hauptsächlich von zwei Faktoren abhängig: von der chemischen Zusammensetzung des Wassers und von der Höhenlage. Nur wenige Organismen kommen ausschliesslich in Moorgewässern vor. Viele Arten leben auch in anderen Feuchtgebieten. Alle sind aber zeitlebens oder mindestens in bestimmten Lebensphasen auf offenes Wasser angewiesen.

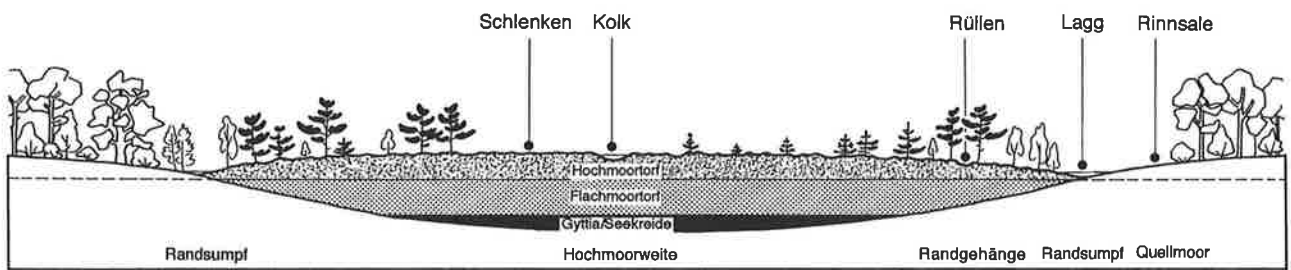
Kleingewässer im Hochmoorbereich sind extrem nährstoffarm, da sie nur durch atmosphärisches Wasser gespiesen werden. Infolge der Nährstoffarmut ist die pflanzliche Produktion im Wasser sehr gering. Damit fehlt die Basis für eine artenreiche Fauna. Der Nährstoffmangel hat aber auch zur Entwicklung von hochspezialisierten Ernährungsweisen geführt. Einige Pflanzen verschaffen sich Stickstoff und Phosphor durch Insektenfang. Von Kleinkrebsen und Insektenlarven ist bekannt, dass für sie die säuretoleranten Mykobakterien die wichtigste Stickstoffquelle sind. Der Mangel an Calcium hat zur Folge, dass Tiere mit Kalkschalen (Schnecken, Muscheln) fehlen. Das saure Wasser verunmöglicht Fischen und Amphibien, sich im zentralen Hochmoorbereich anzusiedeln, wogegen gewisse Insekten gegenüber den Huminsäuren weit weniger empfindlich sind.

In **nährstoffreicheren und weniger sauren Moorgewässern** – z.B. in mesotrophen Torfstichen der tieferen Lagen – ist die floristische und faunistische Vielfalt weit grösser. Dabei werden solche Standorte von vielen Organismen besiedelt, die auch ausserhalb der Moore zu leben vermögen. Einige davon können für die hochspezialisierten Moorarten zur ernsthaften Konkurrenz werden. Bei stärkerer Anreicherung von Nährstoffen – durch Düngung aus Boden oder Luft – verdrängen sie die typischen Moorarten. Dies ist heute an vielen schweizerischen Moorstandorten der Fall.

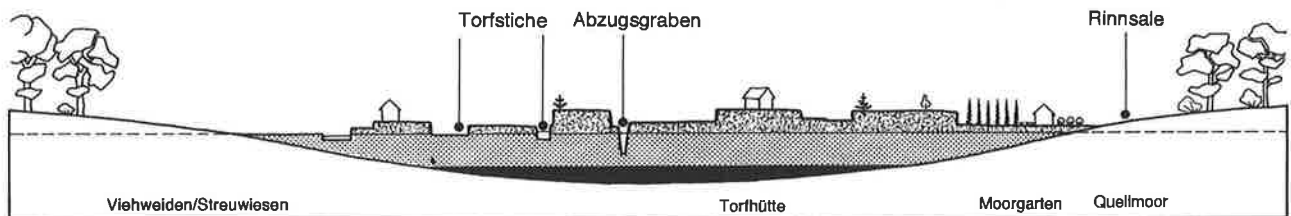
Schon kleine Flachmoorgewässer sind wichtige Brutstätten für einige Amphibienarten. Dagegen siedeln sich Vögel nur an grösseren Gewässern an. Falls der Gewässerrand dicht mit Schilf bestanden ist, brütet hier der Teichrohrsänger.

2 KLEINGEWÄSSER-TYPEN

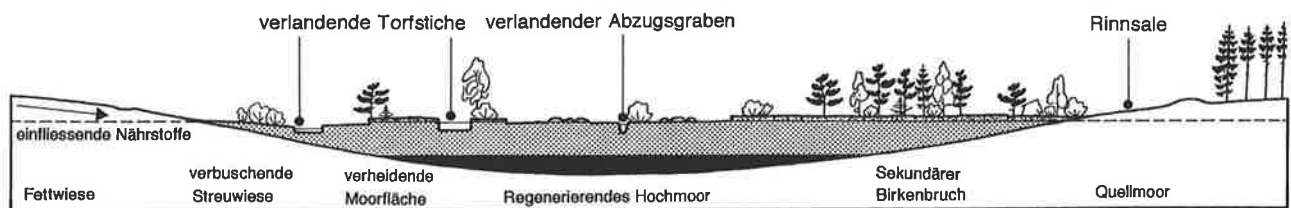
Die Kleingewässer der Moore unterscheiden sich durch eine Reihe von Merkmalen voneinander. Dazu gehören Lage, Wasserfläche, Tiefe, Fliessgeschwindigkeit, Wasserstandsschwankungen, Temperaturverhältnisse, Nährstoff- und Säuregehalt. Die nachfolgende Aufzählung enthält eine Charakterisierung der verschiedenen Typen (vgl. Abb. 2).



Hochmoor im Naturzustand



Abbauphase (ca 1700 - 1950, vereinzelt bis heute)



Zustand nach Nutzungsphase (heute)

Abb. 2: Schema zur Lage natürlicher und künstlicher Kleingewässer in einem Hochmoor vor, während und nach der Nutzungsperiode.
Quelle: WILDERMUTH (1978)

2.1 Kolk (Blänke, Moorauge, Moorsee)

Weiherartige, bis einige Aren grosse und bis ein paar Meter tiefe Wasseransammlung an einer ebenen Stelle - oft im Zentrum eines Hochmoores. Der Rand besteht häufig aus einem schwimmenden, stark verfilzten Teppich von Pflanzen (Schwingrasen).

Kolke sind dystroph, d.h. ihr Wasser ist durch Huminsäuren braun gefärbt, sauer (pH-Wert zwischen 4 und 5) und extrem nährstoffarm.

Flora und Fauna sind individuen- und artenarm. Typisch für den zentralen Bereich der Hochmoore sind planktonisch lebende, einzellige Algen, allen voran Zieralgen (Desmidiaceen) und Kieselalgen (Diatomeen). Am Rand von Kolken wachsen untergetauchte oder flutende Torfmoose (z.B. *Sphagnum cuspidatum*). Sie sind oft mit den Geflechten aus langen Rhizomen verschiedener Blütenpflanzen zu schwimmenden Teppichen verwoben.

Charakterarten der Schwingrasen:

Schlammsegge (*Carex limosa*), Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*), Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), Schmalblättriges Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), Weisse und Braune Schnabelsaat (*Rhynchospora alba*, *R. fusca*), einige Laub- und Lebermoose.

Im Plankton der Kolke leben mehrere spezialisierte Arten von Wasserflöhen und Rädertierchen, während im Randbereich, unter schwimmenden Torfmoosteppichen, Wassermilben und einige Insekten zu existieren vermögen. Hervorzuheben ist die Larve der erst 1979 für die Schweiz neu entdeckten Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*).

2.2 Schlenke

Nasse, seichte Senke im Hochmoor (vgl. Abb. 3). Die Schlenken liegen zwischen kleinen moosbewachsenen Hügeln (Bulten) und sind meist nicht grösser als einige Quadratmeter, nur wenige Zentimeter tief und mit Übergangs- und Hochmoorvegetation bewachsen. Flachgewässer mit schlenkenartiger Vegetation gibt es auch in regenerierenden Mooren (z.B. über verwachsenen Torfstichen) und in Kalkquellmooren.

Das Wasser der Hochmoor-Schlenken ist an sonnigen Sommertagen grossen Temperaturschwankungen unterworfen. Der pH-Wert bewegt sich zwischen 4 und 5.

In Schlenken mit wechselndem Wasserstand und festerem Boden, insbesondere auf nacktem Torfschlamm, wachsen Mittlerer Sonnentau

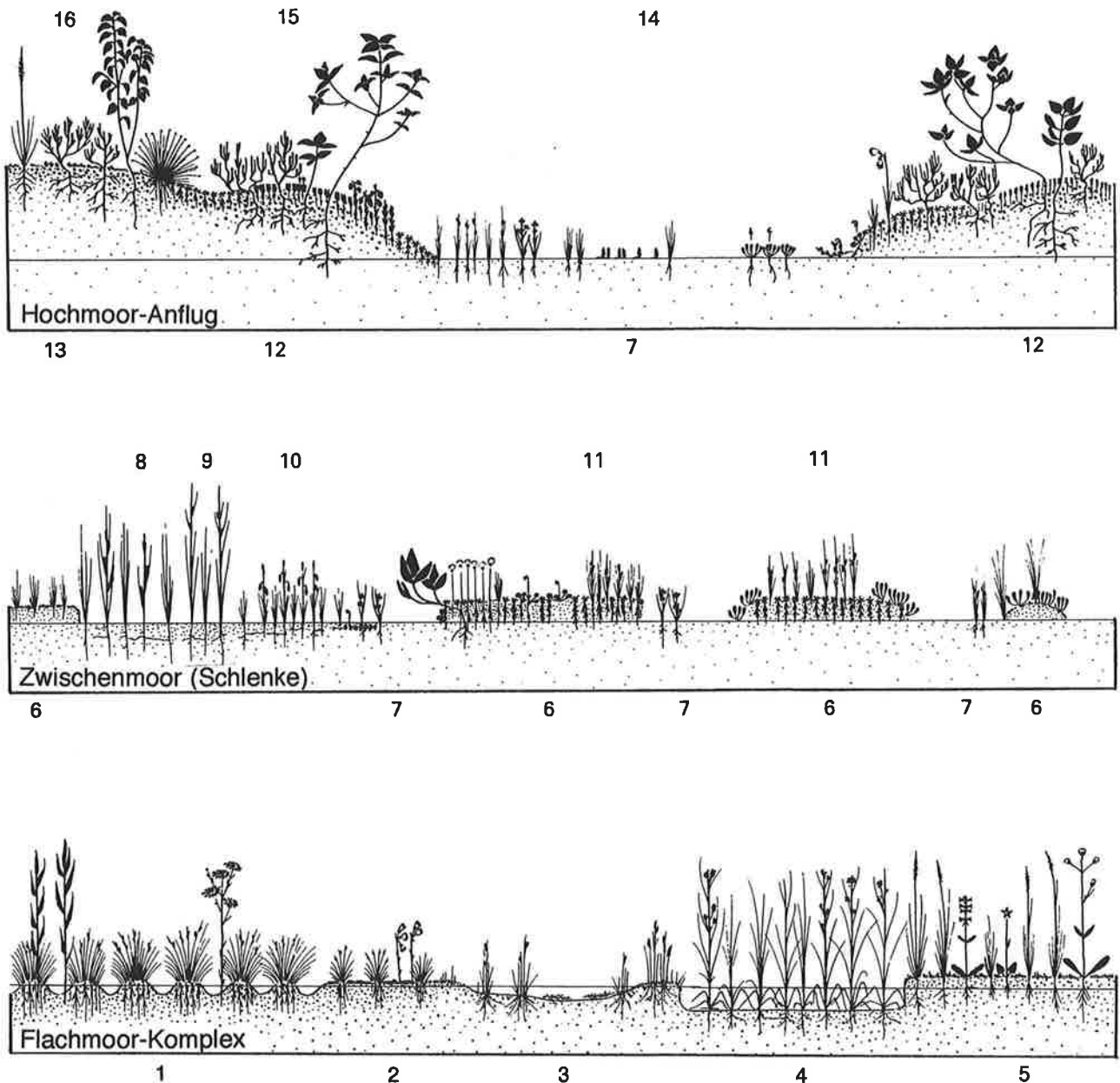


Abb. 3: Profile durch Kleingewässer mit ihrer Vegetation im Bereich von Hochmoor, Übergangsmoor und Flachmoor (kolline bis montane Stufe).

1 - 5: Flachmoor. 1 Steifseggenried, 2 Kleinseggen- resp. Kopfbinsenried, 3 Kalkquellmoor-Schlenke, 4 Sumpfschneideried, 5 Pfeifengraswiese. 6 - 7: Übergangsmoor (verlandeter Torfstich). 6 Schwingrasen mit Weisser Schnabelbinse (*Rhynchospora alba*, 11), 7 Schlenken mit Schnabelsegge (*Carex rostrata*, 8), Fadenseg-

ge (*Carex lasiocarpa*, 9), Schlammsegge (*Carex limosa*, 10), Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*), Sumpfbärlapp (*Lepidotis inundata*) und Mittlerem Sonnentau (*Drosera intermedia*, 14).

12 - 13: Hochmoor-Anflug mit Schlenke (7), Bulten (12) und Heidemoor (13).

15: Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und Moorbirke.

16: Heidekraut und Faulbaum (*Frangula alnus*).

Quelle: WILDERMUTH (1976)

(*Drosera intermedia*), Moor-Bärlapp (*Lepidotis inundata*) und Mittlerer Wasserschlauch (*Utricularia intermedia*). Beinahe ausschliesslich in Schlenken lebt auch die Arktische Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*). Sie legt ihre Eier oft in kleinste Wasseransammlungen und stark verwachsene Moortümpel ab.

2.3 Rülle

Abflussrinne in einem Hochmoor. Das überschüssige Wasser fliesst in Rinnsalen oder kleinen Bächen vom Zentrum der gewölbten Moorfläche zum Rand hin, zum Teil an der Oberfläche, zum Teil unter der Vegetationsdecke. Stellen, an denen das Wasser im Untergrund verschwindet, werden als Trichter oder Schlucklöcher bezeichnet.

2.4 Lagg

Sumpf am Rand eines Hochmoores, in dem sich das vom gewölbten Zentrum des Moores abfliessende Wasser sammelt und mit dem mineralstoffhaltigen Wasser der Umgebung mischt (pH-Wert zwischen 5 und 6). Randsümpfe enthalten häufig Stellen mit offenem Wasser, welches nährstoffreicher ist als dasjenige von Kolken und Rüllen.

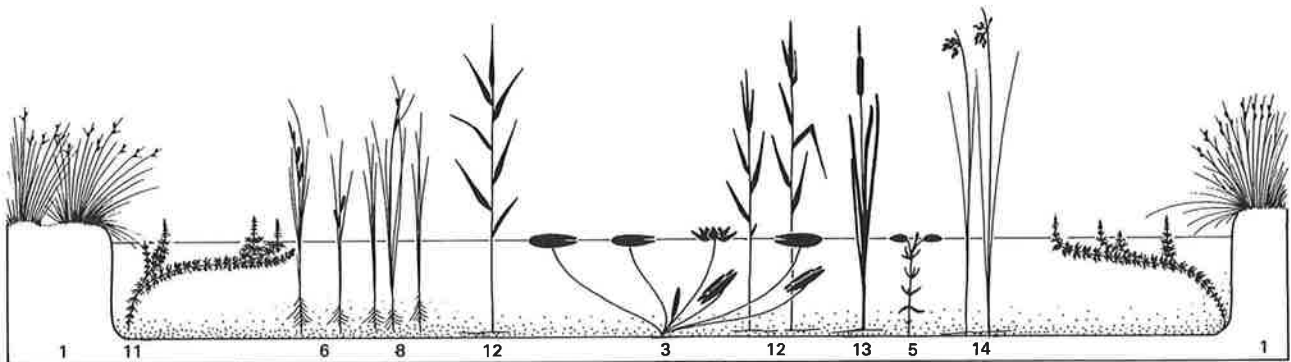
2.5 Torfstichweiher

Künstlicher Moorweiher, der durch Torfabbau geschaffen worden ist. Der kleinbäuerliche Torfabbau wird seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges nur noch sehr vereinzelt betrieben. Viele ältere Torfstiche sind heute völlig verwachsen. Manche wurden neuerdings aus Naturschutzgründen regeneriert oder auch neu geschaffen. Fachgerecht und unter Beachtung der Moorhydrologie angelegt, sind sie ein wichtiger Ersatz für einzelne Typen von zerstörten natürlichen Moorgewässern. Ihr Wasser ist oft nur leicht sauer bis neutral (pH-Wert in frischen Torfstichen: 5 bis 6,5) und nährstoffreicher als dasjenige der Kolke. Flora und Fauna sind deshalb artenreicher.

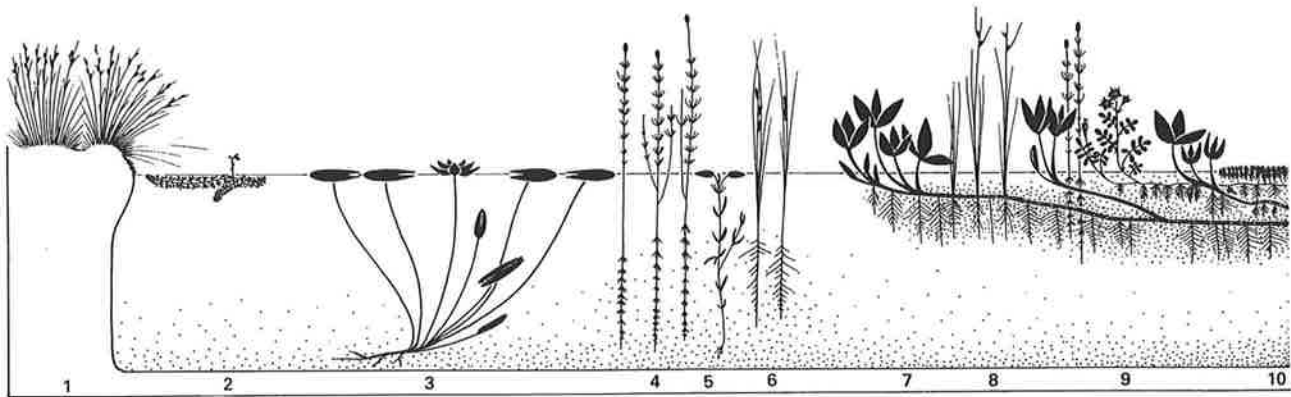
Torstiche mit etwas nährstoffreichem Wasser weisen eine grössere pflanzliche Artenvielfalt auf (vgl. Abb. 4). Am grössten ist die faunistische Artenvielfalt in nährstoffhaltigen, aber fischlosen Torfstichen des Mittellandes, falls sie nicht überdüngt sind (vgl. Kasten).

Typische Tierarten nährstoffhaltiger Torfstiche im Mittelland

Stabwanze (*Ranatra linearis*), Seerosenzünsler (*Nymphula nymphaeata*), Kolbenwasserkäfer (*Hydrous piceus*), verschiedene Libellenarten (vgl. Abb. 5), Medizinischer Blutegel (*Hirudo medicinalis*), kleine Muscheln (*Pisidium*, *Sphaerium*), Wasserschnecken wie beispielsweise Tellerschnecken (*Planorbis*) und Schlamm-schnecken (*Limnaea*, *Radix*), Jagdspinne (*Dolomedes fimbriatus*) und Piratenspinne (*Pirata piraticus*), Wasserspinne (*Argyroneta aquatica*); neben den weiter verbreiteten Amphibienarten (Grasfrosch, Erdkröte, Bergmolch) auch Teichmolch (*Triturus vulgaris*), Kammolch (*T. cristatus*) und kleiner Wasserfrosch (*Rana lessonae*), Ringelnatter (*Natrix natrix*).



A: Torfstich am Moorrand



B: Torfstich im zentralen Bereich eines Moores

Abb. 4: Vegetationsprofile durch zwei Torfstiche.

A Torfstich am Moorrand. Das Artenspektrum deutet auf Nährstoffzufuhr aus der Moorumgebung. Hier können Rohrkolben, Igelkolben und Schilf derart üppig werden, dass die typische Lebensgemeinschaft fast vollständig verdrängt wird.

B Torfstich im zentralen Bereich eines Moores ohne Nährstoffeinfluss aus der Umgebung.

1 Steifsegge (*Carex elata*), 2 Vernachlässigter Wasserschlauch (*Utricularia neglecta*), 3 Weiße Seerose (*Nymphaea alba*), 4 Schlamm-Schachtelhalm (*Equisetum fluviatile*), 5 Schwimmendes Laichkraut (*Potamogeton natans*), 6 Schnabelsegge (*Carex rostrata*), 7 Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), 8 Fadensegge (*Carex lasiocarpa*), 9 Sumpf-Blutauge (*Potentilla palustris*), 10 Schwingrasen mit Torfmoos (*Sphagnum* sp.), 11 Tausendblatt (*Myriophyllum* sp.), 12 Schilf (*Phragmites australis*), 13 Breitblättriger Rohrkolben (*Typha latifolia*), 14 Seeflechtbinse (*Scirpus lacustris*).

Quelle: WILDERMUTH (1976)

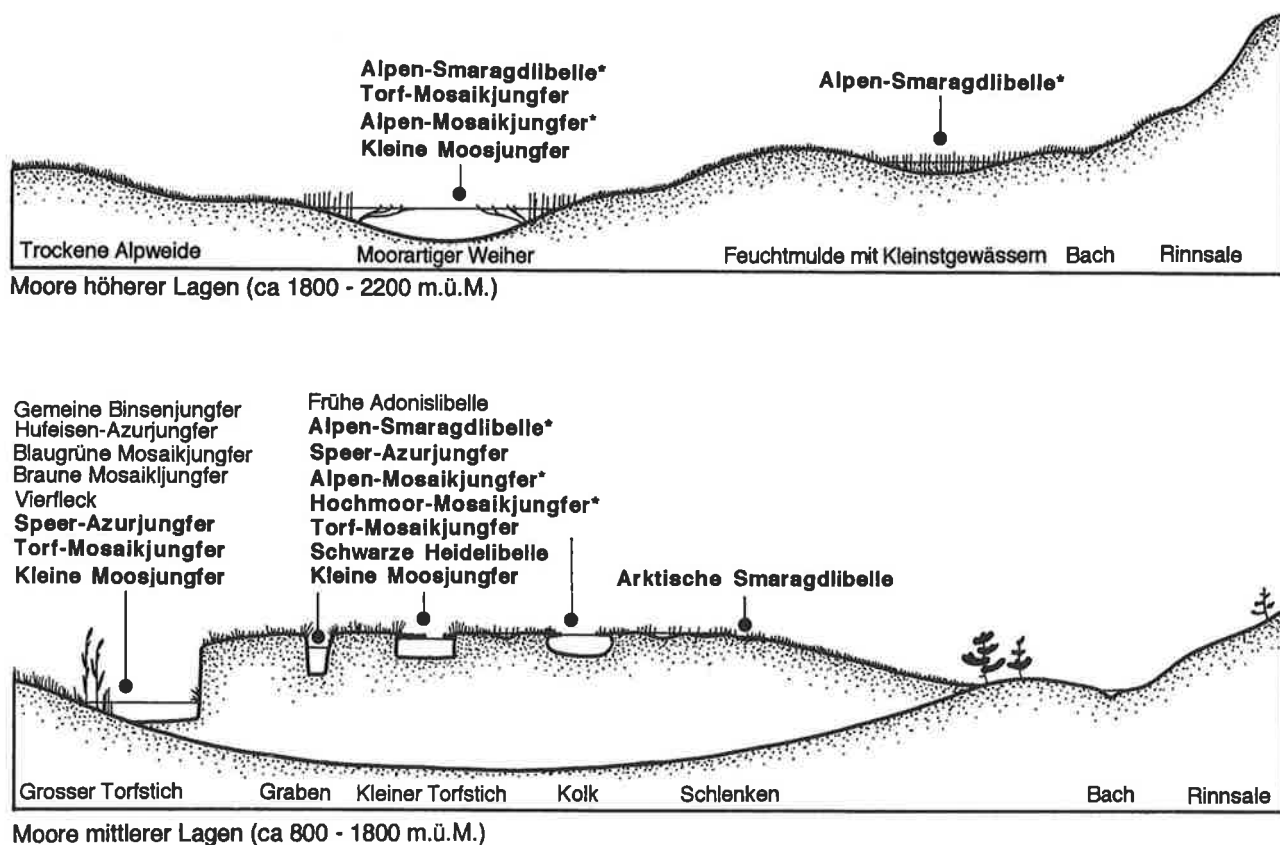


Abb. 5: Vereinfachtes Schema zur gewässerspezifischen Libellenfauna der Moore in der Schweiz.

Fett: Arten, deren Verbreitungsschwerpunkt im Moor liegt.

* = nur in den Alpen vorkommend. Weitere regionalspezifische Unterschiede in der Fauna sind nicht berücksichtigt. Für wissenschaftliche Libellen-Namen vgl. MAIBACH / MEIER (1987).

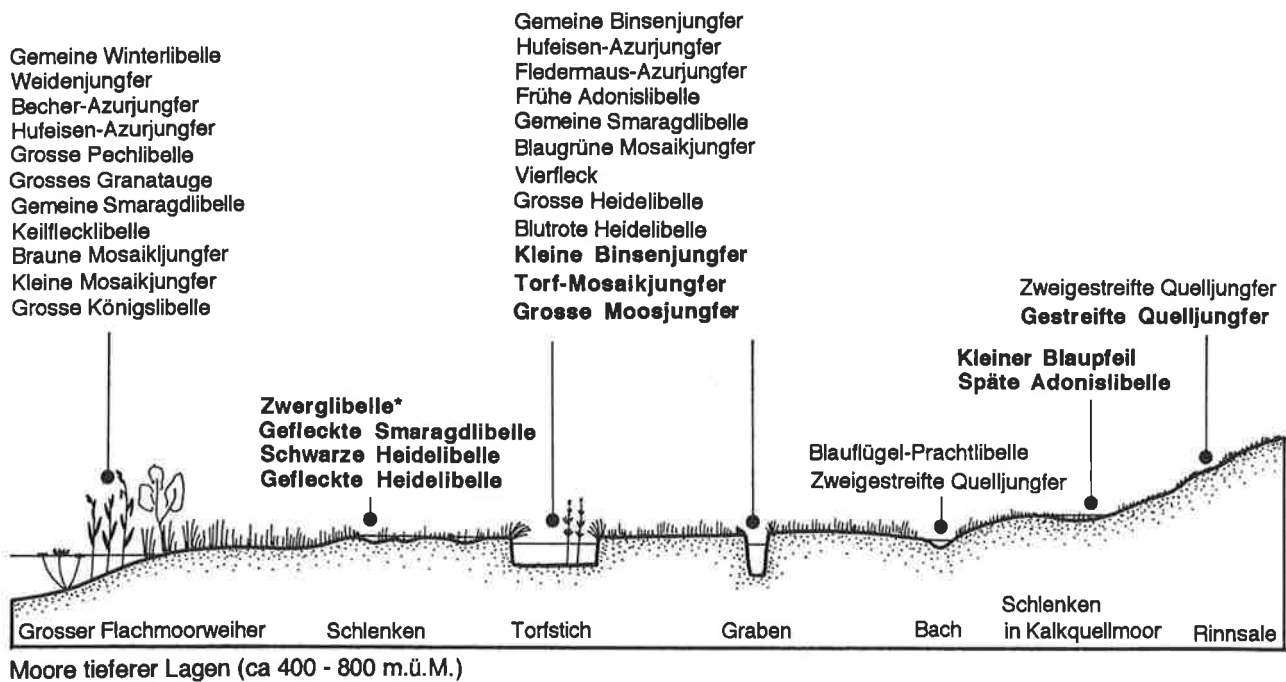
Quelle: Darstellung des Autors

2.6 Graben (Abzugsgraben)

Meist geradliniger, künstlicher Einschnitt im Moorboden, welcher der Entwässerung dient. In Streuwiesen wurde früher das Wasser zur Förderung des Vegetationswachstums gestaut und vor der Streuernte abgelassen.

2.7 Überflutetes Flachmoor

Grundwassernahe Pflanzengesellschaften wie Steifseggenried (*Carex elatae*), Kopfbinsenried (*Primulo-Schoenetum*) und Schneidebinsenröhricht (*Cladietum marisci*) stehen in der Regel eine gewisse Zeit des Jahres unter Wasser (vgl. Abb. 3). Im Uferbereich eines Sees können sie regelmässig überflutet werden. Das seichte, freie Wasser ist neutral bis leicht basisch. Es enthält Karbonat und Nährstoffe. Diese aquatischen Lebensräume besonderer Art kommen infolge der Seespiegelregulierungen in der Schweiz nur noch sehr selten vor. In solchen periodischen Gewässern sind am Bodensee (Wollmatinger



Ried) 43 Libellenarten nachgewiesen worden (SCHMIDT 1990). Dies entspricht mehr als der Hälfte der mitteleuropäischen Arten, darunter auch einiger Standortspezialisten, die zumeist auf den Roten Listen figurieren (DUELLI, 1994).

Zu den Charakterinsekten, die sich in diesen Wiesen entwickeln, gehört beispielsweise die Sumpf-Heidelibelle (*Sympetrum depressiusculum*). Wie viele der erwähnten Tierarten zählt auch sie zu den selten gewordenen Standortspezialisten.

2.8 Quellrinnsal

Schmäler, oft nur handbreiter, häufig verzweigter Abfluss von Quellwasser in einem Hangmoor. Die Ränder der Rinnsale sind mit feuchtigkeitsliebender, häufig moosreicher Vegetation bewachsen. Solche Quellfluren unterscheiden sich in der Artenzusammensetzung, je nachdem, ob das Wasser aus kalk- oder silikathaltigem Boden fliesst. Das Wasser ist ganzjährig kühl, nur geringen Temperaturschwankungen unterworfen und mässig bis sehr sauerstoffarm.

Quellrinnsale sind artenarm, dafür von Spezialisten bewohnt, insbesondere, wenn das Wasser wenig oder keine Calcium- und Bicarbonationen enthält.

Sickerquellen auf Kalkuntergrund sind mit Starknervenmoos (*Cratoneurum commutatum*) überwachsen. An den manchmal nur spärlich mit Vegetation bedeckten Rändern der Rinnsale siedeln sich über Kalktuff Bewimperter Steinbrech (*Saxifraga aizoides*) und Fettkraut (*Pinguicula* sp.) an. In den Zentralalpen, auf Silikatgestein, bestehen die Quellfluren hauptsächlich aus dem Birnmoos (*Bryum schleicheri*) oder der Bitterkresse (*Cardamine amara*).

Ein auffälliges Tier in mineralhaltigem Wasser ist die Larve der Zweigestreiften Quelljungfer (*Cordulegaster bidentatus*). Sie ernährt sich vorwiegend von Bachflohkrebsen (*Gammarus*).

2.9 Tümpelquelle

Quelle, deren ganzjährig kühles Wasser sich beim Austritt aus dem Boden in einer beckenartigen Mulde sammelt und oberflächlich abfließt. Tümpelquellen liegen meist am Hangfuss, in einer Geländemulde und manchmal mitten in einem Moor.

2.10 Moorbach

Kleines Fließgewässer, das sich durch ein Moor ergiesst. Bei schwachem Gefälle bilden sich Mäander mit Prall- und Gleithängen. Das Wasser kann vollständig oder auch nur teilweise aus dem Moor stammen und daher braun gefärbt sein. Der Nährstoff- und Säuregehalt richtet sich nach der Herkunft des Wassers.

Charakterart unter den Libellen ist u.a. die Zweigestreifte Quelljungfer (*Cordulegaster boltoni*). Hier können sich weitere Libellenarten ansiedeln wie die Blauflügel-Prachtlibelle (*Calopteryx virgo*), ausserdem verschiedene Arten von Köcherfliegen, Eintagsfliegen und Steinfliegen. Im schlammigen Bachufer verbringt ferner der Bachhaft (*Osmylus chrysops*) seine Larvenzeit.

2.11 Moorartige Tümpel der subalpinen und alpinen Stufe

Kleine Geländemulde in der subalpinen oder unteren alpinen Stufe, in der sich atmosphärisches Wasser angesammelt hat und deren Rand

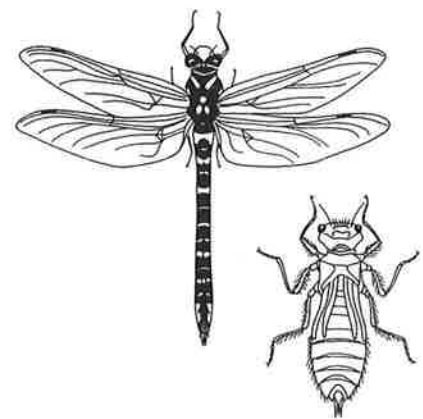
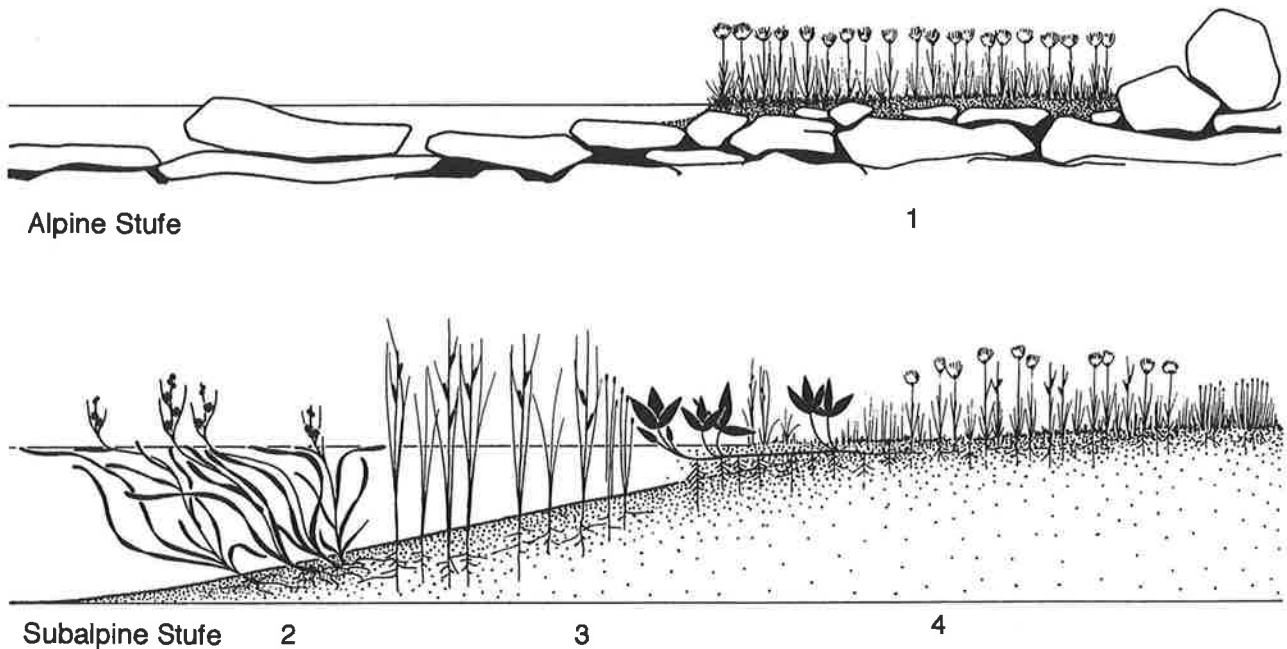


Abb. 6: Zweigestreifte Quelljungfer mit Larve.
Quelle: Darstellung des Autors.



mit Moorvegetation bewachsen ist. Der Untergrund besteht aus organischem Schlamm. Solche Gewässer können völlig abseits von Mooren – mitten in sonst trockenen Viehweiden – liegen. Das Wasser ist sauer, nährstoff-, calcium- und carbonatarm, selbst dann, wenn die abgedichtete Mulde auf Kalkgestein aufliegt.

Moorartige Tümpel im subalpinen und alpinen Bereich haben eine eigene Pflanzenwelt. In gleichmässig geformten Mulden bilden sich mehrere konzentrisch angeordnete Vegetationsgürtel. Tiefere Stellen sind dicht mit Schmalblättrigem Igelkolben (*Sparganium angustifolium*) bewachsen, zu dem sich häufig Wasserstern (*Callitriche palustris*) gesellt. Uferwärts folgt ein Ring mit Scheuchzers Wollgras (*Eriophorum scheuchzeri*), der zur Fruchtzeit der Pflanzen mit den leuchtend weissen Schöpfen besonders auffällt, dann ein Gürtel mit Brauner Segge (*Carex nigra*). Die Abfolge ist allerdings nicht immer gleich. Anstelle des Wollgrases können sich auch dichte Fluren der Schnabelsegge (*Carex rostrata*) ansiedeln. In der alpinen Stufe tritt Scheuchzers Wollgras an den Gewässern oft auch in Reinbeständen auf (Abb. 7).

Moorartige Tümpel der subalpinen und alpinen Höhenstufe enthalten verhältnismässig wenige, aber typische Tierarten. Für Torfgewässer in höheren Lagen sind dies die Torf-Mosaikjungfer (*Aeshna juncea*), die Alpen-Smaragdlibelle (*Somatochlora alpestris*) und die Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*). Häufigste Amphibien sind der Grasfrosch (*Rana temporaria*) und der Bergmolch (*Triturus alpestris*).

Abb. 7: Vegetationsprofil durch die Verlandungszone zweier Weiher in der alpinen und subalpinen Stufe. 1 Rasen mit Scheuchzers Wollgras (*Eriophorum scheuchzeri*), 2 Gürtel mit schmalblättrigem Igelkolben (*Sparganium angustifolium*), 3 Gürtel mit Schnabelsegge (*Carex rostrata*), Teichbinse (*Eleocharis* sp.) und Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*), 4 Braunseggenried mit Scheuchzers Wollgras und weiter landeinwärts Rasenbinse (*Scirpus cespitosus*).

Quelle: WILDERMUTH (1978)

3 BEDEUTUNG DER KLEINGEWÄSSER AUS DER SICHT DES LANDSCHAFTS- UND ARTENSCHUTZES

Moorgewässer sind Teilbereiche der Landschaft, von denen sich viele Menschen besonders angesprochen fühlen. Eine ähnliche Anziehungskraft haben wollgrasbestandene Alpweiher oder Torfstiche mit blühenden Seerosenteppichen. Ihr landschaftsästhetischer Wert ist unbestritten. Moorgewässer zählen deshalb zu den besonderen Werten der Moorlandschaften. Da die Moorgewässer einer Vielzahl seltener und bedrohter Arten eine Existenzgrundlage bieten, sind sie auch für den Artenschutz von grosser Bedeutung. Dies gilt genauso für die unscheinbaren Klein- und Kleinstgewässer wie die Schlenken, Quellrinnale und zeitweilig überfluteten Mulden. Für viele Spezialisten unter den Pflanzen und Tieren sind sie ausschliesslicher Lebensraum oder zumindest hauptsächlicher Teillebensraum. Mit dem Rückgang der Feuchtgebiete in der Schweiz sind diese Arten so selten geworden, dass man sie auf die Rote Liste setzen musste (vgl. DUELLI, 1994; LANDOLT, 1991). Es ist aus Gründen des Artenschutzes notwendig, auch diesen Kleinlebensräumen vermehrt Beachtung zu schenken.

4 GEFÄHRDUNG UND SCHUTZ

Neben der allgemeinen Gefährdung der Moore durch Entwässerung, Torfabbau, Tourismus usw. gibt es für die Kleingewässer auch einige spezifische Gefahren:

- Torfstiche und kleine Geländemulden werden mit Abfällen (z.B. faulendes Heu) oder Erdreich aufgefüllt. Letzteres geschieht oft mit der Absicht, den Boden einzuebnen, um damit den maschinellen Streuschnitt zu erleichtern.
- Torfstiche in kleinen Mooren werden manchmal mit roten Seerosen bepflanzt, mit Goldfischen besetzt und am Rand mit Ruhebänken versehen. In der Folge wird die vorhandene Lebensgemeinschaft empfindlich gestört. Das durch solche "Schmuckweiher" angezogene Publikum schädigt zudem die Vegetation der Umgebung nachhaltig.
- Völlig zerstört werden solche Gewässer, wenn sie zu Enten Weihern umgestaltet werden.

- Aus der Moorumgebung einflussende Düngstoffe können Kleingewässer nicht nur im Randbereich, sondern auch mitten im Moor beeinträchtigen, wenn sie mit Abzugsgräben und anderen Wasserläufen in Verbindung stehen.
- Beträchtliche Schäden an Flora und Fauna können bei Unterhaltsarbeiten entstehen, wenn bestehende Abzugsgräben auf der ganzen Strecke in einem einmaligen Arbeitsgang, maschinell und übertief ausgeräumt werden.
- Nachhaltige Veränderungen der Nährstoffverhältnisse und in der Folge der Flora und der Fauna entstehen, wenn Aushubmaterial aus Abzugsgräben oder verlandeten Torfstichen auf der Moorfläche angehäuft oder verteilt werden.
- Wenn in einem Hangmoor die weit verzweigten Rinnsale durch den Bau einer Rinne zu einem einzigen Bächlein zusammengefasst werden, hat dies fatale Folgen für die Lebensgemeinschaft der Quellfluren.
- Wenn das Vieh die Alpweiher als Tränke benützt, entstehen in der Verlandungszone Trittschäden.

Im Normalfall müssen die Kleingewässer zusammen mit der ganzen Moorfläche (inkl. Pufferzonen) geschützt werden. Innerhalb der Moorlandschaften wird ihnen auch ein besonderer Schutz zuteil, wenn sie ausserhalb des Moorbiotopes liegen. Einzelschutzmassnahmen sind deshalb höchstens dort angezeigt, wo kleine Moorgewässer isoliert und verstreut in intensiv genutzten Alpweiden liegen oder die Abzugsgräben und Bäche ihren Ursprung ausserhalb des Moores haben. Handelt es sich um nährstoffbelastete Gewässer, ist eine Sanierung der Nährstoffquelle vorzunehmen. Wenn dies nicht möglich ist, soll mit technischen Massnahmen sichergestellt werden, dass das belastete Wasser nicht in die Moorfläche - und damit in Schlenken und Torfstiche - eindringen kann.

Weitere Angaben zu Schutz, Pflege und Neuschaffung von Kleingewässern finden sich in Band 2, Kapitel 2.1.

LITERATUR

DUELLI, P. (1994): Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen, EDMZ, Bern, 97 S.

LANDOLT, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen, EDMZ, Bern, 185S.

MAIBACH, A. & C. MEIER (1987): Verbreitungsatlas der Libellen in der Schweiz (Odonata). Doc. faun. Helv. 4, 230 S.

SCHMIDT, B. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchungen zur Libellenfauna (Odonata) der Streuwiesen im NSG Wollmatingerried bei Konstanz. Naturschutzforum 3/4: 39-80.

STERNBERG, K. (1990): Autökologie von sechs Libellenarten der Moore und Hochmoore des Schwarzwaldes und Ursachen der Moorbindung. Diss. Univ. Freiburg i.Br.

WILDERMUTH, H. (1976): Der Pfäffikersee. Druckerei Wetzikon AG, Wetzikon, 144 S.

WILDERMUTH, H. (1978): Natur als Aufgabe. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 298 S.

ANSCHRIFT DES AUTORS

PD Dr. H. Wildermuth
Haltbergstrasse 43
8630 Rüti

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1995

Bedeutung und Pflege des Schilfs

1 MERKMALE DES SCHILFES

Der Schilf (*Phragmites australis*) gehört zur Familie der Süßgräser und kann, je nach standörtlichen Bedingungen, an schweizerischen Seeufern Längen von 2 bis 4 m erreichen. Sein Wurzelstock (Rhizom) bildet dabei ein viele Meter langes, reich verzweigtes Ausläufersystem (BINZ-REIST, 1989). Er vermehrt sich fast ausschliesslich vegetativ durch Rhizomspresse. Zwar werden viele keimfähige Samen gebildet, doch sie entwickeln sich nur unter ganz besonders günstigen, konkurrenzfreien Bedingungen zu überlebensfähigen Schilfpflanzen. Der Schilf besiedelt sehr unterschiedliche Standorte bis in eine Höhe von über 1'900 m. ü. M. Optimale Bedingungen, unter denen Schilf Reinbestände ausbilden kann, sind gekennzeichnet durch eine gute bis sehr gute Nährstoffversorgung, andauernde Nässe oder Überflutung und vollen Lichtgenuss. Die Halme besitzen röhrenförmige Hohlräume, die von der Halmspitze bis in die Wurzeläste reichen und diese mit Sauerstoff versorgen.

Im Frühjahr treiben aus dem Rhizom im Vorjahr vorgebildete Knospen zu neuen Halmen aus, die sich durch ein starkes Längenwachstum (bis zu 4,5 cm pro Tag) auszeichnen. Im Herbst werden die Nährstoffe grösstenteils aus den Halmen in die Rhizome verlagert, und der oberirdische Teil der Pflanze stirbt ab. Die stark mit Kieselsäure durchsetzten, trockenen Schilfhalme bleiben teilweise noch 2-3 Jahre stehen.

2 DIE RÖHRICHTBESTÄNDE

Röhrichte formen die natürliche Ufervegetation an vielen Seen und Fließgewässern, wobei eine Unterteilung in die See-/Teichröhrichte sowie die Bach-/Flussröhrichte vorgenommen werden kann. Sie werden unterschieden von den Land-Röhrichten.

Den Kern eines Röhrichtbestandes bilden meist "Monokulturen" des nahezu weltweit verbreiteten Schilfes. Daneben können auch die beiden Rohrkolbenarten (*Typha angustifolia*, *Typha latifolia*) zur Dominanz gelangen (ELLENBERG, 1996). An Fließgewässern ist zudem das Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) häufig. Zu den Röhrichten werden noch verschiedene weitere Pflanzengesellschaften (z.B. Teichbinsenröhricht, Wasserschwaden-Röhricht) gezählt, wobei aber das Schilfröhricht in der Schweiz am stärksten verbreitet ist (vgl. Band 1, Beitrag 2.2.5).

An vielen Schweizer Seen war in den letzten Jahrzehnten ein Rückgang der Schilfbestände festzustellen. Derzeit scheinen sich die Bestände wieder an verschiedenen Orten stabilisiert zu haben bzw. es wurden Massnahmen zu deren Schutz ergriffen. Andererseits breitete sich der Schilf immer häufiger an trockeneren Standorten in der Flachmoorvegetation aus, was an verschiedenen Orten zu einer eigentlichen "Verschilfung" führte (vgl. Ziffer 4).



Abb. 1: Schilfbestand im Verlandungsbereich eines Kleingewässers.
Foto: M. F. Broggi

3 DIE LEBENSGEMEINSCHAFT IM SCHILFRÖHRICHT

Die Schilfbestände sind, was die Gefässpflanzen betrifft, artenarm. Bezüglich Biomasse zählen sie jedoch zu den produktivsten Pflanzengemeinschaften der gemässigten Breiten. Sie stellen einerseits die direkte Nahrungsgrundlage und andererseits den Lebensraum für Tier- und Pflanzenarten dar, die in einem Nahrungsnetz miteinander in Beziehung stehen.

Für die Tierwelt sind die See- und Teichröhrichte (BLAB, 1986) bedeutungsvoll, während der Schilf im terrestrischen Bereich von Feuchtgebieten eine viel geringere Bedeutung entfaltet. Durch den geringeren Durchmesser und/oder die geringere Halmdichte bietet der Landschilf vielen Röhrichtbewohnern keinen geeigneten Lebensraum, und aufgrund der verbreiteten Herbstmahd stehen die alten Schilfhalm auch nicht als Überwinterungsort zur Verfügung. Schliesslich fehlt in den meisten Fällen die direkte Verbindung zum offenen Wasser, die für viele Schilfbewohner ausschlaggebend ist (OSTENDORP, 1993).

3.1 Nutzung der Schilfpflanze und ihres Aufwuchses

Da der Schilf stark mit Kieselsäure versetzt ist, kann er als Nahrungsquelle nur von wenigen Spezialisten, hauptsächlich Insekten, direkt genutzt werden. Hingegen stellt der Schilf nur für vereinzelte Säugetiere wie die Bisamratte (*Ondatra zibethicus*), die Nutria (*Myocastor coypus*) oder die Schermaus (*Arvicola terrestris*) und nur für wenige Vögel wie das Blässhuhn (*Fulica atra*) eine Nahrungsgrundlage dar (HÜRLIMANN, 1951; OSTENDORP, 1993). Im Rahmen von Versuchen zur extensiven Beweidung von Feuchtflächen zeigte sich, dass vor allem die jungen Schilfhalm auch von Robust-Rinderrassen (z.B. Schottisches Hochlandrind) und Pferden gefressen werden (WALTHER, 1994).

Dagegen gibt es eine ganze Reihe von pflanzenfressenden Insektenarten, die häufig am heranwachsenden Schilfhalm die Stengelwand durchnagen, während des Sommers von den inneren Stengelgeweben fressen und dann in den austrocknenden Halmen überwintern. Dazu gehören verschiedene Gallmücken-, Halmfliegen- und Schmetterlingsarten (vor allem aus den Familien der Eulen, Holzbohrer und Zünsler). Ein häufiges Befallsbild sind die zigarrenförmigen Gallen. Auch dienen die Schilfpflanzen während der Vegetationsperiode vielen wei-

teren "Blattsaftsaugern" (u.a. Blattläusen, Zikaden sowie Schildlaus- und Milbenarten) als Nahrungsquelle.

Der Algenaufwuchs unter der Wasserlinie wird zudem von einer Vielzahl von Wassertieren "abgeweidet" (von Wimpertierchen bis Kleinkrebsen, Schnecken und Insektenlarven).

3.2 Schilfröhricht als Winterquartier für Wirbellose

Die alten *Phragmites*-Halme sind ein beliebtes Überwinterungsquartier für Arthropoden. So fanden NEUMANN / KRÜGER (1991) im Winter in abgestorbenen und vom Wind gebrochenen Schilfhalmen rund 24 verschiedene Insekten- und Spinnenarten. Die Hohlräume der Schilfhalme bieten einen relativ trockenen, vor Überflutung und Vereisung geschützten Überwinterungsplatz. Kälteempfindliche Arten können in den hohlen und luftgefüllten Stielen auch unter der Wasserlinie überwintern und so vom Temperatenausgleich durch das Wasser profitieren. Im Winter stellen sich so viele Arthropoden, wie Asseln, Milben, Spinnen und vor allem Laufkäfer und Kurzflügler ein, die dann im Frühjahr in die benachbarten Kraut- und Bodenschichten abwandern. Daneben dienen die abgestorbenen Halme auch im Sommer einigen Tierarten als Tagesversteck, wie z.B. der Sackspinne (*Clubiona phragmites*).

3.3 Schilfröhricht als Nahrungsraum

Die in den Schilfbeständen vorkommenden Primärkonsumenten sind ihrerseits wieder Beutetiere für Spinnen, Wespenlarven, Käfer, Fische sowie insektivore Vögel und Säugetiere. Dabei ist die Artenvielfalt der unter Wasser lebenden Räuber (Würmer, Egel, Kleinkrebse, Mückenlarven, Wassermilben) bedeutend grösser als diejenige der am nicht überschwemmten Schilfhalm jagenden Tiere (OSTENDORP, 1993).

Gezielt von Vögeln gesucht werden die Larven der halmbohrenden Schmetterlinge, Gallmücken und Halmfliegen. Daneben ist zwischen den Halmstoppeln und der Halmspreu am Boden eine beachtliche Menge an Arthropoden zu finden, die Rotkehlchen, Zaunkönig, Heckenbraunellen und Rohrammer reichlich Nahrung bieten (NEUMANN / KRÜGER, 1991).

Im Winter stellen die Schilfhalme mit ihrer reichen überwinternden Arthropodenpopulation eine wichtige Nahrungsquelle für insektivore

Singvögel dar. So wurden teilweise bis zu 20% der mit Insekten besetzten Halme vor allem von Blau- und Kohlmeisen aufgehackt (FRÖMEL, 1980). Auch die Samen werden im Winter von Vögeln genutzt (z.B. Bartmeise).

3.4 Vögel im Schilf

Von allen Organismengruppen, die im Schilfröhricht vorkommen, sind die Vögel am besten untersucht.

Die Schilfgebiete stellen einen wichtigen Brutraum für eine Vielzahl von Vogelarten dar. Für die Wahl als Brutplatz sind u.a. die Fläche des Röhrichtbestandes, die Art des Umlandes, der Schilfaufbau (Alt-/Jungschilf, dicht/lückig, Reinbestände/von anderen Pflanzenarten durchsetzt) und die Habitatsdiversität ausschlaggebend.

So brüten viele Arten nur in hohem und dichtem Schilf und teils bevorzugt in mehrjährigen Altschilfbeständen (z.B. Wasserralle, Kleines Sumpfhuhn). Einige Arten (z.B. Drossel- und Teichrohrsänger) benötigen direkt das Altschilf, um daran ihre Nester zu befestigen. Auf dichte Altschilfbestände sind auch die in der Schweiz vom Verschwinden bedrohten Zwergreihher, Purpureihher und Rohrweihe, sowie der gefährdete Rohrschwirl angewiesen.

Viele weitere Arten sind nicht an Schilfbestände gebunden, können dort aber überwiegend angetroffen werden (z.B. Teichhuhn, Blässhuhn, Hauben- und Schwarzhalstaucher, verschiedene Entenarten; OLBERG, 1952).

Zusätzlich kann, wie bei der Rohrammer, die Umgebung aufgrund des dort vorhandenen Nahrungsangebotes für die Nistplatzwahl ausschlaggebend sein. So brütet diese Art nur in Schilfgürteln, die an ein Riedgebiet grenzen (SCHIESS, 1989).

Die Schilfbestände beherbergen auch verschiedene Nahrungsgäste, die sich hier nur sporadisch aufhalten. Dazu zählen z.B. der Graureihher, der zwischen den Halmen den Fischen nachstellt, oder verschiedene Schwalbenarten, die über dem Schilf nach Insekten jagen. Auf dem Zug benutzen viele Arten die Röhrichte auch als sichere Schlaf- oder Rastplätze (z.B. Stare, Bachstelze).

4 TERRESTRISCHE SCHILFBESTÄNDE UND “VERSCHILFUNG” VON FLACHMOOREN

Zwar erreicht Schilf in Röhrichtbeständen, d.h. bei ständiger Nässe bzw. Überflutung, seine höchste Vitalität und gilt oft als Röhrichtpflanzenart schlechthin. Doch auch in vielen weiteren Feuchtgebiets-typen, etwa in Flach- und Hochmooren oder Nasswiesen, ist die Art weit verbreitet, wie auch ältere Vegetationsuntersuchungen belegen. Allerdings wurde in den vergangenen Jahrzehnten in verschiedenen Feuchtgebieten der Schweiz ein Neuauftreten von Schilfhalmern auf bisher schilffreien Flächen oder eine Zunahme der Halmdichte auf bereits von Schilf besiedelten Flächen beobachtet. Diese Verschilfung konnten MARTI / MÜLLER (1993) durch einen Vergleich mit einer Kartierung aus dem Jahre 1976 für eine Auswahl an Zürcher Flachmooren nachweisen. Sie stellten eine Zunahme der Schilfdichte für 33% der Teilobjekte fest, gegenüber einer Abnahme bei gerade 5% der Objekte.

Entscheidend für das Vorkommen des Schilfs im terrestrischen (d.h. nicht ständig überfluteten) Bereich ist seine Konkurrenzkraft gegenüber den anderen Feuchtgebietsarten. Diese wird durch die Nährstoff- und Wasserversorgung sowie die Bewirtschaftung bestimmt. Schilf dringt vor allem an nährstoffreichen Stellen vor (GÜSEWELL / KLÖTZLI, 1998; BRÜLISAUER / KLÖTZLI, 1998; GÜSEWELL / EDWARDS, 1999), besonders wenn die Mahd ausbleibt oder erst spät im Herbst erfolgt (BRIEMLE / ELLENBERG, 1994). Der Grundwasserstand oder der pH-Wert des Bodens hingegen spielen anscheinend innerhalb des in Schweizer Flachmooren angetroffenen Bereichs für die Verschilfungstendenz keine nennenswerte Rolle (BRÜLISAUER / KLÖTZLI, 1998).

Schilf beeinflusst, allein oder zusammen mit den in verschilften Flächen häufigen Hochstauden, die Artenzusammensetzung der Flächen. Insbesondere beinhalten verschilfte Flächen in der Regel mehr schattentolerante Arten, weniger Arten der Roten Liste und weniger moortypische Arten als unverschilfte (GÜSEWELL / KLÖTZLI, 1998). Stark verschilfte Flächen werden meist durch Scharfkantige Segge (*Carex acutiformis*), Spierstaude (*Filipendula ulmaria*) und einige Fettwiesen-Arten dominiert und sind allgemein sehr artenarm (vgl. Abb. 2). Die Verschilfung von Flachmoorflächen ist daher aus der Sicht des Moorschutzes nicht erwünscht. Eine mässige Schilfdichte hingegen (unter ca. 200 g/m², vgl. Abb. 2) scheint auf die anderen Arten keine bedeutenden Auswirkungen zu haben, auch

dann nicht, wenn der Schilf die Vegetation im späteren Sommer offensichtlich dominiert. Dies liegt vermutlich an der relativ späten Entwicklung des Schilfs im Frühjahr, aufgrund derer die Lichtbedingungen in mässig verschilften Flächen bis zum Sommer kaum beeinflusst werden (GÜSEWELL / EDWARDS, 1999).

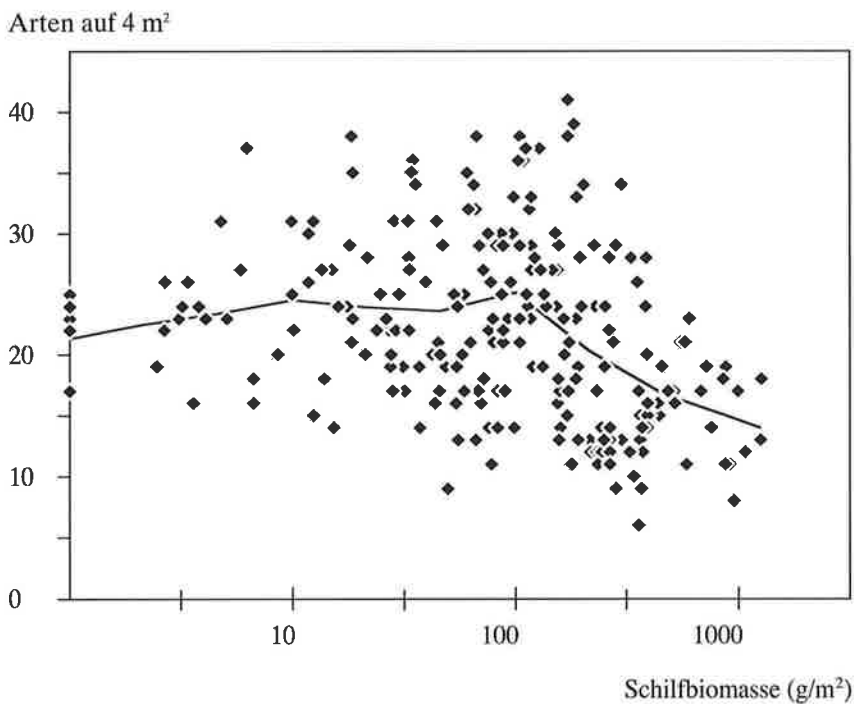


Abb. 2: Artenzahl von 240 Quadraten in Flachmooren der Umgebung von Zürich in Abhängigkeit der oberirdischen Schilfbiomasse. Die Linie verbindet die Mittelwerte (berechnet nach Einteilung der x-Achse in 10 gleiche Abschnitte).

5 VORSCHLÄGE FÜR DEN SCHILFSCHNITT

5.1 Röhrichtbestände

Zu den Auswirkungen der Mahd auf die halmbohrenden Insektenarten bestehen widersprüchliche Aussagen. Einzig die Schilfeule wird durch den Rohrschnitt vollständig entfernt. Andere Arten werden kaum beeinflusst und wieder andere reagieren je nach Standort unterschiedlich (KAMPICHLER et al., 1994). Die Mahd als Massnahme um dem vielerorts beobachteten wasserseitigen Schilfsterben entgegenzuwirken, ist umstritten.

Hingegen sind einige Grundsätze bekannt, die beim Schilfschnitt beachtet werden sollen.

- Die Mahd von Röhrichtbeständen ist so vorzunehmen, dass die Interessen von verschiedenen Artengruppen (unterschiedliche Nahrungs- und Biotopansprüche verschiedener Tierarten) berücksichtigt werden. Die Mahd soll sektoriell erfolgen, wie dies von zahlreichen Autoren (FRANZ 1989; BLAB 1986; EGLOFF 1984) gefordert wird. Ziel ist ein reich strukturierter Schilf mit z.T. mehrjährigen Altschilfbeständen. Auf ein vollständiges, grösserflächiges Schneiden der Schilfbestände ist daher zu verzichten.

- Bei grösseren Schilfflächen sind Pflegepläne notwendig, die objektspezifisch wünschenswerte Strukturierungen erlauben. Diese besitzen eine Ortskomponente (welche Gebiete werden geschnitten?) und eine Zeitkomponente (wann und in welchen Zeitabständen?). Sie müssen eine hohe Diversität, eine genügende Vernetzung und Grösse der verschiedenen Flächen gewährleisten.

- Im allgemeinen sollten sich die Pflegemassnahmen auf den landseitigen Randbereich des Schilfgürtels beschränken.

- Idealerweise werden die Flächen bei gefrorenem Boden und mit möglichst geringer mechanischer Belastung durch die Mähmaschinen geschnitten.

- Auf ein Abbrennen der Schilfbestände ist im Interesse der Tierwelt ganz zu verzichten.

5.2 Verschilfte Flachmoore und Feuchtwiesen

Als Massnahme gegen die Verschilfung von regelmässig im Herbst gemähten Flachmooren und Feuchtwiesen wird in der Regel empfohlen, die Mahd auf einen früheren Termin zu verlegen oder bei Beibehaltung der Herbstmahd einen zusätzlichen frühen Schnitt (z.B. im Juni) durchzuführen (EGLOFF, 1984; vgl. Band 2, Beitrag 2.1.1). Diese Massnahmen zeigen allerdings bestenfalls mittel- bis langfristig Erfolg (vgl. Abb. 3).

Dem Schilf werden durch die frühere, bzw. zusätzliche Mahd zwar mehr Nährstoffe entzogen, doch die Konkurrenz seitens der anderen Arten wird ebenfalls vermindert, und bei genügendem Nährstoffangebot können die Verluste offenbar während einiger Zeit durch erhöhte Nährstoffaufnahme oder durch die unterirdischen Reserven ausgeglichen werden. Darum lassen sich in kurzfristigen Versuchen (weniger als 5 Jahre) meist keine Mahdeffekte nachweisen (ROWELL et al., 1985; EGLOFF, 1986; GÜSEWELL, 1998). Längerfristige Wirkungen sind noch weiter zu untersuchen. Trotzdem lassen sich bereits erste Empfehlungen ableiten:

Schilfbiomasse Ende Juni (g/m^2)

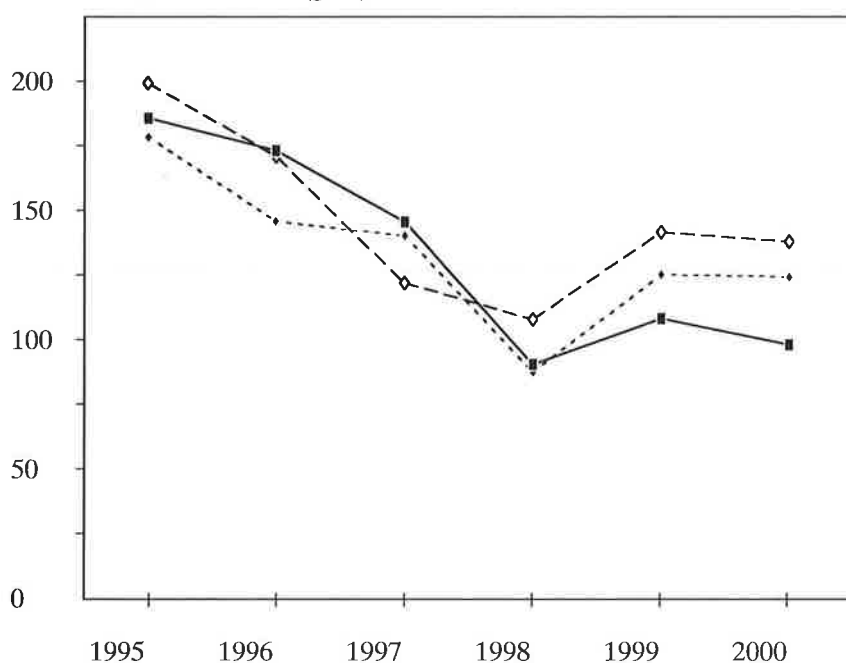


Abb. 3: Entwicklung der oberirdischen Schilfbiomasse in 15 Probe-
flächen in zwei Flachmooren in der
Umgebung von Zürich. Alle
Flächen wurden zum normalen Ter-
min im Frühherbst gemäht, fünf
davon zusätzlich Ende Juni jedes
Jahr und fünf zusätzlich Ende Juni
jedes zweite Jahr. Erst ab dem fünf-
ten Versuchsjahr beginnt sich eine
Wirkung der zusätzlichen Mahd
abzuzeichnen. Dabei ist zu beach-
ten, dass es sich nur um schwach bis
mässig verschilfte Flächen handelt.

- ◇— Kein Junischnitt
- ◇--- Junischnitt jedes 2. Jahr
- Junischnitt jedes Jahr

- In Fällen, wo starke Verschilfung eine Folge des Ausbleibens der Mahd während mehrerer Jahre ist, genügt oft die Wiederaufnahme des jährlichen Schnittes zur Wiederherstellung einer mässigen Schilfdichte (GRYSEELS, 1989; BRIEMLE / ELLENBERG, 1994; GÜSEWELL et al., 2000).
- Langfristige Mahdversuche in schwach verschilften Flachmooren am Neuenburger See zeigten, dass unter nährstoffarmen Verhältnissen eine Zunahme der Schilfdichte unabhängig von der Bewirtschaftung ausbleibt, und dass selbst eine winterliche Mahd zur Kontrolle des Schilfes genügt (GÜSEWELL et al., 2000). Massgeblich für die Beeinflussung der Verschilfung dürfte daher in jedem Fall eine Reduktion der Nährstoffversorgung sein. Allerdings handelt es sich auch hier um eine Massnahme, von der nur langfristig eine Wirkung erwartet werden kann.
- Für eine kurzfristige Bekämpfung des Schilfs könnte sich die Beweidung durch Robust-Pferde- oder Rinderrassen am wirksamsten erweisen, da durch diese Tiere gerade die jungen Schilfhalme bevorzugt gefressen und so durch Verbiss und Tritt geschädigt werden (vgl. WALTHER, 1994). Entsprechende Versuche werden in der Schweiz seit 1996 durchgeführt.

LITERATUR

- BLAB, J. (1986): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 24, Kilda-Verlag, 257 S.
- BINZ-REIST, H.R. (1989): Mechanische Belastbarkeit natürlicher Schilfbestände durch Wellen, Wind und Treibzeug. Veröff. Geobot. Inst. ETH 101, 536 S.
- BRIEMLE, G. / ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Natur und Landschaft 69, Heft 4, 139–147.
- BRÜLISAUER, A. / KLÖTZLI, F. (1998): Habitat factors related to the invasion of reeds (*Phragmites australis*) into wet meadows of the Swiss Midlands. Z. Ökol. Natursch. 7, 125–136.
- EGLOFF, T. (1984): Richtlinien zur Bewirtschaftung und Pflege von Riedern und Mooren im Sinne des Naturschutzes. Schweizerischer Bund für Naturschutz, 55 S.
- EGLOFF, T. (1986): Auswirkungen und Beseitigung von Düngungseinflüssen auf Streuwiesen. Eutrophierungssimulation und Regenerationsexperimente im nördlichen Schweizer Mittelland. Veröff. Geobot. Inst. ETH 89, 1–183.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen - in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 5. Auflage, 1095 S.
- FRANZ, D. (1989): Zur Bedeutung flussbegleitender Schilf-/Brennnessel- und Gebüschstreifen für die Vogelwelt und deren Gefährdung durch Mahd. Schriftenreihe Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Heft 92, München, Beiträge zum Artenschutz 8, 61–69.
- FRÖMEL, R. (1980): Die Verbreitung im Schilf überwinternder Arthropoden im westlichen Bodenseegebiet und ihre Bedeutung für die Vögel. Die Vogelwarte 30, 218–254.
- GRYSEELS, M. (1989): Nature management experiments in a derelict reedmarsh. II. Effects of summer mowing. Biol. Cons. 48, 85–99.
- GÜSEWELL, S. (1998): Does mowing in summer reduce the abundance of *Phragmites australis* in fen meadows? Bull. Geobot. Inst. ETH 64, 23–35.
- GÜSEWELL, S. / KLÖTZLI, F. (1998): Abundance of common reed (*Phragmites australis*), site conditions and conservation value of fen meadows in Switzerland. Acta Bot. Neerl. 47, 113–129.
- GÜSEWELL, S. / EDWARDS, P. (1999): Shading by *Phragmites australis*: a threat for species-rich fen meadows? Appl. Veg. Sci. 2, 61–70.
- GÜSEWELL, S. / LE NEDIC, C. / BUTTLER, A. (2000): Dynamics of common reed (*Phragmites australis* Trin.) in Swiss fens with different management. Wetlands Ecology and Management 8/4.
- HÜRLIMANN, H. (1951): Zur Lebensgeschichte des Schilfs an den Ufern der Schweizer Seen. Pflanzengeographische Kommission der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, Heft 30, Verlag Hans Huber, Bern, 225 S.
- KAMPICHLER, CH. / MISSLINGER, B. / WAITZBAUER, W. (1994): Der Einfluss des Schnitts auf die endophage Fauna des Schilfes (*Phragmites australis*). Z. Ökologie u. Naturschutz 3 (1994): 1–9.
- MARTI, K. / MÜLLER, R. (1993): Überprüfung des Pufferzonen-Schlüssels der BFÖ (1986) auf seine Wirksamkeit in der Praxis. Bericht zuhanden des Amtes für Raumplanung des Kantons Zürich.
- NEUMANN, D. / KRÜGER, M. (1991): Schilfhalme im Winter - Überwinterungsquartier für Insekten und Spinnen sowie Nahrungsquelle für insektivore Singvögel. Natur und Landschaft 66, 166–168.
- OLBERG, G. (1952): Vögel im Schilf. Die neue Brehm-Bücherei, Heft 61, 68 S.
- OSTENDORP, W. (1993): Schilf als Lebensraum. Beih. Veröff. Naturschutz. Landschaftspflege Bad.-Württ. Heft 68, 173–280.
- ROWELL, T.A. / GUARING, L. / HARVEY, H.J. (1985): The experimental management of vegetation at Wicken Fen, Cambridgeshire. J. Appl. Ecol. 22, 217–227.
- SCHIESS, H. (1989): Schilfbestände als Habitatsinseln von Vögeln. Eidgen. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf, Bericht Nr. 321, 48 S.
- WALTHER, B. (1994): Biotopmanagement mit dem Schottischen Hochlandrind (*Bos taurus primigenius scoticus*): Ökologische Auswirkungen eines Wechselweidekonzeptes auf Fauna und Flora einer Riedwiese in der Petite Camargue Alsacienne. Dissertation, Basel, 208 S.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Dipl. Biol. Rudolf Staub
RENAT GmbH
Schulhausstrasse 20
9470 Buchs

Dr. Sabine Güsewell
Geobotanisches Institut ETH
Zürich
Gladbachstrasse 114
8044 Zürich

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2 / 1998

Artenvielfalt in Flachmooren der Voralpen

1 EINLEITUNG

Flachmoore gehören zu den artenreichsten Lebensräumen in Mitteleuropa. In den nördlichen Voralpen leben bis zu 48 verschiedene Arten von Moosen, 128 Blütenpflanzenarten, 28 Tagfalter- und 10 Heuschreckenarten in einem einzigen Flachmoor (BERGAMINI, 2000; PEINTINGER, 1999; WETTSTEIN / SCHMID, 1999). Viele dieser Arten sind Spezialisten und damit in ihrer Verbreitung eng an den Lebensraum Flachmoor gebunden.

Unter der Leitung von Prof. Bernhard Schmid untersuchte eine Forschungsgruppe des Instituts für Umweltwissenschaften der Universität Zürich zwischen 1994 und 1999, welche Faktoren für die Artenvielfalt insgesamt und die Bestandsgrösse ausgewählter Arten in Flachmooren der Voralpen wichtig sind. Dabei standen die folgenden Fragen im Vordergrund:

- Hängt die Artenvielfalt von der Grösse der Flachmoore ab?
- Ist die Artenvielfalt von der gegenseitigen Vernetzung der Flachmoore in der Landschaft und der Naturnähe der Moorumgebung beeinflusst?
- Bei welcher Bewirtschaftungsart haben Flachmoore eine höhere Artenvielfalt, bei Beweidung oder Mahd (Streuwiesen)? Wie gross ist der Einfluss der Beweidungsintensität?
- Wie wirken sich Moorgrösse und Nutzung auf die Häufigkeit und die Populationsstruktur charakteristischer Pflanzenarten sowie die Vielfalt der darauf lebenden Insekten aus?
- Wie stark hängt die Artenvielfalt in Flachmooren vom Nährstoffangebot im Boden und von der Biomasseproduktion der Pflanzen ab?

Insgesamt wurden 36 Kalk-Kleinseggenrieder in den Kantonen Schwyz, Glarus, beider Appenzell und St. Gallen untersucht (vgl. Abb. 1). Sie liegen zwischen 800 und 1'400 m ü. M. und sind zwischen 0.9 und 18.5 ha gross. Die eine Hälfte der Flächen wird mehr oder weniger intensiv beweidet, bei den andern Flächen handelt es sich um Streuwiesen, die im Spätsommer gemäht werden. Die 36 Untersuchungsgebiete stellen eine zufällige Auswahl aus den Flachmoorinventaren der erwähnten Kantone dar. Dies erlaubt es, die gewonnenen Erkenntnisse über die direkt untersuchten Flächen hinaus für die ganze Region zu verallgemeinern.

Zwischen 1995 und 1997 wurde die Artenvielfalt von Moosen, Blütenpflanzen, Heuschrecken und Tagfaltern erfasst. Häufigkeit und Populationsstruktur charakteristischer Pflanzenarten und die Vielfalt der darauf lebenden Insekten wurden am Beispiel des Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) studiert.

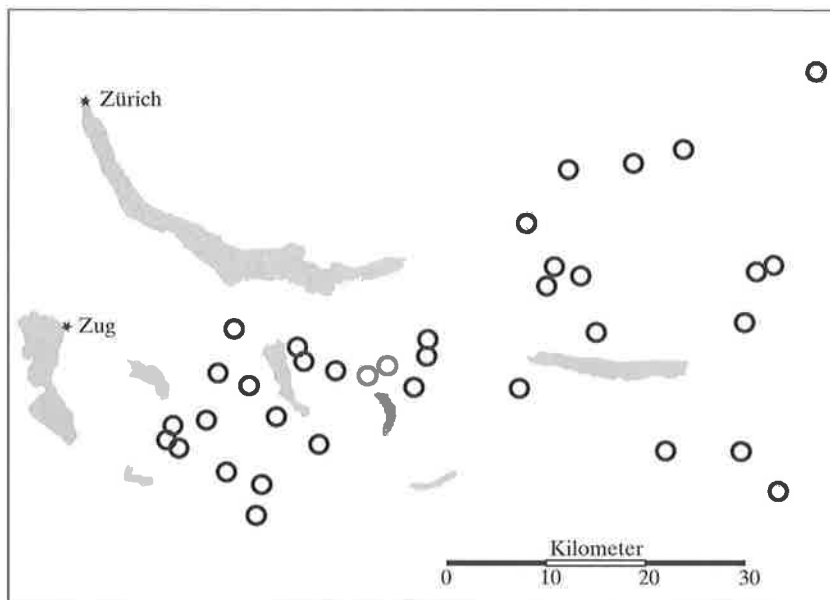
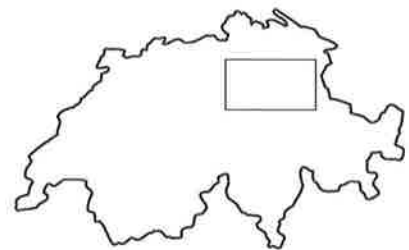


Abb. 1: Übersicht über die räumliche Verteilung der untersuchten Flachmoore. Die 36 Untersuchungsflächen repräsentieren eine zufällige Auswahl für den voralpinen Raum. Die Objekte stammen aus dem Inventar der lokalen, regionalen und nationalen Flachmoore der Kantone Schwyz, beider Appenzell, Glarus und St. Gallen. Die Hälfte der Moore wird beweidet, die andere Hälfte einmal jährlich gemäht (Streuwiesen).



2 WOVON HÄNGT DIE ARTENVIELFALT IN FLACH-MOOREN AB?

2.1 Moorgrösse

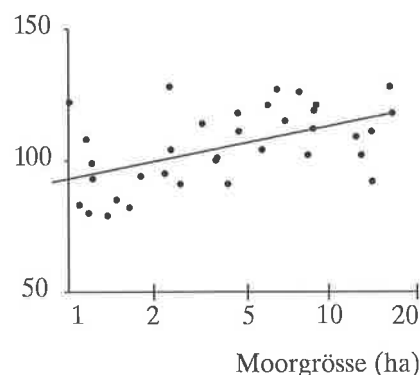
Die Grösse eines Flachmoors ist ein sehr wichtiger Faktor für die Artenvielfalt. Je grösser ein Flachmoor ist, desto mehr Arten von **Moosen** (BERGAMINI, 2000) und **Blütenpflanzen** (PEINTINGER, 1999) beherbergt es insgesamt (vgl. Abb. 2). Auch die Artenvielfalt von Insekten ist von der Moorfläche abhängig: Grössere Moore bieten Lebensraum für mehr **Heuschrecken-** und **Tagfalterarten** (WETTSTEIN / SCHMID, 1999), wobei vor allem die Zahl der speziell angepassten Arten zunimmt.

Kleine Moore sind in der Regel homogener als grosse Moore und bieten somit nur einigen wenigen Artengemeinschaften Lebensraum. Deshalb nimmt mit sinkender Moorgrösse auch die gesamte Artenvielfalt ab. Erstaunlich ist aber, dass bei Blütenpflanzen auch die Artendichte, also die Anzahl Arten pro Quadratmeter, innerhalb einer einzigen Artengemeinschaft in kleinen Mooren stark reduziert ist (PEINTINGER, 1999). Dies ist vermutlich auf das lokale Aussterben von charakteristischen Arten zurückzuführen, deren Populationsgrösse in kleinen Mooren unter ein überlebensfähiges Minimum sinkt. Dass kleine Moore tatsächlich kleinere Populationen beherbergen, zeigte DI GIULIO (1996) am Beispiel des charakteristischen Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*).



Abb. 2: Die Artenvielfalt von Blütenpflanzen und Moosen steigt mit der Grösse der Flachmoore an (logarithmische Skala).

Anzahl Blütenpflanzenarten
pro Moor



Anzahl Moosarten
pro Moor

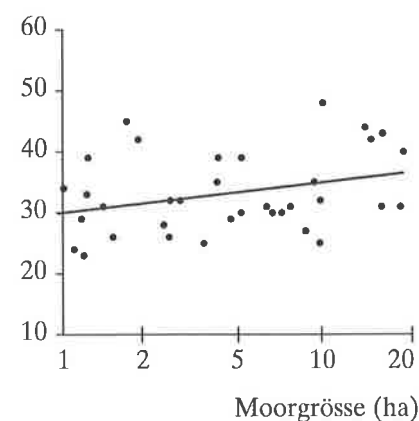


Abb. 3: Der Violette Silberfalter (*Brenthis ino*) bevorzugt grosse, gemähte Flachmoore.
Foto: W. Wettstein

2.2 Umgebung und Vernetzung der Moore in der Landschaft

Die Vernetzung der Moorflächen untereinander und mit ihrer Umgebung beeinflusst die Artenvielfalt der **Tagfalter** besonders stark (WETTSTEIN / SCHMID, 1999). Je mehr Flachmoore im näheren Umkreis vorkommen, desto mehr Tagfalterarten werden in einem bestimmten Moor angetroffen (vgl. Abb. 5). Aber auch andere vielfältige Lebensräume wie nährstoffarme Mähwiesen, extensive Weiden oder strukturreiche Waldränder, die an Flachmoore angrenzen, beeinflussen die Zahl der in einem Flachmoor zu findenden Tagfalterarten positiv. Für die Artenvielfalt von wenig oder gar nicht mobilen Organismen wie **Heuschrecken** oder **Pflanzen** ist die Umgebung und Vernetzung der Moore hingegen weniger entscheidend.

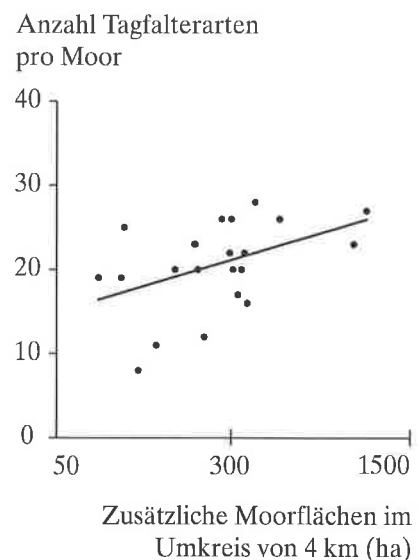
2.3 Bewirtschaftung

Auf Streuwiesen des Voralpengebiets kommen im Durchschnitt 10% mehr **Blütenpflanzenarten** vor als auf beweideten Flachmooren (vgl. Abb. 6). Gewisse Arten treten fast nur in Streuwiesen auf, so die Grosse Sterndolde (*Astrantia major*), die Niedrige Schwarzwurzel (*Scorzonera humilis*) oder die Tauben-Skabiose (*Scabiosa columbaria*). Extensiv beweidete Flachmoore sind allerdings botanisch genau-

Abb. 4: Bei der Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus*) handelt es sich um eine gefährdete Heuschreckenart. In den hier untersuchten beweideten Flachmooren trat sie viermal häufiger auf als in den Streuwiesen.
Foto: W. Wettstein



Abb. 5: Je stärker ein Flachmoor mit anderen Mooren vernetzt ist, desto mehr Tagfalterarten leben in einem untersuchten Gebiet. Als Mass für die Vernetzung wurde die zusätzliche Moorfläche im Umkreis von 4 km um das Untersuchungsgebiet gemessen (logarithmische Skala).



so vielfältig wie Streuwiesen. Je intensiver aber die Beweidung ist, desto weniger typische Flachmoorarten kommen vor (PLATTNER, 1996). So kann zum Beispiel der Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) unter starkem Beweidungsdruck nicht mehr genügend Samen produzieren, um den Nachwuchs sicherzustellen. Die Populationen werden allmählich kleiner (BÜHLER, 1996). Andererseits sind verschiedene Pflanzen wie der Kleine Sumpfhahnenfuss (*Ranunculus flammula*) oder das Flache Quellried (*Blymus compressus*) mehr oder weniger ausschliesslich an stark gestörten Stellen in Weiden zu finden.

Umgekehrt wie bei den Blütenpflanzen zeigt sich die Situation bei den **Moosen** (BERGAMINI, 2000). In beweideten Flachmooren finden sich 20% mehr Arten als in gemähten Flächen (vgl. Abb. 6).

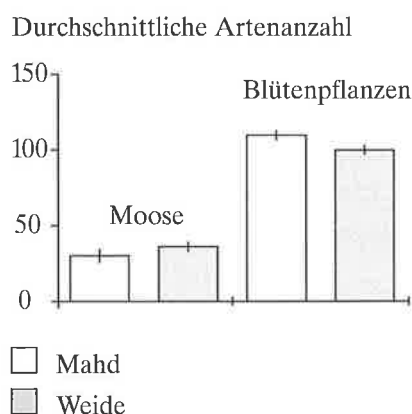
Heuschrecken und Tagfalter reagieren genau entgegengesetzt auf die Bewirtschaftung. Während Streuwiesen mehr **Tagfalterarten** aufweisen, zeichnen sich beweidete Flächen durch eine reichere **Heuschreckenfauna** aus. Zudem kommen die gefährdeten Tagfalterarten in Streuwiesen viel häufiger vor als in beweideten Flachmooren (WETTSTEIN / SCHMID, 1999).

2.4 Biomasseproduktion und Nährstoffangebot

Die höchste Artenvielfalt an **Blütenpflanzen** findet sich in Flachmooren mit einer relativ tiefen Biomasseproduktion von ungefähr 300 Gramm Trockengewicht pro Quadratmeter (PAULI, 1998). Dies entspricht etwa der Hälfte der Trockenbiomasse, wie sie in einer gutgedüngten Glatthaferwiese zum Zeitpunkt des ersten Schnitts anfällt (ELLENBERG, 1996). Sowohl bei tieferer als auch bei höherer Biomasse ist die Artenzahl kleiner. Stellt man die Artenvielfalt von Blütenpflanzen der Konzentration von Boden-Nährstoffen gegenüber (gemessen zwischen Juli und September in insgesamt 288 Probe-flächen), zeigt sich, dass eine Verdoppelung der Nitratkonzentration im Durchschnitt zum Verlust von drei bis vier Pflanzenarten pro zwei Quadratmeter führt.

Viele **Tagfalterarten** bevorzugen wenig produktive Standorte. Die Artenvielfalt von Tagfaltern ist deshalb in Flachmooren mit geringer Biomasseproduktion am grössten. Dagegen erreicht die Vielfalt von **Heuschrecken** in den üppigen, hochproduktiven und strukturreichen Hochstauden ihre höchsten Werte (WETTSTEIN / SCHMID, 1999).

Abb. 6: Die Bewirtschaftungsart voralpiner Flachmoore wirkt sich auf die Artenvielfalt von Moosen und Blütenpflanzen unterschiedlich aus: Beweidete Flachmoore haben mehr Moos- und weniger Blütenpflanzenarten als Streuwiesen. Die Balken repräsentieren die mittleren Artenzahlen der beiden Bewirtschaftungsarten, die senkrechten Striche die Standardfehler der Mittelwerte.



3 SCHUTZ DER ARTENVIELFALT IN FLACHMOOREN

Flächengrösse, Bewirtschaftung und Produktivität der voralpinen Flachmoore wirken sich unterschiedlich auf die Artenvielfalt von Moosen, Blütenpflanzen, Heuschrecken und Tagfaltern aus:

- Während Bewirtschaftungsart und Produktivität für Pflanzen und Heuschrecken am wichtigsten sind, ist für die mobilen Tagfalter die Beschaffenheit der Umgebung und die Vernetzung der Moore in der Landschaft mindestens ebenso bedeutend.
- Die Artenvielfalt der Tagfalter korreliert positiv mit derjenigen der Blütenpflanzen (WETTSTEIN, 1997), und je grösser die Population des Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*) ist, desto mehr verschiedene Insektenarten nutzen diese charakteristische Pflanzenart als Wirtspflanze (DI GIULIO, 1996).
- Ein Faktor wirkt sich auf alle hier untersuchten Organismengruppen gleich aus: Mit abnehmender Moorgrösse sinkt die Artenvielfalt.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen lassen sich die folgenden Empfehlungen für die Erhaltung der Artenvielfalt in Flachmooren ableiten:

- Die Grösse eines Flachmoors ist der bedeutendste Faktor für die Artenvielfalt von Pflanzen und Insekten. Es ist deshalb besonders wichtig, dass die noch vorhandenen ausgedehnten Moorflächen vollständig erhalten bleiben.
- Im biologischen Sinn gibt es keine wertlosen Moore, die leichtfertig aufgegeben werden könnten. Einerseits trägt jede einzelne Fläche zur Artenvielfalt auf Landschaftsniveau bei. Andererseits können auch kleine, artenarme Flächen seltene Pflanzen- oder Insektenarten beherbergen. Zudem trägt jedes einzelne Flachmoor zur gesamten Vernetzung dieses Lebensraums in der Landschaft bei.
- Weitere Flachmoore, artenreiche Heuwiesen, extensive Weiden und strukturreiche Wälder in der Umgebung erhöhen die Artenvielfalt von mobileren Insekten wie Tagfaltern in Flachmooren. Umfassender Moorschutz darf sich deshalb nicht nur auf die Fläche innerhalb des Moorperimeters beschränken. Vielmehr muss auch die Umgebung der Moore, ja die ganze Landschaft in die Schutzbestimmungen einbezogen werden, wie dies im Konzept der Moorlandschaften zum Tragen kommt.
- Nur eine vielfältige Nutzung der Flachmoore kann Lebensraum für möglichst viele verschiedene Arten schaffen. Es muss deshalb dringend davon abgeraten werden, für grössere Gebiete einheitliche Bewirtschaftungsvorschriften zu formulieren. Die Artenvielfalt mag zwar

in Streuwiesen insgesamt grösser sein als in beweideten Flachmooren. Arten, die fast ausschliesslich in Weiden vorkommen, verschwinden aber, wenn diese Nutzungsart vollständig aufgegeben wird.

■ Bezogen auf die schweizerischen Voralpen, verspricht eine extensiv genutzte, strukturreiche Landschaft mit hohem Moorflächenanteil die höchste Artenvielfalt für alle in Flachmooren lebenden Organismengruppen. Dies zeigt, dass die formulierten Schutzkonzepte für Moorlandschaften eine wichtige Ergänzung zum Schutz von einzelnen ausgewählten Mooren sind.

LITERATUR

BERGAMINI, A. (2000): Diversität von Moosen in Flachmooren: Einfluss von Bewirtschaftung, Höhenlage und Grösse der Moore. Dissertation, Institut für Systematische Botanik, Universität Zürich.

BÜHLER, C. (1996): Populationsstruktur und Morphologie von *Succisa pratensis* Moench in Flachmooren unterschiedlicher Bewirtschaftung und Höhenlage. Diplomarbeit, Botanisches Institut, Universität Basel.

DI GIULIO, M. (1996): Die phytophage Insektengemeinschaft des Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*). Diplomarbeit, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Zürich.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart.

PAULI, D. (1998): Plant species diversity and productivity in wetland communities: patterns and processes. Dissertation, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Zürich.

PEINTINGER, M. (1999): The effect of habitat area and management on species diversity in montane wetlands. Dissertation, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Zürich.

PLATTNER, M. (1996): Diversität und Artenzusammensetzung der Vegetation in Flachmooren in Abhängigkeit von Nutzung, Höhenlage, Flächengrösse und verschiedenen Bodenparametern. Diplomarbeit, Botanisches Institut, Universität Basel.

WETTSTEIN, W. (1997): Vielfalt von Heuschrecken und Tagfaltern in voralpinen Flachmooren: Unterschiedlicher Einfluss von Höhenlage, Bewirtschaftung und Habitatfragmentierung. Diplomarbeit, Institut für Umweltwissenschaften, Universität Zürich.

WETTSTEIN, W. / SCHMID, B. (1999): Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterfly and grasshoppers. *Journal of Applied Ecology* 36: 363–373.

ANSCHRIFT DER AUTORIN

Dr. Daniela Pauli
Forum Biodiversität Schweiz
SANW
Bärenplatz 2
3011 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1998

Moortypische Arten und Lebensgemeinschaften

ARTENSCHUTZ UND BIOTOPSCHUTZ BEEINFLUSSEN SICH GEGENSEITIG

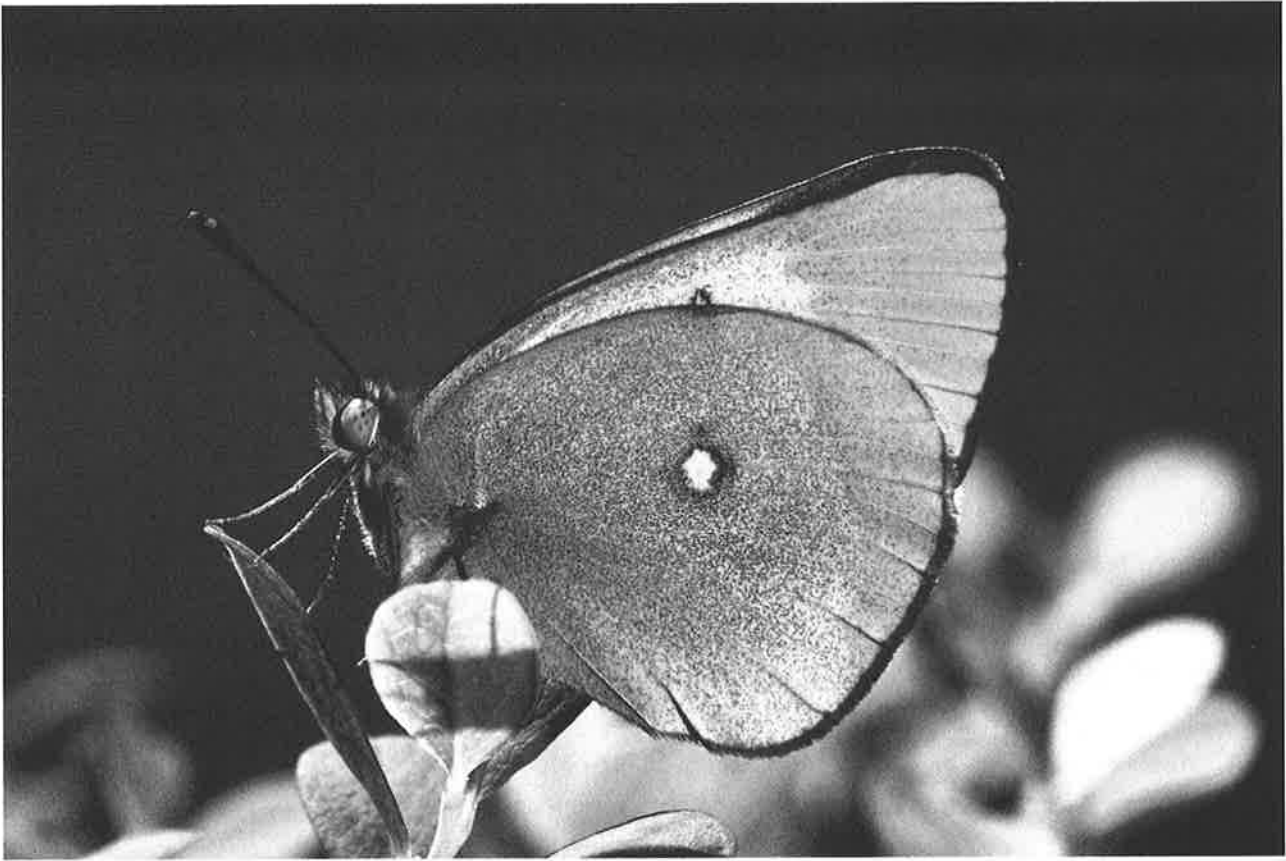
Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1992 (rev. 94)

Artenschutz - soviel wissen wir seit geraumer Zeit - bedingt Biotopschutz und sachgerechte Biotoppflege. Nur wenn den einzelnen Arten oder Lebensgemeinschaften geeignete Lebensräume in ausreichender Grösse zur Verfügung stehen, besteht die Chance, dass sie überleben. Diese Bedingungen sind umso notwendiger, je stärker die Vorkommen der einzelnen Arten isoliert sind.

Ist der Biotopschutz Vorbedingung für die Erhaltung der Arten, so liefert umgekehrt der Artenschutz die Rahmenbedingungen für den Biotopschutz. Versteht man diesen etwas breiter, also die Sicherung wie die sachgemässe Pflege umfassend, so kann er nicht ohne Berücksichtigung der an einem bestimmten Ort heimischen Arten erfolgen. Die Arten, die geschützt werden sollen, liefern also die Hinweise für das Schutzziel und die Schutzmassnahmen. Je besser wir die Lebensraumansprüche möglichst vieler moortypischer Arten kennen, desto angepasster lassen sich auch Schutzziel und Massnahmen festlegen.

Den in diesem Kapitel veröffentlichten Beiträgen kommt die Aufgabe zu, die Lebensraumansprüche verschiedener Arten darzustellen. Dabei soll insbesondere auch den zoologischen Aspekten Rechnung getragen werden, um bei der Festlegung der Schutzziele, Pflege- und Gestaltungsmaßnahmen die Lebensraumansprüche der Tiere künftig stärker berücksichtigen zu können.

Hochmoor-Gelbling – *Colias palaeno* (LINNAEUS, 1761)



1 STECKBRIEF

Der Hochmoor-Gelbling ist als Tagfalter (*Rhopalocera*) aus der Familie der Weisslinge (*Pieridae*) ein mittelgrosser Schmetterling mit sechs ausgebildeten Beinen.

Das Männchen hat eine schwefelgelbe Flügeloberseite (Weibchen: weiss) mit einer breiten, schwarzen Randbinde ohne Flecken (im Gegensatz zu anderen *Colias*-Arten). Die Grundfarbe der Hinterflügel-Unterseite ist bei den Männchen gelbgrau, respektive grünlichgrau bei den Weibchen. Die Raupe ist grün mit einer gelben Seitenlinie; die Puppe, eine sogenannte Gürtelpuppe, ist ebenfalls grün mit einer auffälligen weissgelben Seitenlinie auf den Hinterleibssegmenten (vgl. Abb. 1-3).

Die Falter fliegen während etwa eines Monats in einer Generation von Ende Juni bis Anfang August (je nach Höhenlage). Die Raupe überwintert im zweiten oder dritten Larvenstadium, die Puppenruhe dauert rund zwei Wochen.

Abb. 1: Frisch geschlüpftes Männchen des Hochmoor-Gelblings.
Foto: F. Bink



2 ANSPRÜCHE AN DEN LEBENSRAUM

Der Hochmoor-Gelbling ist an das Vorkommen der Echten Moorbeere (auch Rauschbeere genannt; *Vaccinium uliginosum*) gebunden, der einzigen Futterpflanze der Raupen. Diese liebt saure, stickstoffarme Böden und gedeiht in der Zwergstrauchheide der subalpinen Zone. In tieferen Lagen kommt sie nur in Hochmooren - in trockeneren Partien am Moorrand und im Mantelsaum der Moorwälder - vor. In den Hochmooren fliegt eine eigene Unterart des Hochmoor-Gelblings (*Colias palaeno europome*), die sich von der subalpinen (oberhalb etwa 1600 m) Unterart (*Colias palaeno europomene*) genetisch und morphologisch unterscheidet.

Die im Jura und in den Voralpen vorkommende Unterart benötigt Hochmoore von mindestens 10 ha Grösse, die zudem viel sekundäre offene Moorheide mit der Raupenfutterpflanze haben. Verwaldete Zonen werden gemieden. Die Falter benötigen ausserdem ein reiches Angebot an nektarreichen Blüten. Da diese nicht im Hochmoor gedeihen, muss der Falter seinen Energie- und Nährstoffbedarf am Moorrand decken. Die Falter zeigen dabei eine ausgesprochene Vorliebe für Blüten des Köpfchentyps (KUGLER, 1970). Dazu gehören Körbchenblütler (*Compositae*) und Kardengewächse (*Dipsacaceae*). Der Hochmoor-Gelbling ist ein guter Flieger. Trotzdem verlässt er das eigentliche Mooregebiet nur selten. Vereinzelt können markierte Falter mehrere Kilometer vom Markierungsort wiedergefunden werden (RÜETSCHI & SCHOLL, 1985; RÜETSCHI, 1988).

Abb. 2: Ausgewachsene Raupe auf einer Echten Moorbeere (*Vaccinium uliginosum*), der einzigen Futterpflanze der Hochmoor-Gelbling-Raupe. Foto: J. Rüetschi

Abb. 3: Die Puppe, eine sogenannte Gürtelpuppe, ist grün und durch eine auffällige, weissgelbe Seitenlinie gezeichnet. Foto: J. Rüetschi

3 VERBREITUNG DER ART

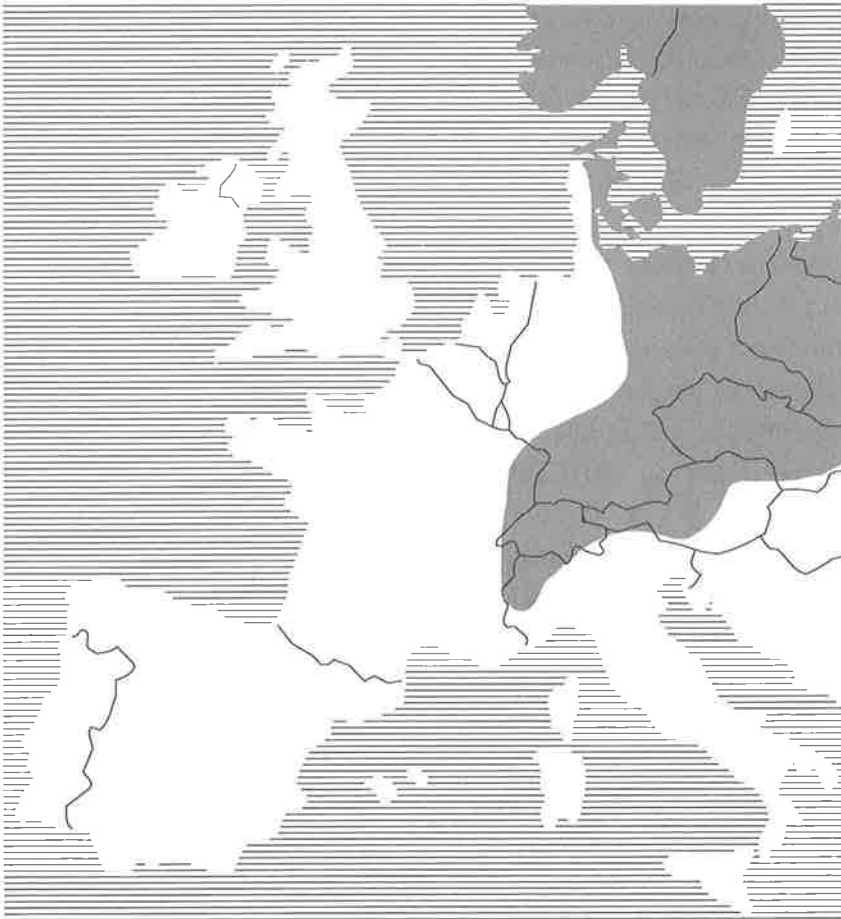


Abb. 4: Der Hochmoor-Gelbling ist im Norden Europas und in den Alpen heimisch. In den mitteleuropäischen Mittelgebirgs-Hochmooren überdauerte diese Art als Eiszeitrelikt. (WEIDEMANN, 1986).

Quellen: Verändert nach HIGGINS/RILEY (1978) und MAEY (1986)

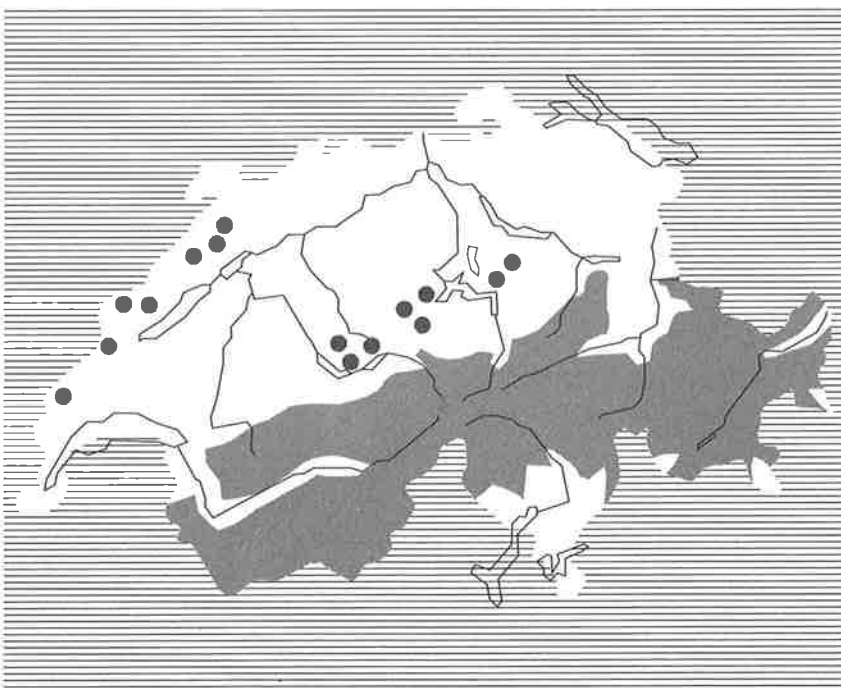


Abb. 5: In der Schweiz kommt der Hochmoor-Gelbling in den Alpen verbreitet vor. In den Voralpen und im Jura beschränken sich die vereinzelten Populationen auf die noch verbliebenen grösseren Hochmoore.

Quelle: Verändert nach SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg., 1987)

4 GEFÄHRDUNGSFAKTOREN, AREALVERLUSTE

Mit der Zerstörung der Hochmoore durch grossflächiges Abtorfen sind viele Biotope auf eine kritische Grösse geschrumpft, wodurch die Populationen dezimiert wurden. Viele überleben nur mit jährlich zehn bis zwanzig Faltern und sind dadurch äusserst verletzlich. Vereinzelt dürfte auch das mangelhafte Blütenangebot am Hochmoorrand ein begrenzender Faktor sein.

Im letzten Jahrhundert kam der Hochmoor-Gelbling noch in den Mooregebieten des Mittellandes vor, so z.B. im Gümligenmoos (BE). Heute sind alle Populationen im Mittelland erloschen. In einigen Hochmooren des Juras und der Voralpen wurde die Art mit den Abtorfungen während der Weltkriege ausgerottet, so z.B. in Les Pontins (BE), wo das letzte Belegexemplar von 1911 stammt (RÜETSCHI, 1988).

Solche Arealverluste sind äusserst schwierig wieder rückgängig zu machen, wie verschiedene Wiedereinbürgerungsversuche gezeigt haben (RÜETSCHI, 1988).

5 GEFÄHRDUNGSGRAD, SCHUTZSTATUS

Die im Jura und in den Voralpen vorkommende Unterart des Hochmoorgelblings ist gesamteuropäisch vom Aussterben bedroht. Die in den Alpen lebende Unterart ist hingegen nicht bedroht (GONSETH, 1987).

Mit der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV), die am 1. Februar 1991 in Kraft trat, wurde die Art gesamtschweizerisch unter Schutz gestellt.

6 SCHUTZMASSNAHMEN

Zum Schutz des Hochmoor-Gelblings kommen folgende Massnahmen in Frage:

- Umfassender Schutz aller Hochmoor-Gelbling-Areale, d.h. der Hochmoore und anschliessender extensiv genutzter Wiesengürtel.
- Bereitstellung von direkten Verbindungen zwischen offener Moorheide und Wiesengürtel z.B. durch gezielte Rodungen, wo solche Verbindungen fehlen.
- Erfassung und regelmässige Kontrolle der bestehenden Populationen.
- Prüfen von Wiedereinbürgerungen in Hochmooren, die durch Pflegemassnahmen verbessert wurden.

Durch die Einschränkung des Torfverbrauches soll zudem darauf hingewirkt werden, dass die wirtschaftlichen Beweggründe für die Zerstörung von Mooren und dadurch von Lebensräumen des Hochmoor-Gelblings auch andernorts, z.B. in Norddeutschland, entfallen.

LITERATUR

GONSETH, Y. (1987): Verbreitungsatlas der Tagfalter der Schweiz (*Lepidoptera, Rhopalocera*) mit Roter Liste. Documenta faunistica Helvetiae 6.

HIGGINS, L.G. / RILEY, N.D. (1978): Die Tagfalter Europas und Nordwestafrikas. Hamburg, Parey.

KUGLER, H. (1970): Blütenökologie. Stuttgart, Fischer.

MAEY, H. (1986): Der Hochmoor-Gelbling *Colias palaeno* Linnaeus 1761 und seine Unterarten, in: Mitt. der Arbeitsgem. rheinisch-westf. Lepidopterologen, V, Beiheft 1.

RÜETSCHI, J. / SCHOLL, A. (1985): Mobilität individuell markierter *Colias palaeno europome* (*Lepidoptera, Pieridae*) in einem inselartig zersplitterten Areal. Revue suisse Zool. 92 (4): 803-810.

RÜETSCHI, J. (1988): Wiedereinbürgerungsversuch von *Colias palaeno europome* (Esper, 1777) (*Lepidoptera, Pieridae*). Nota lepid. 11 (3): 223-230.

SCHWEIZERISCHER BUND FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg., 1987): Tagfalter und ihre Lebensräume, Basel, 516 S.

WEIDEMANN, H. (1986): Tagfalter. Bd. 1, 288pp. Neumann-Neudamm, Melsungen.

AUSKUNFT

Centre Suisse de Cartographie de la Faune, Terreaux 14, 2000 Neuchâtel.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Jörg Rüetschi
Zoologisches Institut
Universität Bern
Baltzerstr. 3
3012 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1992 (rev. 94)

Grosse Moosjungfer (*LEUCORRHINIA PECTORALIS*) – eine seltene Moorlibelle

3.4.2

1 ZUR LEBENSWEISE DER GROSSEN MOOSJUNGFER

Mit ihren bunten Farben, den glitzernden Flügeln und ihrem faszinierenden Flug sind die Libellen oder Wasserjungfern die auffälligsten Insekten am Wasser. Von den rund 80 in der Schweiz nachgewiesenen Arten sei hier ein besonderes Objekt des Moorschutzes herausgegriffen und porträtiert: die Grosse Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*). Zusammen mit der Kleinen Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*), der Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*) und der Arktischen Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) gehört sie zur Gruppe der moorbewohnenden Libellen.

Wie alle unsere Libellen verbringt die Grosse Moosjungfer die längste Zeit ihres Lebens – fast zwei Jahre – als Larve im Wasser. Das Erwachsenenstadium dauert kaum länger als 3 Wochen und dient der Fortpflanzung und Verbreitung der Art. Nach der Verwandlung der Larve zum flugfähigen Insekt verbringen die jungen Tiere eine ein- bis zweiwöchige Reifungszeit in der Umgebung des Moores und kehren dann zu den Torfgewässern zurück. Hier finden Paarung und Eiablage statt. Noch im gleichen Jahr schlüpfen die Larven. Nach 8 – 9 Wachstumshäutungen und zweimaliger Überwinterung kriechen sie im Mai an einem Pflanzenstengel aus dem Wasser. Bei der letzten

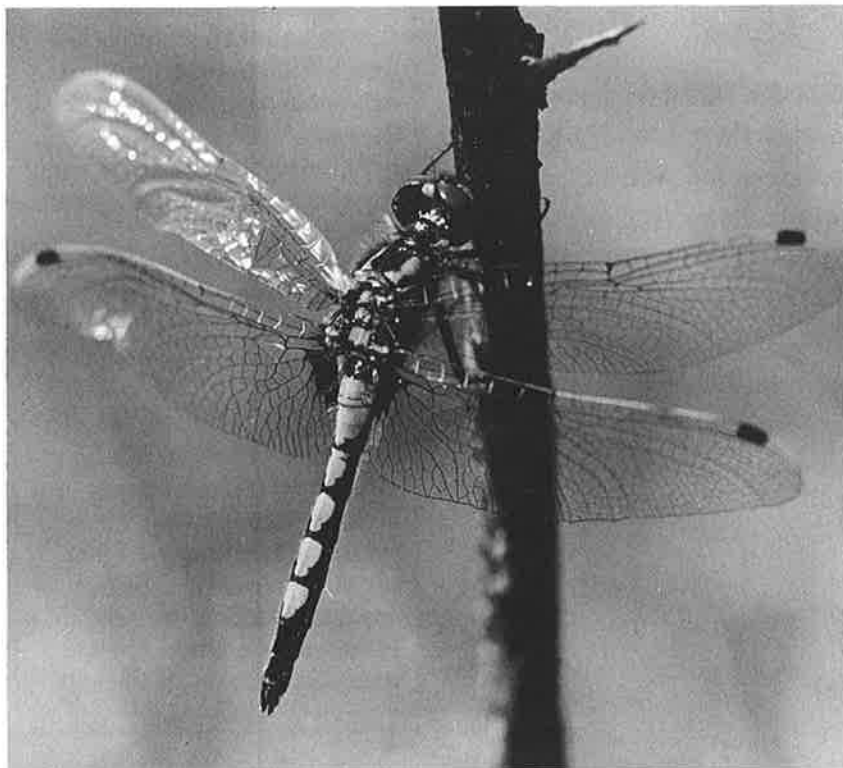
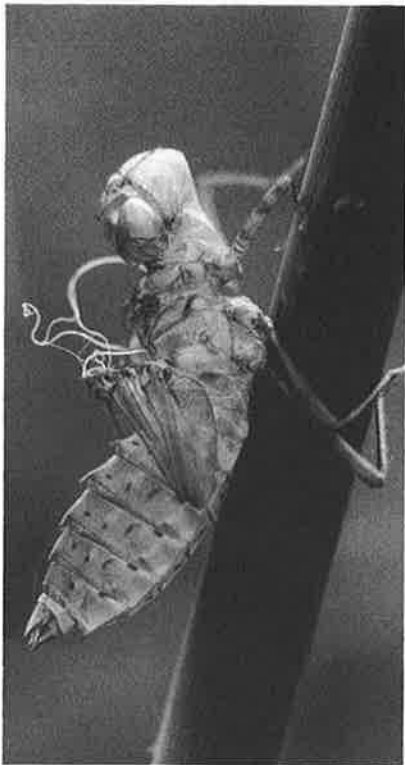


Abb. 1: Grosse Moosjungfer;
junges, noch nicht ausgefärbtes
Männchen.



Häutung verwandeln sie sich zum flugfähigen Landinsekt. Am Verwandlungsort zurück bleibt die letzte Larvenhülle, die Exuvie. Exuvienfunde der Grossen Moosjungfer beweisen, dass sich die Art am Fundort erfolgreich entwickelt hat.

Die Grosse Moosjungfer führt in allen Lebensstadien ein räuberisches Dasein. Als Larve ernährt sie sich von wasserbewohnenden Kleintieren wie Einzellern, Kleinkrebschen, Insekten- und Amphibienlarven. Erwachsene Tiere erbeuten allerlei Insekten, die sie oft gleich im Flug verzehren. Die Jäger werden aber häufig auch zu Gejagten. Viele Larven fallen anderen Räubern zum Opfer, zum Beispiel Fischen, Wasserwanzen oder auch grösseren Libellenlarven der Gattung *Aeshna*. Am Eiablageplatz beenden manche Libellen ihr Leben im Netz einer Spinne oder im Magen eines Frosches. Damit sind sie mitten in das Nahrungsnetz ihrer Lebensgemeinschaft eingepaant.

Abb. 2: Nach dem Schlüpfen zurückgebliebene Larvenhülle (Exuvie).

Abb. 3: Teilweise bewachsener Torfstich – günstiges Entwicklungsgewässer für die Grosse Moosjungfer.
Fotos: H. Wildermuth

■ Die Grosse Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) ist die grösste der 5 europäischen Moosjungfer-Arten. Der deutsche Name bezieht sich auf das Vorkommen der Larven in Moorgewässern mit Torfmoos; der wissenschaftliche Gattungsname *Leucorrhinia* bedeutet "Weissnase" und hängt mit der grünlichweissen Gesichtsfärbung zusammen.

■ Körperlänge beim Männchen 38-40mm, beim Weibchen 36-39 mm. Flügelspannweite bis 70 mm.

■ Körper beim ausgefärbten Männchen schwarz, mit einer Reihe von 5 grossen braunroten Flecken auf dem Hinterleib. Der 6. Fleck ist leuchtend zitronengelb. Bei jüngeren Männchen sind die vorderen Flecke zuerst gelb, dann rot.

■ Weibchen ähnlich gefärbt wie das Männchen, alle Flecke jedoch schmutziggelb.

■ Larve bis 23 mm lang, unscheinbar braungrau gefärbt.

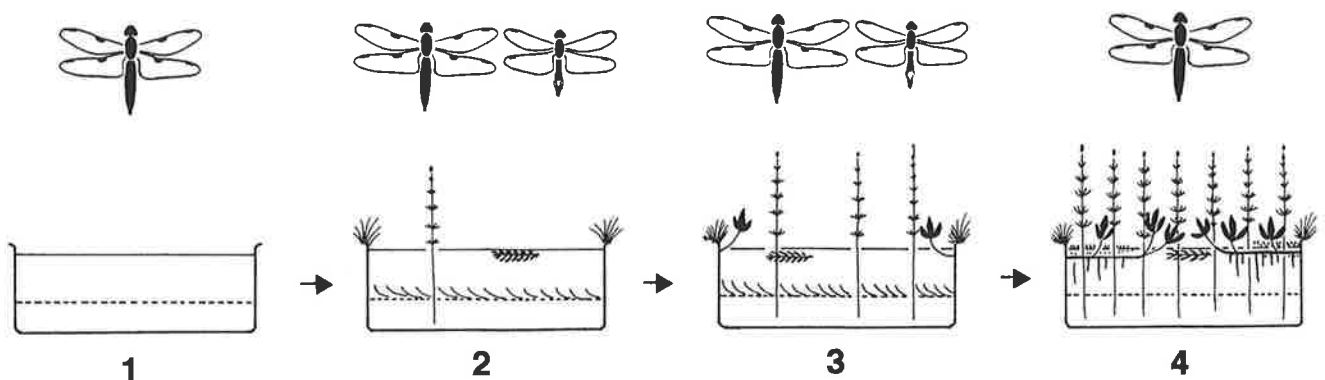
■ Flugzeit: Mitte Mai bis Mitte Juli; Höhepunkt in der ersten Junihälfte.

■ Nächste in der Schweiz vorkommende Verwandte: Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*; ziemlich häufig in Hochmooren höherer Lagen), Zierliche Moosjungfer (*L. caudalis*) und östliche Moosjungfer (*L. albifrons*; beide nur noch an ganz wenigen Stellen vorkommend).

2 ANSPRUCHSVOLL IN DER WAHL DES LARVEN-GEWÄSSERS

Aufgrund ihrer amphibischen Lebensweise braucht die Grosse Moosjungfer Wasser – **und** Landbiotope. Weil sie die längste Zeit ihres Lebens im Wasser verbringt, spielt der aquatische Lebensraum eine weit wichtigere Rolle als der Landlebensraum. In Bezug auf das Larvengewässer ist die Grosse Moosjungfer ganz besonders wählerisch, dies im Gegensatz zu vielen anderen Arten wie zum Beispiel der Vierflecklibelle (*Libellula quadrimaculata*). Ursprünglich entwickelte sie sich vermutlich in den leicht nährstoffhaltigen Randgewässern (Laggs) der Hochmoore. Diese sind im Schweizer Mittelland ausnahmslos zerstört. In gewissen Torfstichen hat die Grosse Moosjungfer offenbar Ersatz gefunden. Aber sie akzeptiert weder vegetationsfreie noch stark verwachsene Weiher. Ideal sind teilweise bewachsene Moorweiher mit einer Vegetationsbedeckung von 5 – 30%. Die Wasserfläche muss durch vertikale (Halme) oder horizontale (Schwimmblätter, auftauchende Armleuchteralgen-Teppiche) Vegetationsstrukturen durchbrochen sein. Freistehende Halme im Wasser oder am Ufer benutzen die Männchen als Sitzwarte, von wo aus sie ihre Reviere überwachen und auf Weibchen warten. Die Mindestgrösse der Wasserfläche muss etwa 8m² betragen.

Abb. 4: Vier verschiedene Verlandungsstadien eines Torfstiches mit der Besiedlung durch die Vierflecklibelle (gross) und die Grosse Moosjungfer (klein). Letztere entwickelt sich nur in den Stadien 2 und 3.
Quelle: Darstellung des Autors



Günstige Entwicklungsbedingungen für Eier und Larven bieten sich bei folgenden Bedingungen (WILDERMUTH, 1992):

- Wassertiefe 30 - 50 cm (Gewässer darf aber nie austrocknen)
- Untergrund aus dunklem Torfschlamm (also nicht-mineralisch)
- Wasserkörper mit untergetauchten Wasserpflanzen durchsetzt (Verstecke)
- Mesotrophe Nährstoffverhältnisse (als Mass gilt eine elektrische Leitfähigkeit zwischen 100 - 300 $\mu\text{S/cm}$)
- Mehr oder weniger neutrales Milieu (Wasserstoffionenkonzentration gering; pH 6,5 - 7,5)
- Wasserhärte eher gering (3 - 8 $^{\circ}\text{dH}$).

Die erwachsenen Libellen halten sich während der Reifezeit, zum Nahrungserwerb und zur Ruhe abseits vom Wasser auf, an Wald- und Heckenrändern, vor allem im baumbestandenen Moor. Lockere Baumbestände gehören wahrscheinlich zu den obligatorischen Bestandteilen ihres Lebensraumes.

3 EINE WEIT VERBREITETE, ABER SELTENE LIBELLE

Das Verbreitungsgebiet der Grossen Moosjungfer liegt zwischen Südkandinavien, den Pyrenäen, dem Balkan und dem Altai-Gebirge in Ostasien. In den warmen Teilen Südeuropas und auf den Britischen Inseln fehlt sie. Im übrigen ist die Verbreitung sehr lückig. Aus der Schweiz sind für die Grosse Moosjungfer 47 Fundstellen bekannt. 41 davon liegen im Mittelland, die restlichen im Jura und in den Freiburger Voralpen. Viele Fundorte sind allerdings erloschen.

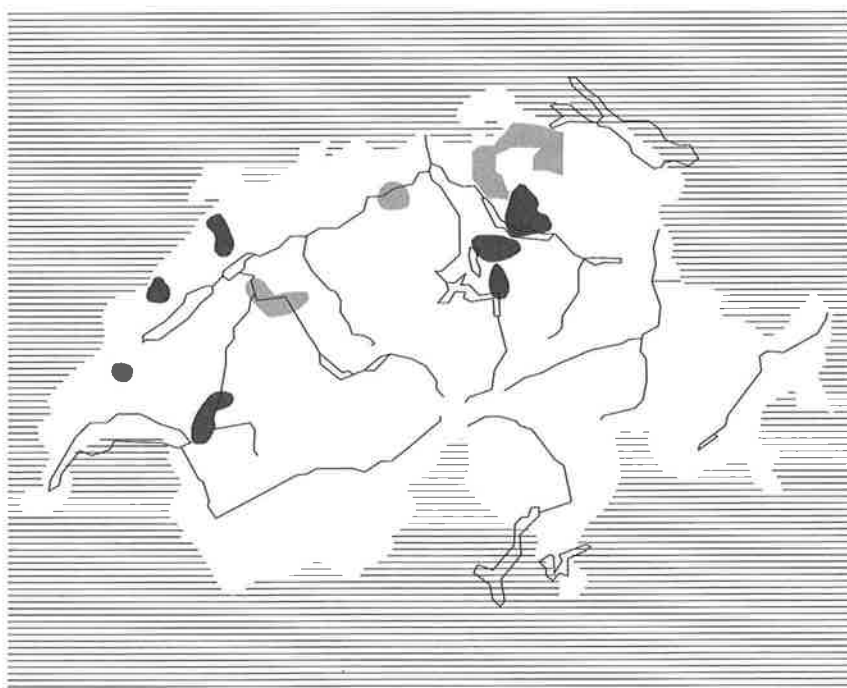
Heute liegt der Verbreitungsschwerpunkt im Kanton Zürich. Hinzu kommen einige verstreute Vorkommen in der West- und Zentralschweiz (WILDERMUTH, 1991). Die meisten Fundorte fallen in Höhenlagen zwischen 400 und 600 m.ü.M. An diesen Orten herrscht mit 8.0 - 8.5° Jahresmitteltemperatur ziemlich mildes Klima.

4 EINE STARK BEDROHTE LIBELLENART



Abb 5: Verbreitung der Grossen Moosjungfer in Europa und in der Schweiz.

Quelle: Verändert nach ASKEW (1988) und WILDERMUTH (1992)



 Fundorte vor 1970

 Fundorte nach 1970

Die Grosse Moosjungfer gehört gesamteuropäisch zu den 22 “verletzlichen” Arten (VAN TOL & VERDONK, 1988). In der Schweiz müssen von den 47 Fundorten 23 als erloschen gelten. Ursache ist die weitgehende Zerstörung der Moore im Mittelland. Entwicklungsnachweise sind nur an 8 Stellen erbracht worden (WILDERMUTH, 1991). Aufgrund des Verbreitungsrückgangs und der heutigen Seltenheit steht die Art auf der Roten Liste, in Kategorie 2 (stark bedroht) (MAIBACH & MEIER, 1987). Die Grosse Moosjungfer ist seit 1991 bundesrechtlich geschützt.

5 ERFOLGVERSPRECHENDE SCHUTZMASSNAHMEN

Artenschutz bedeutet, dass den Lebewesen eine artgerechte Umwelt in genügendem Ausmass zur Verfügung steht. Für die Grosse Moosjungfer besonders wichtig sind entsprechende Larvengewässer. Diese dürfen keinesfalls Fische enthalten. Wenn die Grosse Moosjungfer an einem fischbestandenen Weiher fliegt, heisst dies nicht, dass sie sich hier auch entwickeln kann. Quantitative Studien (Zählung von Exuvien) haben ergeben, dass **eine erfolgreiche Larvenentwicklung nur in fischfreien Gewässern möglich ist**. Selbst Kleinfische wie Elritzen können eine Larvenpopulation völlig auslöschen (WILDERMUTH, unveröffentlicht).

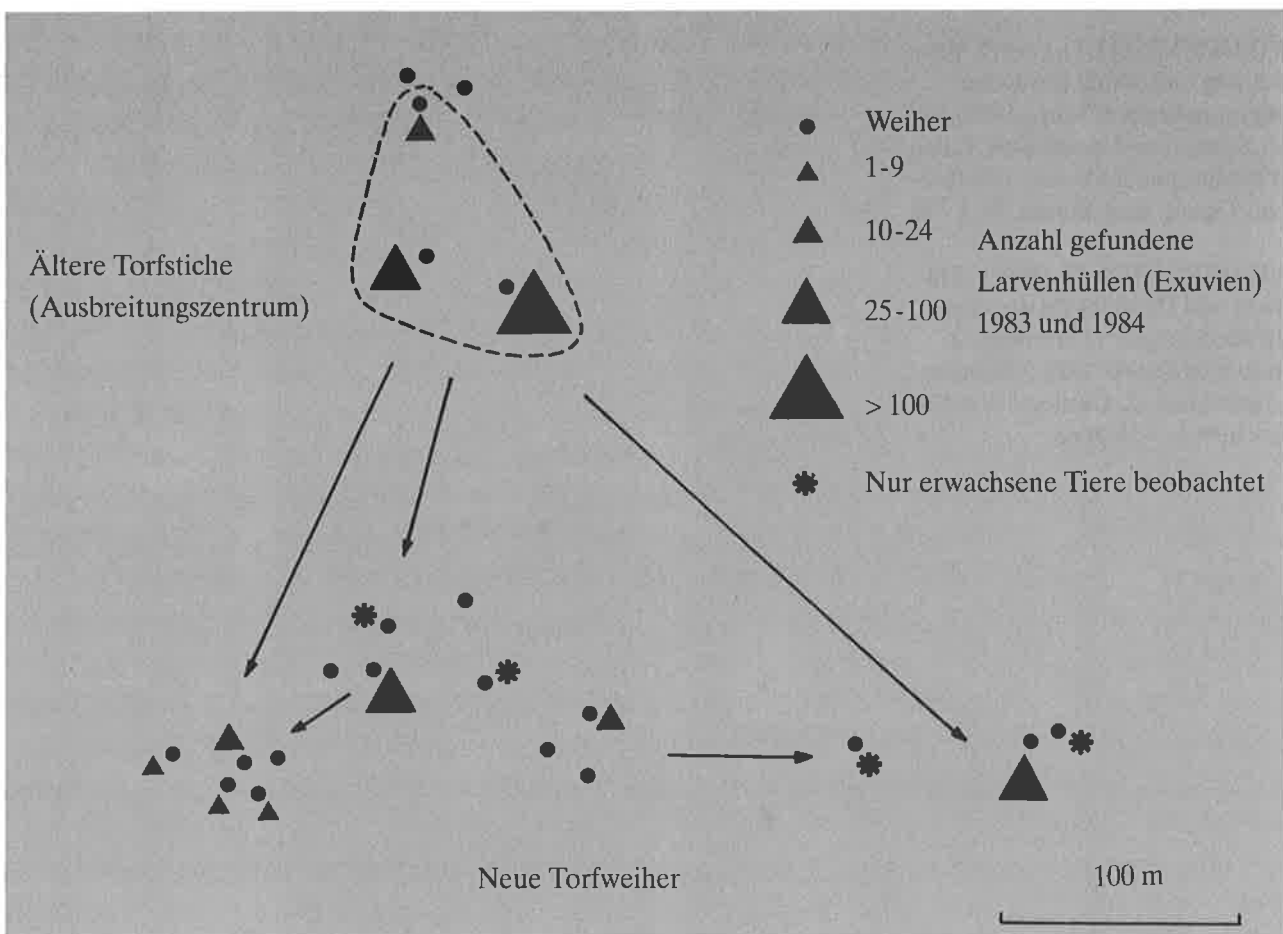
Die erwachsenen Tiere finden sich nur an denjenigen Torfweihern ein, die sich in bestimmten Verlandungsstadien befinden. Da das Torfstechen im kleinbäuerlichen Ausmass kaum mehr betrieben wird, sind die meisten Torflöcher teilweise oder ganz verlandet. Durch gezielte Pflegeeingriffe lässt sich die Verlandung rückgängig machen. Dazu muss die Vegetation grösstenteils abgetragen werden. Besonders wichtig ist das Entfernen des Schilfes, soweit als möglich mit den unterirdischen Sprossen (Rhizomen). An geeigneten Stellen lassen sich auch neue Torfweiher anlegen. Dabei sind verschiedene Faktoren zu beachten:

- Torfstichweiher sollen grundsätzlich nicht in geneigten Mooren angelegt werden (Entwässerung des hangaufwärts liegenden Moor-teiles).
- Torfstichweiher dürfen nicht nahe beieinander oder bei Entwässerungsgräben angelegt werden. Da selbst bei sehr geringer Neigung der Wasserabfluss stark erhöht sein kann, wirken solche Weiher indirekt wie Entwässerungsgräben (ausser in Senken).

- In Bereichen, in denen die Gefahr von Nährstoffdiffusion in Richtung von nährstoffarmen Standorten besteht, soll auf das Anlegen von Weihern verzichtet werden.
- Auch in nährstoffreicheren Mooren, z.B. in Flachmooren, darf der Torfaushub nicht im Moor deponiert oder verteilt werden, weil dies das Kleinrelief und damit die Habitate bestimmter Pflanzen- und Tierarten zerstören bzw. die Düngung und nachfolgende Besiedlung, u.a. mit Hochstauden, bewirken kann.
- Torfstichweiher sollen nur dort erstellt werden, wo weder wertvolle Pflanzenbestände noch intakte Sedimentstrukturen (vgl. Band 1, Beitrag 3.2.1) vernichtet werden.
- Durch stehende Gewässer wird die Attraktivität des Moores für Besucher stark erhöht. Mit flankierenden Massnahmen muss eine mögliche Beeinträchtigung des Moores verhindert werden.

Mit der Bereitstellung und Pflege von entsprechenden Torfgewässern ist durchaus zu erwarten, dass sich die Grosse Moosjungfer auch dort wieder ansiedelt, wo sie seit Jahrzehnten verschwunden ist.

Abb. 6: Besiedlung neugeschaffener Torfweiher durch die Grosse Moosjungfer in einem alten Torfstichgebiet eines Zürcher Oberländer Moores.
Quelle: WILDERMUTH (1986)



LITERATUR

ASKEW, R.R. (1988): The dragonflies of Europe, Harley Books, Martins, Great Horkesley, Colchester GB, 291 S.

MAIBACH, A. / C. MEIER (1987): Verbreitungsatlas der Libellen der Schweiz (*Odonata*). Doc. Faun. Helv. 4, 230 S.

VAN TOL, J. / M. J. VERDONCK (1988): The protection of dragonflies (*Odonata*) and their biotopes. Council of Europe, Strasbourg (Nature & Environ. Ser. 38).

WILDERMUTH, H. (1986): Die Auswirkungen naturschutzorientierter Pflegemassnahmen auf die gefährdeten Libellen eines anthropogenen Moorkomplexes, Natur und Landschaft 61 (2), 51 - 55.

WILDERMUTH, H. (1991): Verbreitung und Status von *Leucorrhinia pectoralis* (Charp., 1825) in der Schweiz und in weiteren Teilen Mitteleuropas (*Odonata: Libellulidae*). Opusc. zool. flumin. 74, 1 - 10.

WILDERMUTH, H. (1992): Habitate und Habitatwahl der Grossen Moosjungfer (*Leucorrhinia pectoralis*) Charp. 1825 (*Odonata, Libellulidae*), Z. Ökologie und Naturschutz 1, 3-21, Jena.

ANSCHRIFT DES AUTORS

Dr. Hansruedi Wildermuth
Langenrainstrasse 5
8304 Hinwil

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2/1994

Das Auerhuhn – ein Bewohner der Moor-Waldkomplexe



Abb. 1: Balzender Auerhahn.
Foto: C. Marti

1 ANSPRÜCHE AN DEN LEBENSRAUM

Über sein gesamtes Verbreitungsgebiet gesehen ist das Auerhuhn ein typischer Bewohner der Taigawälder. GLUTZ VON BLOTZHEIM (1985) beschreibt die Lebensraumansprüche des Auerhuhns knapp und prägnant: “Die günstigsten Lebensräume findet das Auerhuhn in störungsarmen, naturnahen, sich nur langsam verändernden, vielschichtigen Mischwäldern, die durch Lichtungen, Windwurflecher, moorige oder verheidete Stellen aufgelockert sind (...)” Konkret bedeutet dies (vgl. Abb. 2):

- Reichhaltige Baumartenmischung mit einem hohen Anteil von Weissanne und Föhre (deren Nadeln werden als Winternahrung genutzt); je nach Region auch von der Buche;
- Kronenschluss locker bis lückig (Deckungsgrad maximal 50-70 %);
- Stufiger Aufbau, plenterartige Struktur des Waldes;
- Gute Befliegbarkeit (Flugschneisen; stammzahlarme Bestände);
- Gut ausgebildete Zwergstrauchschicht, wobei die Heidelbeere eine zentrale Rolle spielt;
- Hoher Altholzanteil sowie stehendes und liegendes Totholz;
- Offene Stellen (Lichtungen, Bestandeslücken und Stellen mit lockerer Schlagvegetation), die vor allem für die Hennen zur Zeit der Kükenaufzucht wichtig sind;
- Stellen mit Hochstaudenvegetation;

- Waldrandbereiche, vor allem Übergänge des Waldes zu Hoch- und Flachmooren sowie zu locker bestockten, extensiv genutzten Weide- und Alpflächen.

Ein zentraler Faktor für das Auerhuhnhabitat ist der störungsfreie Raum.

Reine Fichtenbestände, Bestände ohne Bodenvegetation, geschlossene, dunkle Stangenhölzer sowie grossflächige Verjüngungen werden vom Auerhuhn gemieden.

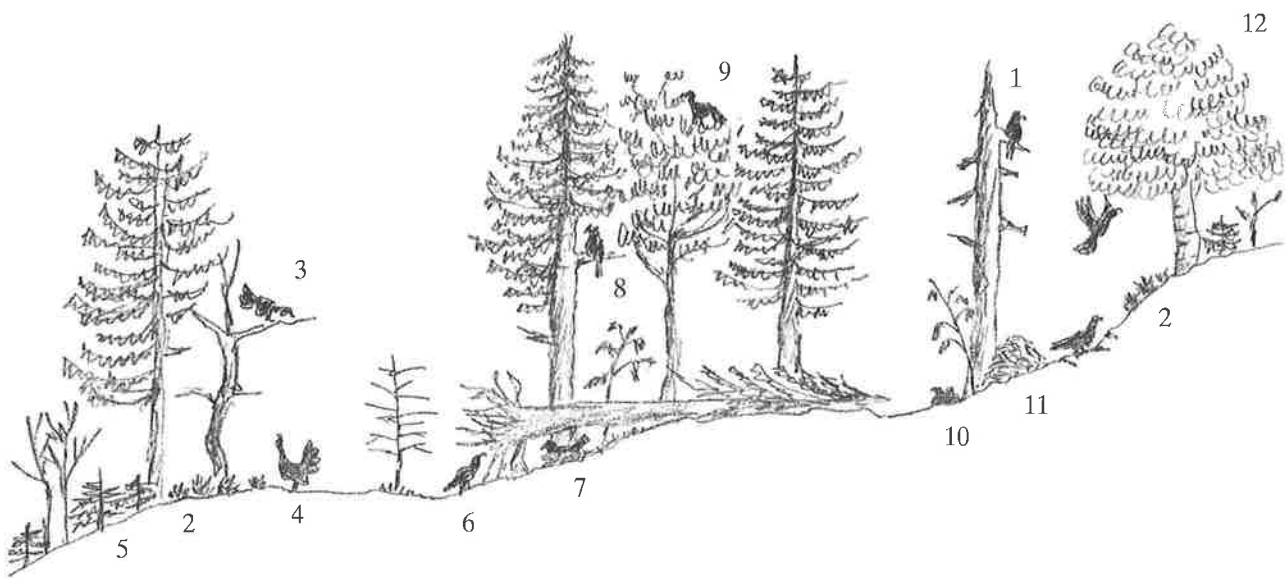


Abb. 2: Schema eines Auerhuhn-Lebensraumes

Quelle: verändert nach MARTI / MOLLET (2000)

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Freier Schlafplatz | 7 | Geschützter Brutplatz |
| 2 | Heidelbeeren | 8 | Gedeckter Schlafplatz |
| 3 | Balzbaum | 9 | Föhren und Weisstanne
(Nadeln als Winternahrung) |
| 4 | Bodenbalzplatz | 10 | Sandbadestelle ("Huderpfanne") |
| 5 | Jungfichten (als Deckung, z.T.
als Winternahrung) | 11 | Ameisenhaufen |
| 6 | Aufnahme von Steinchen an
Wurzeltellern | 12 | Buche (Knospen) |

2 VEBREITUNG DES AUERHUHNS IN DER SCHWEIZ

Die für das Auerhuhn wichtigen Lebensraum-Eigenschaften treten bei uns am ehesten in der subalpinen Stufe der Alpen und Voralpen sowie auf den Höhenzügen des Juras auf. Hier sind grossflächige, lückige Waldgebiete von Natur aus gegeben oder sind das Ergebnis einer langen Nutzungstradition. Offene und halboffene Waldbestände sind hier eng mit den traditionell genutzten Alpwirtschaftsflächen verzahnt. Entlang der Voralpen zieht sich ein Band mit Auerhuhnlebensräumen von den freiburgisch-bernischen Voralpen über den Grenzbe- reich der Kantone Luzern und Obwalden und über den Kanton Schwyz bis in die Ostschweiz (Kantone St. Gallen, beide Appenzell). Weitere Verbreitungsschwerpunkte liegen im Jura und im Kanton Graubünden.

3 GEFÄHRDUNGSFAKTOREN UND AREALVERLUSTE

Die Auerhuhnbestände nehmen seit langem im ganzen mitteleuropäischen Verbreitungsgebiet ab (GLUTZ VON BLOTZHEIM et al., 1973; KLAUS et al., 1986; LECLERCQ, 1988). In der Schweiz balzten zu Beginn der siebziger Jahre noch mindestens 1'100 Hähne. Bis 1985 war der Frühlingsbestand auf 550 bis 650 Hähne gesunken (MARTI, 1986). Verschiedene Hinweise belegen, dass der Bestand seither weiter abgenommen hat. Lokal ist die Art gar verschwunden. Selbst in Schwerpunktgebieten des Auerhuhns (Waadtländer Jura, Kanton Schwyz) wurde ein Bestandesrückgang beobachtet (SCHMID et al., 1998). Das Auerhuhn wird in der Roten Liste, in Abhängigkeit von der Region, als gefährdet, stark gefährdet oder als vom Verschwinden bedroht eingestuft (ZBINDEN et al., 1994).

Eine bereits längerfristig wirkende Ursache für den Verlust optimaler Lebensräume hängt mit der Waldnutzung zusammen. Durch die geregelte Bewirtschaftung der Wälder, durch Aufforstungen sowie die Aufhebung der Waldweide verschwanden die lückigen Wälder. Diese Veränderungen zeigten sich eindrucklich in den unteren und mittleren Höhenlagen, wo häufig einschichtige, gleichaltrige und geschlossene Bestände heranwuchsen. Vorratsreiche Wälder mittleren Alters sind häufig zu dicht für das Auerhuhn, und auch im klassischen Plenterwald werden auf guten Standorten so hohe Holzvorräte erreicht, dass der Bestand zu dunkel und zu geschlossen wird (EIBERLE, 1984).

Seit einiger Zeit sind die zahlreichen Störungen, die mittlerweile auch die entlegenen Gebiete und die optimalen Lebensräume erreichen, eine weitere wichtige Ursache für den Rückgang der Populationen.

4 DIE BEDEUTUNG DER MOORE UND MOORLANDSCHAFTEN FÜR DAS AUERHUHN

In den Voralpen tritt das notwendige Mosaik halboffener Waldlandschaften hauptsächlich in den Gebieten mit hohen Mooranteilen auf. Dabei nutzt das Auerhuhn nicht die offene Moorfläche, sondern den Randbereich der Moore, wo mosaikartig strukturierte Übergangszonen zwischen offenen und geschlossenen Habitaten bestehen. In moorreichen Gebieten ist zudem verbreitet eine Zwergstrauchschicht aus Heidelbeere anzutreffen, die für das Auerhuhn von grosser Bedeutung ist.

Wegen Wald-Weide-Ausscheidungen und der Intensivierung der Bewirtschaftung haben viele Alpflächen an Lebensraumqualität eingebüsst. Deshalb sind Wald-Moorkomplexe, die traditionell genutzt werden und die weder entwässert noch aufgeforstet wurden, als Rückzugsflächen von zentraler Bedeutung für den Auerhuhnschutz.

Entsprechend decken sich die Verbreitungsräume des Auerhuhns im Berggebiet vielerorts mit Moorlandschaften von nationaler Bedeutung. Der gesetzliche Auftrag zum Schutz der Moorbiotope und Moorlandschaften unterstützt daher auch die Anliegen des Auerhuhnschutzes.

Das ebenfalls an den Wald gebundene Haselhuhn stellt als kleiner Verwandter des Auerhuhns etwas andere Ansprüche an den Lebensraum. Es findet aber gerade in grösseren Moorlandschaften ebenfalls geeignete Biotope und ist hier stetiger Begleiter der Auerhuhnvorkommen.

5 SCHUTZ DES AUERHUHNS

Nicht überall fallen die Auerhuhnlebensräume mit Biotopen oder Moorlandschaften von nationaler Bedeutung zusammen, und der Schutz des Auerhuhns erfordert Massnahmen, welche über den Moor- bzw. Moorlandschaftsschutz hinausgehen. Im Interesse der Lebensraumerhaltung für das Auerhuhn sind die folgenden Hinweise zu beachten (detaillierte Darstellung in MARTI / MOLLET, 2000) .

5.1 Forstwirtschaftliche Erschliessung und Nutzung

Im Zusammenhang mit der Erschliessung muss unterschieden werden zwischen den noch **nicht erschlossenen Gebieten** und den **bereits erschlossenen Gebieten**:

Nicht erschlossene Gebiete: Zu Beginn jeder forstlichen Planung steht die Zuordnung der Waldfunktionen. In Auerhuhn-Lebensräumen kann sowohl der Verzicht auf eine Bewirtschaftung (allenfalls über die Ausscheidung von ausreichend grossen Reservaten) als auch eine angepasste naturnahe Bewirtschaftung in Frage kommen. Dies bedeutet, dass für das Auerhuhn vorteilhafte Habitateigenschaften angestrebt werden.

Wenn die forstliche Planung im betroffenen Perimeter im Hinblick auf die Bewirtschaftung erfolgt, soll sich diese prioritär auf andere Infrastrukturen als Forststrassen und Maschinenwege stützen. Dies gilt selbst dann, wenn die Aufwertung der Lebensräume Teil der Bewirtschaftungsziele ist. Zudem müssen auch die Basiserschliessungen den Lebensraumbedürfnissen Rechnung tragen. Ist die Ausrichtung auf eine auerhuhnverträgliche Bewirtschaftung nicht möglich, so muss der getroffene Grundsatzentscheid überdacht und die Option Nutzungsverzicht ins Auge gefasst werden (BUWAL, 2000).

Bereits erschlossene Gebiete: Bestehende Wege und Pisten, die in Gebiete mit Auerhuhnvorkommen führen, sollen zur bestmöglichen Gewährleistung der Ungestörtheit dieser Lebensräumen im Sinne von Art. 15 WaG abgesperrt werden. Als weiterführende Massnahmen – die in einem regionalen Auerhuhn-Schutzkonzept abgestimmt werden sollten – sind in empfindlichen Gebieten auch die Aufgabe oder sogar der Rückbau ausgewählter Erschliessungsanlagen und eine Weiterbewirtschaftung mit Seilkränen oder Heli denkbar.

Eine weitere Massnahme stellt die Ausweisung von Waldreservaten dar.

Wenn ein Auerhuhnbestand in einer Moorlandschaft von nationaler Bedeutung vorkommt, kann dies die Zulässigkeit von Nutzungen und Eingriffen wesentlich beeinflussen. In diesem Falle sind Aktivitäten, welche den Bestand gefährden könnten, nicht zulässig.

5.2 Moorbiotoppflege und landwirtschaftliche Nutzung

- Die halboffenen Wald-Moorkomplexe sollen grossflächig erhalten bleiben.
- Die extensive Nutzung der Flachmoore soll weitergeführt werden, wobei strukturierende Kleingehölze zu erhalten sind.
- Die Lebensraumbedürfnisse des Auerhuhns sind bei der Entbuschung von Flachmooren zu berücksichtigen. In einzelnen Bereichen sollen Gebüsche stehen gelassen werden, damit zwischen der offenen Fläche und den vom Auerhuhn bewohnten Randzonen ein Übergangsbereich besteht. Die Gebüsche bieten ausserdem Lebensraum für das Haselhuhn.
- Die Nutzung auf Alpen und sonstigen Weideflächen soll nicht intensiviert werden (insbesondere kein Kunstdünger, kein Hühnermist und keine Herbizide).

5.3 Weitere Nutzungen

- Zur Schonung empfindlicher Auerhuhn-Lebensräume ist allenfalls auch die Umleitung von Wanderwegen erforderlich.
- Eine ausreichende Bejagung des Schalenwildes muss das üppige Gedeihen der Beerenstrauchschicht sicherstellen.

5.4 Zeitpunkt der Eingriffe

Alle Massnahmen müssen ausserhalb der Balz- und Aufzuchtzeit des Auerhuhns stattfinden. Sie sollen nicht vor Mitte Juli beginnen und spätestens Anfang April abgeschlossen sein, zur Schonung des Auerhuhns im Winter wenn möglich bereits Ende Januar.

LITERATUR

BUWAL, Hrsg., 2000): Praxishilfe Auerhuhn und Haselhuhn: ihr Schutz in der regionalen Waldplanung, Bern.

EIBERLE, K. (1984): Waldbauliche Voraussetzungen für die Existenz des Auerhuhns. Feld, Wald, Wasser, Schweiz. Jagdzeitung, 31 (2): 23-32.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. (1985): Rauhfusshühner. Schweizerische Vogelwarte Sempach. 32 S.

GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. / BAUER, K.M. / BEZZEL, E. (1973): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 5, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a. M.

KLAUS, S. / ANDREEV, A.V. / BERGMANN, H.-H. / MÜLLER, F. / PORKERT, J. / WIESNER, J. (1986): Die Auerhühner. Neue Brehm-Bücherei, Band 86, Wittenberg-Lutherstadt.

LECLERCQ, B. (1988): Le grand coq de bruyère ou Grand Tétras. Sang de la terre, Paris.

MARTI, C. (1986): Verbreitung und Bestand des Auerhuhns *Tetrao urogallus* in der Schweiz. Ornithol. Beob. 83: 67-70.

MARTI, C. / MOLLET, P. (2000): Merkblatt Auerhuhn und Waldbewirtschaftung, 2. überarb. Auflage, BUWAL, Bern.

SCHMID, H. / LUDER, B. / NAEF-DAENZER, B. / GRAF, R. / ZBINDEN, N. (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und im Fürstentum Liechtenstein 1993-1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

ZBINDEN, N. / GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N. / SCHMID, H. / SCHIFFERLI, L. (1994): Liste der Schweizer Brutvögel mit Gefährdungsgrad in den einzelnen Regionen. Rote Liste der gefährdeten Tierarten der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen, Bern, 24-30.

AUSKUNFT

Schweizerische Vogelwarte,
6204 Sempach, Tel. 041 / 462 97 00

Koordinationsstelle Moorschutz,
BUWAL, 3003 Bern,
Tel. 031 / 322 78 28

Eidg. Forstdirektion, Bereich Wildtiere, 3003 Bern, Tel. 031 / 324 78 64

DANK

Wir danken unseren zahlreichen Kollegen im Auerhuhn-Schutzprojekt. Insbesondere Ruedi Hess und Niklaus Zbinden haben uns wertvolle Anregungen gegeben und den Beitrag kritisch geprüft.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Dr. Christian Marti
Schweizerische Vogelwarte
6204 Sempach

Dipl. Forst-Ing. Franz Rudmann
Ibergstrasse 48
9630 Wattwil

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
1/1998

Die Reptilien der Mooregebiete

3.4.4

1 EINLEITUNG

In fast allen Mooren der Schweiz können Reptilien angetroffen werden. Welche Arten vorkommen, ist vor allem von der Grösse, der Lage und der Strukturierung des jeweiligen Moores abhängig. Als "typische" Moorbewohner kann man die Moor-, Wald- oder Bergeidechse (*Lacerta vivipara*), die Ringelnatter (*Natrix natrix*) sowie die Kreuzotter (*Vipera berus*) bezeichnen. Letztere kommt in tiefen Lagen ausschliesslich in Hoch- und Übergangsmooren vor.

Unklar bleibt, ob die Moorbiotope für die in der Schweiz ausgestorbene Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) eine wesentliche Rolle gespielt haben. Man geht davon aus, dass die Art vor allem in seichten Gewässern der Auenwälder vorgekommen ist. In Tabelle 1 sind die in Mooregebieten nachgewiesenen Arten und ihre Bindung an die verschiedenen Moortypen aufgelistet.

Arten	Hochmoore			Flachmoore		
	kollin	montan	höher	kollin	montan	höher
Kreuzotter (<i>Vipera berus</i>)	★	●	?	-	○	?
Ringelnatter (<i>Natrix natrix</i>)	○	○	?	●	●	○
Würfelnatter (<i>Natrix tessellata</i>)	-	-	-	○	-	-
Vipernatter (<i>Natrix maura</i>)	-	-	-	○	-	-
Äskulapnatter (<i>Elaphe longissima</i>)	-	-	-	○	-	-
Zornnatter (<i>Hierophis viridiflavus</i>)	-	-	-	○	-	-
Schlingnatter (<i>Coronella austriaca</i>)	?	?	-	?	?	-
Blindschleiche (<i>Anguis fragilis</i>)	○	○	○	○	○	○
Mooreidechse (<i>Lacerta vivipara</i>)	●	●	○	●	●	○
Zauneidechse (<i>Lacerta agilis</i>)	?	-	-	○	○	-
Smaragdeidechse (<i>Lacerta bilineata</i>)	-	-	-	○	○	-
Europ. Sumpfschildkröte (<i>Emys orbicularis</i>)	?	-	-	†	-	-

Tab. 1: Bindung der schweizerischen Reptilien an die Moorbiotope.

- ★ Die Art ist sehr stark auf den jeweiligen Biotoptyp angewiesen
 - Vermehrtes Vorkommen
 - Vorkommen
 - † Gilt in der Schweiz als ausgestorben
 - Kein Vorkommen
 - ? Situation unklar
- Bei der Europäischen Sumpfschildkröte ist es unklar, ob sie je in Hochmooren vorkam.

2 ANSPRÜCHE AN DEN LEBENSRAUM

Reptilien stellen je nach Art unterschiedlich hohe Ansprüche an ihre Lebensräume. Schlangen sind dabei anspruchsvoller als Eidechsen. Allen gemeinsam ist jedoch, dass ihr Lebensraum verschiedene Strukturen aufweist. Besonders wichtig sind gut besonnte und ungestörte Verstecke (vgl. Abb. 1).

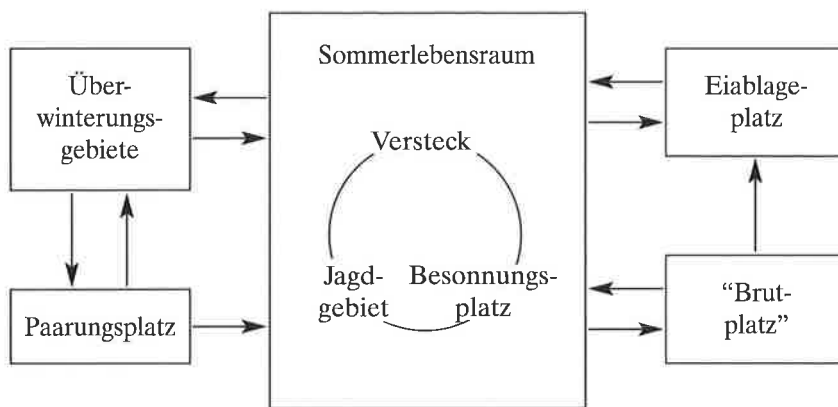


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung der wichtigsten Elemente eines Reptilienlebensraumes.

Die einzelnen Elemente des Lebensraumes werden unterschiedlich genutzt. Sie sind wie die Glieder einer Kette, die nur als Ganzes funktionieren. Ökologische Barrieren zwischen einzelnen Strukturelementen können den Reptilienlebensraum zerstören.

- **Besonnungs- und Versteckplätze:** „Verwilderte“, gut besonnte und geschützte Kleinstrukturen wie Altkrautsäume, Zwergsträucher, niedriges und gut deckendes Gebüsch, Seggen- und Grasbulten, umgestürzte Bäume, loses Wurzelwerk, angeschwemmtes Totholz usw. Daneben werden aber auch Kleinstrukturen, die von Menschen geschaffen wurden, genutzt: Steinhäufen und -wälle, Trockenmauern, Ast-, Holzhäufen, herumliegende Holzreste (Baumstämme, Wurzelstöcke u.ä.), Häufen aus Altgras, Laub, Schilf, Seggen usw.

- **Paarungsplätze:** In der Regel gut besonnte Stellen, an denen sich paarungswillige Weibchen aufhalten. Solche Plätze befinden sich oft in der Nähe der Überwinterungsgebiete.

- **„Brutplätze“:** Besonders gut besonnte und geschützte Stellen, an denen trächtige Weibchen lebendgebärender Arten ihre Jungen austragen bzw. eierlegende Weibchen ihre Eier im Körper zur Reife bringen.

- **Eiablageplätze:** Geeignete Stellen, an denen die Weibchen ihre Eier ablegen können, zum Beispiel vermodernde Laub- und Mähguthaufen. Solche Stellen können zu "Schlüsselementen" für das Überleben einer Population werden. Besonders geeignete Ablageplätze werden von verschiedenen Individuen besucht. So sind Ansammlungen von mehreren Tausend Ringelnatter-Eiern bekannt (KABISCH, 1978).
- **Jagdgebiete:** Unterschiedlich strukturierte Stellen mit entsprechendem Beutespektrum.
- **Überwinterungsgebiete:** Frost- und hochwassersichere Stellen wie Nagerbauten, loses Wurzelwerk, Haufen aus Steinen, Holz, Ästen und ähnlichem, umgestürzte Bäume usw. Oft werden in den Randbereichen auch Mauerwerke, Lesesteinhaufen, Miststöcke und ähnliches benutzt.
- **Verbindungskorridore:** Lineare Elemente wie Hecken, Brachflächen, Gräben, Ufer-, Bahn- und Strassenböschungen, Waldränder, welche die einzelnen Biotopstrukturen und Biotope miteinander vernetzen.

3 ANGABEN ZU DEN WICHTIGSTEN MOORBEWOHNERN

In der Folge werden drei Reptilienarten beschrieben, welche eine starke Bindung an Moorbiotope zeigen.

3.1 Kreuzotter (*Vipera berus*)

Die Kreuzotter ist neben der Aspispiper (*Vipera aspis*) die einzige Giftschlange der Schweiz. Charakteristisch für diese Art ist die dunkle zickzackartige Rückenzeichnung. In einigen Populationen treten aber auch einfarbig schwarze Exemplare auf. Der Körper ist im Vergleich zu den ungiftigen Nattern kurz und gedrunken. Der Kopf wirkt kantig und ist leicht vom Hals abgesetzt. Ein charakteristisches Kennzeichen für die beiden schweizerischen Giftschlangen ist die senkrecht geschlitzte Pupille. Kreuzottern bringen voll entwickelte Junge zur Welt. Diese sind von Beginn an selbständig und ernähren sich vor allem von jungen Grasfröschen (*Rana temporaria*) und Bergeidechsen (*Lacerta vivipara*). Adulte fressen hauptsächlich Kleinsäuger.



Abb. 2: Kreuzotter (*Vipera berus*).
Foto: G. Dušej

Keine andere Schlangenart der Schweiz ist, zumindest in tieferen Lagen, so stark an Moorbiotope gebunden wie die Kreuzotter. Im Mittelland kommt sie ausschliesslich in Hochmooren sowie in deren unmittelbaren Umgebung vor. Der Lebensraum umfasst sowohl nasse Bereiche als auch trockenere, "gestörte" Flächen (Heiden, buschreiche Pfeifengraswiesen). Von besonderer Bedeutung sind zudem gut besonnte Waldränder im Randbereich der Moore. In alpinen Lagen nimmt die Moorbindung der Kreuzotter stark ab. Sie besiedelt dort Zwergstrauchheiden, Alpweiden usw. (NEUMEYER 1987 und 1992; MOSER, 1988).

In der Schweiz findet man die Kreuzotter vor allem im Alpenraum zwischen 1'200 m und 2'100 m ü.M. Ausnahmsweise steigt sie bis auf 2'680 m ü.M. und wird nur selten unter 1'200 m ü.M. angetroffen (SCHNEPPAT / SCHMOCKER, 1983). Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in den östlichen Alpen. Im Mittelland sowie im Jura sind nur wenige Stellen mit zum Teil verschwindend kleinen Populationen bekannt. Es ist anzunehmen, dass die Art früher in heute zerstörten Hochmooren vorkam. In den kollinen Lagen Süddeutschlands, wo noch grossflächige Hochmoorbiotope bestehen, ist die Kreuzotter weiter verbreitet. Aber auch hier ist ihr Bestand in den letzten Jahrzehnten dramatisch zurückgegangen (BAUER, 1987).

In den tieferen Lagen stellt heute die zunehmende Verwaldung der wenigen noch vorhandenen Hochmoore eine akute Gefährdung für die Kreuzotter dar. Zwar sind verheidete Flächen und verbuschte Pfeifengraswiesen für die Kreuzotter wertvolle neue Biotopstrukturen, doch muss eine weitergehende Sukzession durch geeignete Massnahmen verhindert werden.

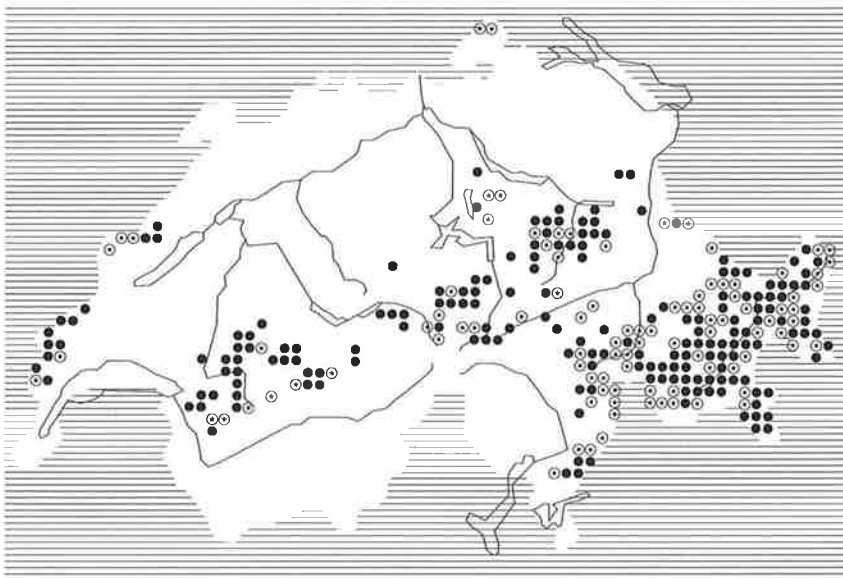


Abb 3: Verbreitung der Kreuzotter in der Schweiz.

● 1980-1999

⊙ vor 1980

Quelle: HOFER et al. (2001)

3.2 Ringelnatter (*Natrix natrix*)

Die Ringelnatter ist wohl die bekannteste und am weitesten verbreitete einheimische Schlangenart. In der Regel ist sie leicht anhand ihrer typischen Kopfzeichnung, zwei gelben Halbmonden, zu erkennen. Seltener kommen auch einfarbige, zum Teil sogar völlig schwarze, Individuen vor. Ringelnattern können eine Gesamtlänge von über 1 m erreichen. Sie können ausgezeichnet schwimmen und ernähren sich vor allem von Amphibien. Ringelnattern sind ovipar. Grosse Weibchen können über viele Jahre hinweg für den Erhalt einer Population sorgen, indem sie bis zu 40 Eier pro Jahr ablegen.

Obwohl die Ringelnatter stark an Gewässer und Moorhabitate gebunden ist, wird sie oft auch in anderen Lebensraumtypen angetroffen, beispielsweise an buschreichen Waldrändern, auf Bahndämmen oder sogar in subalpinen Schutthalden. Die individuenreichsten Populationen befinden sich jedoch in Mooren und Auen der tieferen Lagen sowie an naturnahen Ufern von Stillgewässern. In den letzten



Abb. 4: Ringelnatter (*Natrix natrix*).
Foto: G. Dušej

Jahrzehnten wurde ein zunehmendes Ausweichen auf Ersatzlebensräume wie Kiesgruben, Gärten oder Parkanlagen beobachtet.

Ringelnattern benötigen grossflächige und reich strukturierte Lebensräume. Neben Versteck- und Besonnungsplätzen dürfen amphibienreiche Gewässer, Eiablage- und Überwinterungsplätze nicht fehlen.

Grosse Ringelnatter-Populationen mit mehreren Dutzend Individuen sind heute selten geworden. Nach den vorliegenden kantonalen Reptilieninventaren nehmen die Bestände in allen Teilen der Schweiz dramatisch ab. Vor allem in kleineren und isolierten Feuchtgebieten sind die Ringelnatter-Populationen erloschen (DUŠEJ / BILLING, 1991; HOFER, 1991; KADEN, 1988). Bei den Bestandesrückgängen spielen – neben dem generellen Verlust an naturnahen Feuchtgebieten – die Zerschneidung der grossflächigen Biotopkomplexe durch neue ökologische Barrieren und der Verlust von einzelnen lebenswichtigen Strukturelementen eine entscheidende Rolle. Selbst in bestehenden Naturschutzgebieten ist das Überleben der Ringelnattern oft nicht gewährleistet. Viele Feuchtgebiete sind ausgesprochen arm an Kleinstrukturen, da sie ausschliesslich nach botanischen Gesichtspunkten gepflegt werden. Nicht selten fehlt es an amphibienreichen Kleingewässern.

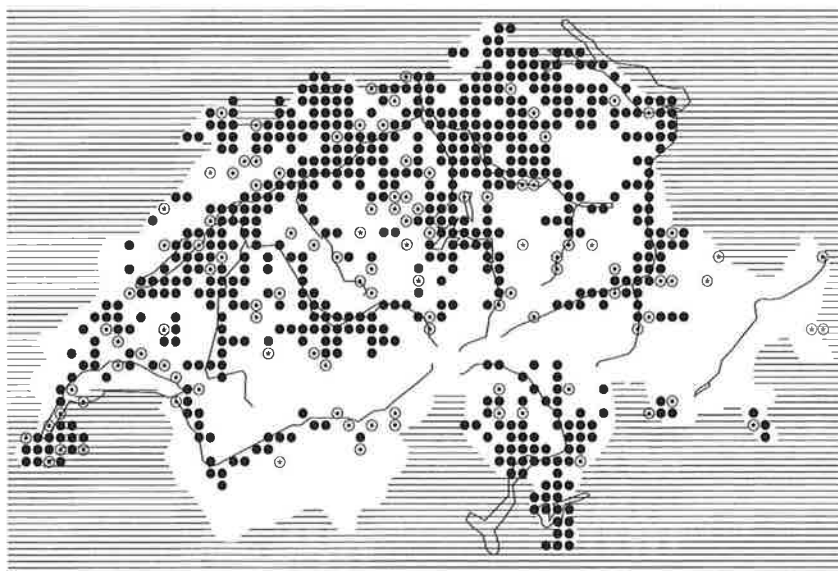


Abb. 5: Verbreitung der Ringelnatter in der Schweiz.

● 1980-1999

⊕ vor 1980

Quelle: HOFER et al. (2001)

3.3 Moor-, Wald- oder Bergeidechse (*Lacerta vivipara*)

Die Mooreidechse ist die kleinste einheimische Eidechsenart. Sie bewohnt eine Vielzahl von Lebensräumen, zeigt dabei aber eine starke Bindung an Moorbiotope. Zeichnung und Färbung sind sehr variabel. Zwischen den Geschlechtern bestehen keine grossen Unterschiede. Bei männlichen Tieren ist der Bauch stärker gefleckt (KRAMER / STEMMLER, 1986). Schwärzlinge sind, auch bei Neugeborenen, nicht selten. Waldeidechsen sind eher scheue Tiere, die bei geringer Störung fast geräuschlos verschwinden. Sie meiden grosse Hitze und Trockenheit. Die Paarung findet im April / Mai statt. Waldeidechsen gebären voll entwickelte Junge, die aber noch in eine dünne Eimembran eingehüllt sind (Ovoviviparie). Die Geschlechtsreife wird nach ca. 2 Jahren erreicht (DELY / BÖHME, 1984).

Mooreidechsen können feuchtere und kühlere Lebensräume besiedeln als alle übrigen einheimischen Eidechsenarten. Die Ovoviviparie verschafft ihnen dabei Vorteile. Da die Weibchen nicht an bestimmte Eiablageplätze gebunden sind, können sie bei der Eizentigung die Sonnenenergie optimal ausnutzen. Bei allfälligen Überschwemmungen suchen sie andere Brutplätze ausserhalb der Gefahrenzone aus.

Die individuenstärksten Bestände der Mooreidechse kommen in reich strukturierten Hoch- und Übergangsmooren vor. Nicht selten besiedelt die Mooreidechse aber auch strukturarme Feuchtgebiete wie Kleinseggenriede und Hochstaudenfluren. In solchen Lebensräumen verstehen es die Tiere, jede noch so kleine Besonnungsmöglichkeit auszunutzen. Sie klettern auf Hochstauden oder auf Pfähle von Weidezäunen und Naturschutztafeln. Beliebte Besonnungsplätze, an denen die Mooreidechsen gut beobachtet werden können, sind Baumstrünke, Asthaufen und umgestürzte Bäume. An solchen Stellen halten sich oft mehrere Individuen gleichzeitig auf.

Die meisten Lebensräume der Waldeidechse liegen in den Alpen und im südlichen Jura. Im Mittelland ist die Art vergleichsweise selten anzutreffen.



Abb. 6: Moor-, Wald- oder Bergeidechse (*Lacerta vivipara*).
Foto: G. Dušej

Wie alle übrigen moorbewohnenden Reptilien ist auch die Mooreidechse stark von der Zerstörung der Feuchtgebiete betroffen. Insbesondere im Mittelland sind viele Vorkommen erloschen. Aber auch in den bestehenden Schutzgebieten ist die Situation oft nicht optimal. Durch eine zu gründliche, rein auf die Erhaltung von floristischen Werten ausgerichtete Pflege, werden die für Reptilien wichtigen Kleinstrukturen beseitigt. Nicht selten werden Streuehaufen an den Rändern der Schutzgebiete verbrannt, nachdem sie von Eidechsen bereits als Versteckplatz angenommen wurden.



Abb. 7: Verbreitung der Moor-, Wald- oder Bergeidechse in der Schweiz.

● 1980-1999

⊕ vor 1980

Quelle: HOFER et al. (2001)

4 SCHUTZMASSNAHMEN

Es bedarf genauer Kenntnisse über das aktuelle Vorkommen, das Potential und die räumliche Nutzung des Lebensraumes, um Reptilien wirksam zu schützen. Die Bedürfnisse variieren je nach Standort und nach den besonderen Gegebenheiten, so dass ein allgemein gültiges "Rezept" nicht abgegeben werden kann. Die Situation sollte jeweils unter Beizug eines Herpetologen beurteilt werden. Entsprechende Fachleute werden von der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz der Schweiz, KARCH, in Bern vermittelt.

4.1 Grundsätze

Für einen effizienten Schutz der Reptilien empfiehlt sich die Berücksichtigung der folgenden Grundsätze:

- **Erfassen der Vorkommen:** Für viele Vorkommen von überkommunalen Bedeutung sind bereits Inventare erstellt worden, welche bei der entsprechenden kantonalen Behörde eingesehen werden können. In Gebieten, in denen solche Aufnahmen fehlen, müssen Inventare erstellt werden. Für eine grobe Beurteilung durch Spezialisten genügen in der Regel 2-4 Begehungen. Neben dem Artnachweis müssen auch alle lebenswichtigen Biotopolelemente erfasst werden. Dazu gehören vor allem Versteck-, und Besonnungsplätze, Jagdgebiete, Brut- und Eiablageplätze sowie Überwinterungsgebiete.
- **Schutz der unverzichtbaren Biotopolelemente:** Alle wichtigen Lebensraumelemente müssen geschützt und bei Bedarf durch entsprechende extensive Pflege sichergestellt werden. Es ist von grossem Vorteil, wenn die wichtigsten Massnahmen in die entsprechenden Pflegepläne aufgenommen werden.
- **Optimierung des Lebensraumes:** Reptilien benötigen ein Mosaik aus offenen und teilweise bedeckten Stellen. Zu stark verbuschte oder bewaldete Flächen sind schonend aufzulichten. Umgekehrt ist an offenen und strukturlosen Flächen eine partielle Verbuschung bzw. Verbrachung zu tolerieren. In vielen Reptilien-Lebensräumen mangelt es an Kleinstrukturen. Das Neuanlegen von geeigneten Versteck- und Besonnungsplätzen kann hier rasch Abhilfe schaffen (vgl. auch Ziffer 4.2).
- **Vernetzung:** Einzelne Teil-Biotope sowie grössere Lebensräume müssen miteinander vernetzt werden, damit ein langfristiges Überleben gesichert werden kann. Reptilien bewegen sich gerne entlang von versteckreichen, linienförmigen Elementen wie Hecken (vor allem

Niederhecken), Böschungen, Ufern, Gräben, Brachlandstreifen, Wald-rändern und ähnlichen Strukturen.

■ **Erfolgskontrolle und Optimierung der Massnahmen:** Der Erfolg von Massnahmen soll durch eine Kontrolle beurteilt werden. Da die meisten Reptilien erst nach 3-5 Jahren geschlechtsreif werden, dürfte ein markanter Populationszuwachs entsprechende Zeit dauern.

4.2 Anpassen der Pflegemassnahmen

Die meisten Moore werden vor allem nach botanischen Gesichtspunkten gepflegt. So werden z.B. vor allem Flachmoore nach einem relativ fixen Rhythmus mehr oder weniger flächendeckend gemäht. Dies hat für die Reptilien zwei ungünstige Folgen:

- Im Herbst, Winter und Frühling sind grosse Flächen völlig kahl. Der Mangel an Verstecken und Unterschlupfmöglichkeiten macht für Reptilien grosse Flächen unbewohnbar, da sie ihren Feinden ausgeliefert sind.
- Im Hochsommer ist die Vegetation auf denselben Flächen als Hochstauden- oder als hohe Krautschicht ausgebildet, so dass die bodennahen Schichten völlig beschattet sind und so für Reptilien grösstenteils unbewohnbar bleiben.

Die Pflegemassnahmen können für die Reptilien verbessert werden, ohne dass dabei die wesentlichen Aspekte der bisherigen Praxis aufgegeben werden müssen. In der Regel genügt es, wenn vor allem am Rande der entsprechenden Lebensräume eine reptiliengerechte Pflege durchgeführt wird. Dabei kann nach folgendem Muster vorgegangen werden:

- **Altkrautsäume:** Entlang von Hecken, südexponierten Waldrändern sowie am Rand von Riedwiesen werden 3 bis 5 m breite Krautsäume angelegt. Diese werden gestaffelt in einem 3-jährigen Turnus gemäht (jedes Jahr ein Drittel).
- **Altkrautinseln:** Etwa 5-10% der offenen Moorwiesen sollen inselartig während mindestens einem Jahr ungemäht bleiben. Der Standort der Altkraut-Insel ist jährlich zu wechseln, damit aus botanischer Sicht keine Qualitätseinbussen eintreten (z.B. durch Eutrophierung und Verfilzung).
- **Niederhecken:** In den Riedwiesen soll der Gebüschanteil 15 bis 20% betragen. Die Gebüsche sollen in Form von lückigen Niederhecken, vor allem an gut besonnten Stellen, gefördert werden.
- **Spezielle Mähzone:** In stark verschilften oder mit Hochstauden bewachsenen Flächen soll bereits im Frühsommer ein ca. 2-5m breiter



Abb. 8: Altkrautinsel
Foto: G. Dušej



Abb. 9: Spezielle Mähzone
Foto: G. Dušej

Streifen gemäht werden, damit die bodennahen Schichten wieder besonnt werden. Dazu geeignet sind vor allem gut besonnte Waldränder, Hecken, Grenzlinien zwischen Kulturland und Flachmooren usw. (beim Mähen darauf achten, dass keine Tiere verletzt werden).

■ **Kleinstrukturen:** Entlang der Grenzlinien sind vermehrt Versteck- und Besonnungsplätze sowie andere Kleinstrukturen anzubieten. Mit der Schaffung von Amphibienlaichgewässern an geeigneten Stellen wird z.B. das Nahrungsangebot für die Ringelnatter verbessert.

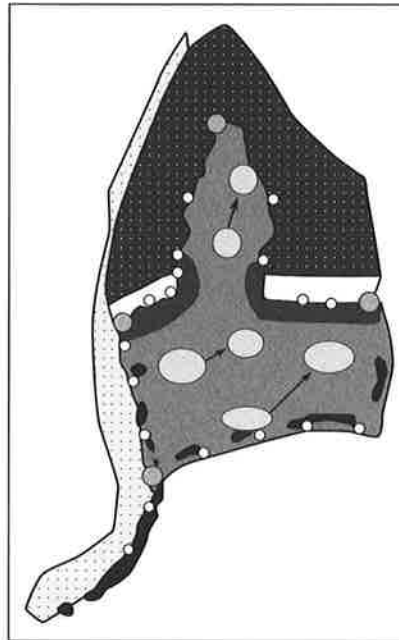
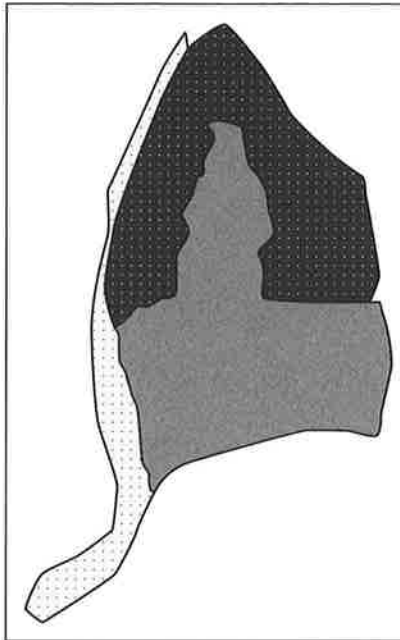


Abb. 10: Vereinfachte und idealisierte Darstellung einer reptiliengerechten Flachmoorpflege. Linkes Bild: Bisherige, oft angewandte Praxis mit flächendeckender Mahd; Kleinstrukturen fehlen. Rechtes Bild: Reptilienfreundlichere Pflege und Gestaltung mit den entsprechenden Kleinstrukturen.

- Wiese (jährlich gemäht)
- Wald
- Gewässer
- Buschreicher Waldmantel
- Lückige Niederhecke (3-5 jährig)
- Altkrautzone, spezielle Mähzone
- "Wandernde" Altkrautinsel
- Versteck-/Besonnungsplatz
- Überwinterungs-/Eiablageplatz

LITERATUR

BAUER, S. (1987): Verbreitung und Situation der Amphibien und Reptilien in Baden-Württemberg. In: HÖLZINGER, J./ SCHMID, G. (1987): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg. Band 41. Landanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe.

DELY, O.G. / BÖHME, W. (1984): *Lacerta vivipara* - Waldeidechse. Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas (Hrsg. W. BÖHME), Bd. 2/I. Aula-Verlag, Wiesbaden, 362-393.

DUŠEJ, G. / BILLING, H. (1991): Die Reptilien des Kantons Aargau - Verbreitung, Ökologie und Schutz. Mitt. Aarg. Naturf. Ges. XXXIII: 233-335.

HOFER, U. / MONNEY, J.-C. / DUŠEJ, G. (2001): Die Reptilien der Schweiz. Birkhäuser, Basel.

HOFER, U. (1991): Die Reptilien des Kantons Bern. Mitt. Naturf. Ges. Bern, N. F., 48: 153-208.

KABISCH, K. (1978): Die Ringelnatter. Neue Brehm Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.

KADEN, D. (1988): Die Reptilien des Kantons Thurgau. Mitt. thurg. naturf. Ges. 49: 51-95.

KRAMER, E. / STEMMLER, O. (1986): Schematische Verbreitungskarten der Schweizer Reptilien. Revue suisse Zool., 93(3): 779-802.

MOSER, A. (1988): Untersuchung einer Population der Kreuzotter (*Vipera berus* L.) mit Hilfe der Radiotelemetrie. Inaugural-Disserta-

tion der Philosophisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel.

NEUMEYER, R. (1987): Density and seasonal movements of the adder (*Vipera berus* L. 1758) in a subalpine environment. Amphibia-Reptilia, 8: 259-276.

NEUMEYER, R. (1992): Die Kreuzotter. Lebensweise und Schutzmöglichkeit. Hrsg. Koordinationsstelle für Amphibien und Reptilienschutz in der Schweiz (KARCH), Bern.

SCHNEPPAT, U. / SCHMOCKER, H. (1983): Die Verbreitung der Reptilien im Kanton Graubünden. Jber. Natf. Ges. Graubünden 100.

ANSCHRIFT DER AUTOREN

Goran Dušej
Büro für faunistische
Felduntersuchungen
Käserestrasse 18
8919 Rottenschwil

Dr. Herbert Billing
Planungs- und Naturschutzamt
des Kantons Schaffhausen
Beckenstube 11
8200 Schaffhausen

Heinz Bolzern
Büro für Naturschutzökologie
Bellerivestrasse 39
6006 Luzern

Dr. Ueli Hofer
Naturhistorisches Museum
Bernastrasse 15
3005 Bern

Handbuch
Moorschutz
in der Schweiz 1
2 / 1998