©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Kieler Notiz. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamb. **29:** 45-53, Kiel 2001

Torfbildung und Moorwachstum in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt– Konsequenzen für eine Moor-Restitution

- Klaus Dierßen, Kiel -

Kurzfassung

In Norddeutschland fehlen derzeit vom Menschen unbeeinfluße Hochmoorsysteme mit ausgedehnten Wachstumskomplexen. Insofern läßt sich nicht sicher abschätzen, ob und wo bei den aktuellen klimatischen Bedingungen ein Hochmoorwachstum überhaupt möglich ist. Es gilt zu unterscheiden zwischen kleinräumiger und durch geeignete Restitutionsmaßnahmen induzierbarer Torfbildung an hydrologisch begünstigten Mikrostandorten und der Volumenzunahme beziehungsweise Flächenausdehnung von Mooren insgesamt. Die Randbedingungen für die Entwicklung von Wachstumskomplexen werden erörtert.

Abstract: Peat formation and bog growth in relation to hydrology – implications for mire restoration

In northern Germany, bog systems without human impact are actually missing. The question is still unsolved, if a bog development under the recent climatic conditions is possible. It seems useful to differentiate between the processes of peat formation in hydrologically favoured microsites and mire expansion. The frame conditions for the (re)development of growth complexes in bogs were discussed.

Keywords

Bog development, mire hydrology, Northern Germany, peat formation, peatland restoration.

1 Einleitung

Das Ausgangsproblem sei durch die folgenden Thesen umrissen, über die Grundkonsens unterstellt wird.

- In weiten Teilen Europas fehlen aktuell Hochmoore, die nicht in jüngster Zeit entweder direkt oder indirekt durch Eingriffe des Menschen verändert worden sind (vor allem durch Entwässerung und atmosphärische Einträge).
- Diese Veränderungen werden aus Sicht der Natur- und Moorschützer deswegen durchweg als negativ empfunden, weil die Moorsysteme und ihre spezifischen Lebensgemeinschaften als Schutzgüter durch diesen Wandel beeinträchtigt werden.
- Übergeordnetes Ziel und Leitbild eines integrierten Moorschutzes sollte es folglich sein, als negativ eingeschätzte Veränderungen soweit möglich aufzuhalten, zu dämpfen oder rückgängig zu machen.
- Die an konkreten Objekten ansetzenden Maßnahmen müssen mit geltenden rechtlichen Normen im Einklang stehen, ökonomisch tragfähig und praktisch durchführbar sein und gesellschaftlich akzeptiert werden.
- Die Entwicklungsziele und deren Umsetzung müssen nach aktuellem Wissensstand realistisch sein. Der Zielerfüllungsgrad soll mit naturwissenschaftlichen (also intersubjektiv nachvollziehbaren) Verfahren prüffähig sein und auch geprüft werden.

Der letzte Punkt ist Gegenstand der folgenden Betrachtung.

2 Ist unter den gegenwärtigen klimatischen Bedingungen in Norddeutschland mit einem autonomen Hochmoorwachstum zu rechnen?

Die nacheiszeitliche Hochmoorentwicklung in Norddeutschland ist nicht kontinuierlich erfolgt. Temperaturschwankungen und Gebietswasserhaushalt waren wesentliche Schlüsselfaktoren für den Beginn und die Intensität der Prozesse Versumpfung, Verlandung und Vermoorung. Nach palynologischen Befunden

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

hat sich die Mehrzahl der Hochmoore mit ansteigenden Grundwasserständen und zugleich klimatischer Erwärmung im Atlantikum vor rund 8 ka[1] vor heute zu bilden begonnen. Während des bereits kühleren und zugleich trockeneren Subboreal zwischen 4,5 und 3 ka haben sich in Norddeutschland überwiegend stärker zersetzte Hochmoortorfe (Schwarztorfe) entwickelt, im anschließenden feuchteren Subatlantikum die lockereren und schwächer zersetzten Weißtorfe. Die Mooroberfläche zu jener Zeit dürfte im Gegensatz zu heute wenig strukturiert gewesen sein. Die Bult-Schlenken-Komplexe neuzeitiger Hochmoore im norddeutschen Tiefland sind entgegen landläufiger Meinung (z.B. EIGNER 1995) nicht etwa Ausdruck ausgeglichenen Wachstums, sondern vielmehr der Stagnation oder Seneszenz, also bestenfalls sogenannte Stillstandskomplexe, wobei Torfbildung und -zehrung sich die Waage halten (CLYMO 1993). Die Entwässerung der Hochmoore in jüngerer Zeit hat diese Strukturunterschiede durchweg akzentuiert.
Die Bedeutung des regionalen Klimas für die Entwicklung von Hochmooren ist vielfach belegt. Dazu seien vier einander ergänzende Beispiele angeführt.

- Im Alpenraum hat sich die höhenbedingte Obergrenze wachsender Hochmoore seit dem Atlantikum mit abfallenden Temperaturen und Niederschlägen talwärts verlagert. Sie liegt derzeit in den Allgäuer Alpen bei Höhenlagen zwischen 900 und 1300 m über NN. Nahe der aktuellen alpinen Waldgrenze stagniert das Hochmoorwachstum; es resultieren Stillstandskomplexe. Oberhalb der Waldgrenze treten nurmehr Erosionskomplexe auf; die Moore haben sich von Nährstoffsenken zu Nährstoffquellen entwickelt. RINGLER (1981) hat Beispiele dieser höhenstufenabhängigen Degradation ombrotropher Moorkomplexe durch Nivellements belegt (Abb. 1).

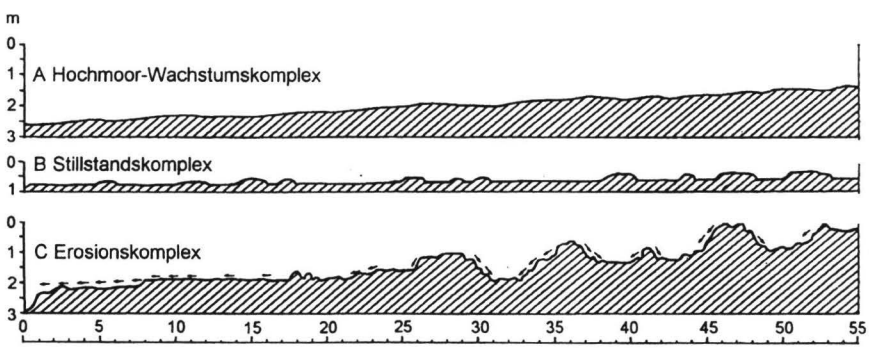


Abb. 1: Oberflächenivellements dreier Hochlagenmoore aus den Bayerischen Alpen; a) Bichelerbergalpe bei Wertach, 900 m NN; b) Hörbachalpe sw Oberstaufen, 1220 m NN; c) Scheuerwände, 1400 m NN (nach RINGLER 1981).

- Der Mensch hat übrigens durch Eingriffe in den Landschaftswasserhaushalt auch – zunächst – die Entwicklung von Mooren gefördert. Die Deckenmoore im ozeanischen Westirland und Schottland, die Missen und Grinden in den Mittelgebirgen Massif Central, Vogesen und Schwarzwald und die Genese von Kesselmooren in der Eiszerfallslandschaft der Grundmoräne auf Rügen sind Beispiele für Eingriffe durch Waldrodung, Brand und Beweidung, die in ihrer Kombination eine Entwicklung von Mooren erst möglich gemacht haben (u.a. LANGE et al. 1986).
- Torfbildung durch Zunahme der Torfmächtigkeit in Mooren und durch Flächenausdehnung erfolgen nicht kongruent. BEUG et al. (1999) konnten an Mooren des Hochharzes belegen, daß auch ohne anthropogene Eingriffe wie Entwässerungen die Mehrzahl der untersuchten Systeme ihre Flächenausdehnung bereits im Subboreal abgeschlossen hat. Seit 1,5 ka hat kein nennenswertes laterales

[1] 1 ka = Kilojahr sind 1000 Jahre.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Moorwachstum mehr stattgefunden. Das horizontale Wachstum läßt sich meßtechnisch schwer quantifizieren. Immerhin wird deutlich, daß kleinräumig und zeitlich erhebliche Schwankungen möglich sind. Für die Harzmoore nennen BEUG et al. (1999) gegen Ende des Präboreal vor 6 ka eine Torfbildungsrate zwischen 0,4 und 35 cm/100a. Unabhängig von diesen Befunden konnten MÜLLER et al. (1997) für Stillstandskomplexe im Roten Bruch bei Braunlage zeigen, daß aktuell CO_2-Emissionen von jährlich 362 $\pm$ 70 g m^{-2} auftreten. Die Ein- und Austräge von Kationen wurden von MÜLLER & BAUCHE (1998) auf der Basis von Niederschlägen und Oberflächenabflüssen in dem Roten Bruch im Harz ermittelt. Mit Ausnahme von Stickstoff überwiegen aus dem Moor die Austräge. Diese erfolgen im Frühjahr und Herbst kongruent zu den Einträgen. Nach Trockenperioden sind sie dagegen entsprechend den sich verändernden Redox-Verhältnissen von den Einträgen entkoppelt. Bemerkenswert ist, daß dieses oligohemerobe Moor mit weitgehend ungestörter Mikrostruktur und Vegetationszusammensetzung derzeit also weder als Kohlenstoffsenke wirkt, noch in der Lage ist, toxisch und basisch wirkende Elemente und organische sowie Mineralsäuren wirksam zu speichern (vergl. auch URBAN et al. 1995).

- Eine ‚natürliche' Entwicklung von Hochmooren unter aktuellen Klimaverhältnissen läßt sich nicht in Norddeutschland verfolgen, wo die Systeme entwässert beziehungsweise durch Torfstich verändert worden sind. Einige nicht durch Torfstich und Entwässerung beeinträchtigte Hochmoore finden sich demgegenüber noch in den Baltischen Ländern. Im Cepkeliai-Nationalpark in Litauen ist ein sehr ausgedehnter Hochmoorkomplex weitestgehend unbeeinträchtigt erhalten. Die Kernflächen zeigen eine schüttere Bewaldung durch *Pinus sylvestris*, die nach Zuwachsmessungen zum überwiegenden Teil erst innerhalb der vergangenen 30 Jahren erfolgt ist (KIBIRKSTIS 2001, mdl.). Lösen der anthropogene CO_2-Anstieg in der Atmosphäre und die dadurch induzierte Erwärmung im mitteleuropäischen Tiefland kombiniert mit abfallenden Grundwasserständen eine Verschiebung des natürlichen Hochmoorareals nach Norden aus? Jüngere Modelle zur Analyse der Torfbildung in Hochmooren dokumentieren jedenfalls, daß bereits leichte Veränderungen im Niederschlagsregime beziehungsweise in den klimatischen Niederschlagsüberschüssen rasch Stillstandskomplexe im Equilibrium entweder in torfakkumulierende Systeme oder Kohlenstoffquellen überführen können (HILBERT et al. 2000).

Der aktuelle Wissensstand läßt sich so zusammenfassen: Torfwachstum ist klimaabhängig und auch bei Hochmooren mit dem Wasserhaushalt des Einzugsgebietes verknüpft. Mit wachsender Torfmächtigkeit fällt in den zentralen Teilen von Hochmooren das Wachstum ab (Seneszenz des Ökosystems). Indikatoren dieser ‚Seneszenz' sind eine stärkere Akzentuierung von Moorstrukturen (Kolksysteme, Bulten-Schlenken-Systeme). Moorwachstum ist dann nur noch durch eine laterale Ausdehnung der Moore möglich, soweit dem keine Transgressionsbarrieren entgegenstehen. Ein laterales Hochmoorwachstum ist zumindest regional seit dem frühen Subatlantikum, also der Völkerwanderungszeit, nicht mehr auszumachen.
Eine mögliche globale Erwärmung äußert sich bei nativen Hochmooren besonders am Südrand des Hochmoorareals in einer stärkeren Förderung der Gehölzentwicklung und abfallenden Wasser-ständen - in positiver Rückkoppelung, bei sich wandelnder Hydrologie und verändertem Kleinklima also günstig für die Gehölzentwicklung und nachteilig für das Moorwachstum (u. a. PROCTOR 1995).

3 Welche Bedeutung kommt der Berücksichtigung räumlicher und zeitlicher Skalen bei der Torfbildung und beim Moorwachstum zu?

Ist Torfbildung etwa in Torfstichen gleichbedeutend mit Moorwachstum? Wie fast alle auf Ökosysteme bezogenen Fragen ist nur eine Beantwortung sinnvoll, die den räumlichen und zeitlich Rahmen der Aussage berücksichtigt. Wir unterscheiden Moorstrukturen unterschiedlicher räumlicher Ausdehnung: Nanoformen, etwa Teile von Bulten oder Schlenken, Mikroformen wie ganze Bulten, Deckenhorizonten oder Schlenken, Mikroformen-Komplexe wie Wachstumskomplexe, Stillstandskomplexe. Syndynamische Prozesse in Nanoformen können als Fluktuationen innerhalb weniger Jahre ablaufen. Mikrosukzessionen bei Mikroformen vollziehen sich demgegenüber in Dekaden bis Jahrhunderten. In den gleichen Zeiträumen dürften, ausgelöst durch Klimaschwankungen, Mikroformen-Komplexe oszillieren. Auf der Ebene von Mikroformen wiederholen sich Entwicklungszyklen in Jahrhunderten bis Jahrtausenden, während in gleichen Zeiträumen bei Moorkomplexen klimaabhängige Strukturänderungen ablaufen

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

können, ausgelöst durch sich verändernde Wachstumsprozesse in verschiedenen Moorfazies. Makrosukzessionen schließlich, die Entwicklung ganzer Moore betreffend, dürften sich erst nach mehreren tausend Jahren auswirken. Diese unterschiedlichen Skalen gilt es etwa bei Planungen zur Restitution von Moorkomplexen zu berücksichtigen (u.a. ZOBEL 1988, DIERßEN & DIERßEN 2001).
Als Schlußfolgerung: In Moorkleinstrukturen läßt sich bei günstiger Wasserversorgung eine aktuelle Torfbildung belegen (u. a. LÜTT 2001). Für Großstrukturen beziehungsweise ganze Moore ist dies schon unter Berücksichtigung des erforderlichen Zeitfensters im Rahmen von Dauerflächenuntersuchungen unrealistisch.
Die Wiedervernässung durch randlichen Torfstich verkleinerter Hochmoorrestflächen bei veränderter Flächenausdehnung des Moorkörpers ist aus hydrologischen Gründen unrealistisch (Es läßt sich kein Moorwasser-Ellipsoid rekonstruieren, der ein großflächig aktives Torfwachstum möglich macht).
Insgesamt ist es sinnvoll, klar zu unterscheiden zwischen (kleinräumiger) Torfbildung (die als Kompensationswachstum für eine Torfzersetzung etwa in ‚Stillstandskomplexen' oder Torfstichen durchaus möglich ist) und Moorwachstum auf großen Flächen (die häufig als Zielvorstellung mit Langfristperspektive geäußert wird: „Wachsende Moore als Leitbild".) Der Schluß von kleinräumiger Torfbildung auf größerflächiges Moorwachstum ist jedenfalls nicht zulässig. Derzeit gibt es kaum Bemühungen, wirksame hydrologische Voraussetzungen zu gewährleisten, um großflächig den Gebietswasserhaushalt als hydrologische Randbedingung für die Ausformung eines oberflächennahen Moorwasser-Ellipsoids zu sanieren. Neben mangelndem Sachverstand in hydrologischen Fragen fehlt es vielfach auch an der Akzeptanz, die erforderlichen großen Flächen an derzeit landwirtschaftlich genutzten Torfstandorten außerhalb der geschützten Gebiete für die hydrologischen Sanierungsmaßnahmen bereit zu stellen (vergl. auch VAN WALSUM et al. 1998, MONEY & WHEELER 1999).

Darüber hinausgehend gibt es ein Phänomen, welches die Theorie über die rein ombrotrophe Ernährung von Hochmooren überlagert oder doch modifiziert. LAMERS et al. (1999) konnten zeigen, daß ein schwacher Einfluß von Hydrogenkarbonat-haltigem Grundwasser während der Vegetationsperiode in teilentwässerten Hochmooren nicht nur den Wasserhaushalt puffern kann, also Amplituden der Wasserstände dämpft, sondern auch die CH_4- und CO_2-Bildung forciert. Letzteres wirkt bei schwach zersetzten Torfen Textur-stabilisierend und stimuliert überdies die CO_2-Produktion. Davon wiederum profitieren vor allem Torfmoose, weil sie im Vergleich zu Gefäßpflanzen erst bei höherem CO_2-Angebot Sättigungswerte der Photosynthese erreichen (SILVOLA 1990). TOLONEN et al. (1992) gehen nach $\delta^{14}C$-Analysen davon aus, daß etwa 20 % des von Torfmoosen verarbeiteten CO_2 von Prozessen der Bodenatmung herrührt. Ein Grundwasserzustrom in einem nährstoffarm-sauren Moor kann folglich zumindest am Umschlagpunkt vom Nieder- zum Hochmoor über ein zusätzliches Kohlenstoff-Angebot die Wuchsleistung besonders der Torfmoose forcieren. Dies erklärt unter anderem die erhebliche Wuchsleistung von Torfmoosdecken dort, wo infolge Torfstiches grundwasserleitende Schichten angeschnitten werden.

4 Woran läßt sich erkennen, ob ein Hochmoor wächst?

Prinzipiell läßt sich das Wachstum von Hochmooren einfach ermitteln: Flächenausdehung und Höhe der zentralen Moorfläche nehmen zu, aus beidem resultierend das Volumen des Torfkörpers. Es gibt eine Einschränkung: aus der Wiederbespannung entwässerter Moore mit Wasser kann in einer Höhen- und Volumenzunahme resultieren, die noch nichts mit Torfbildung und damit Moorwachstum zu tun hat (Rückquellung, Aufschwimmen von Torfdecken). Da sich diese vergleichsweise groben Bilanzierungen wegen der für ein Moorwachstum kurzen Restitutionszeiträume nicht erstellen lassen, wird die Beweisführung schwierig. Bislang ist es nur gelungen, kleinräumig die hydrologischen Randbedingungen für eine Torfbildung in Hochmooren zu beleuchten. Dies soll im nächsten Abschnitt erläutert werden.

Dauerflächenuntersuchungen kombiniert mit Messungen der Moorwasserstände sind dennoch sinnvoll, um Entwicklungspotentiale unter kontrollierten Bedingungen zu zeigen.
Die folgenden zwei Tabellen dokumentieren kontinuierliche Dauerflächenuntersuchungen über 25 Jahre aus dem Naturpark Nordheide (i) einem nassen Niedermoor, genauer gesagt einem ehemaligen Hochmoor in leichter Hanglage bei Schierhorn, wo durch bäuerlichen Torfstich die grundwasserleitenden Schichten erreicht wurden (Tab. 1), und (ii) wechselnassen, stark sauren Niedermoorflächen auf Anmoorgley in Geländemulden bei Wehlen (Tab. 2). Strukturell haben sich die Flächen in diesem Zeitraum praktisch

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

nicht verändert, in der Artenzusammensetzung allenfalls unwesentlich. Wenn man die Wasserstände zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme im Laufe der Jahre vergleicht, fallen in (i) weitgehend kontinuierliche Wasserstände auf, die eine Einregulierung des Kapillarsaumes an der Oberfläche erlauben, während in (ii) die Wasserstände stark schwanken und vor allem in den trockenen Sommern seit 1989 vielfach keinen Kontakt zum Hauptwurzelhorizont gehabt haben. In (i) war 1977 *Sphagnum denticulatum* das beherrschende Torfmoos. Seitdem sind auf weniger nasse Bereiche eingenischte Arten wie *Sphagnum papillosum* und *Sphagnum magellanicum* dominant geworden, ohne *Sphagnum denticulatum* vollständig abgelöst zu haben. In (ii) sind seit 1993 *Molinia caerulea* und seit 1999 *Carex lasiocarpa* mit zunehmender Deckung vertreten, aber nicht vorherrschend. *Sphagnum cuspidatum* ist das dominante Torfmoos, fluktuiert aber von Jahr zu Jahr.

Tab. 1: Dauerfläche in einem Erico-Sphagnetum magellanici, Schierhorn, Niedersachsen.

Jahr der Aufnahme:	77	79	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	1
Monat der Aufnahme:	7	5	5	5	5	5	6	6	7	6	7	6	6
Wasserstände:	.	.	9	9	10	10	12	-8	-5	-5	-4	-3	-5
Artenzahl:	7	10	10	10	11	12	11	13	11	11	10	11	11
Sphagnum cuspidatum	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	+	1	2
Sphagnum fallax	1	1	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2
Sphagnum denticulatum	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	3
Sphagnum papillosum	.	1	1	1	2	3	2	2	2	2	2	2	3
Sphagnum magellanicum	.	+	+	+	1	1	1	1	2	2	2	3	3
Sphagnum rubellum	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Narthecium ossifragum	+	1	+	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3
Drosera rotundifolia	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1
Erica tetralix	.	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	2	2
Oxycoccus palustris	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Eriophorum angustifolium	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
Molinia caerulea	+	+	+	.	r	+	.	+	.	.	.	+	1
Pinus sylvestris juv.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	+	1
Calliergon stramineum	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.
Andromeda polifolia	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Warnstorfia exannulata	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.

Tab. 2: Dauerfläche in einer *Eriophorum angustifolium-Sphagnum cuspidatum*-Gesellschaft, Wehlen, Nordheide, Niedersachsen.

Jahr der Aufnahme:	81	83	85	87	89	91	93	95	97	99	1
Monat der Aufnahme:	5	5	5	5	6	7	7	6	7	6	6
Wasserstände	35	29	15	9	-14	-21	-33	28	-32	-5	-50
Artenzahl:	8	4	4	5	5	4	6	5	6	7	7
Eriophorum angustifolium	4	2	3	4	5	4	3	3	3	3	3
Sphagnum cuspidatum	1	3	4	3	2	4	4	4	3	3	2
Sphagnum fallax	5	2	2	4	5	3	2	2	1	1	1
Agrostis canina	1	.	.	+	.	.	3	+	1	2	1
Carex rostrata	1	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.
Molinia caerulea	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	+
Carex lasiocarpa	1	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2
Sphagnum denticulatum	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	2
Potentilla palustris	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calliergon stramineum	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex nigra	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Avenella flexuosa	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Da einmal im Jahr vollzogene Messungen von Wasserständen wenig aussagekräftig sind, wurden in Abb. 2 sogenannte Grundwasser-Dauerlinien ergänzt, deren Meßdaten (aus dem Jahr 1970) im südwestlichen Niedersachsen in 14tägigem Abstand erstellt wurden (NSG Gildehauser Venn). Die Meßbrunnen entstammen Vegetationstypen, die den Standorten (i) und (ii) der beiden Tabellen vergleichbar sind; sie sind um einige weitere Beispiele aus dem gleichen Gebiet ergänzt worden.

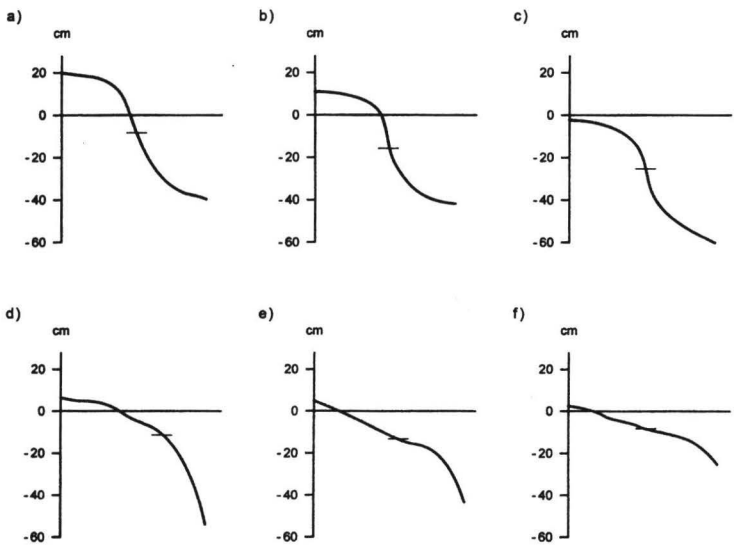


Abb. 2: Grundwasser-Dauerlinien, NSG Gildehauser Venn, SW-Niedersachsen (1970); innerhalb eines Jahres abfallende Wasserstände vom höchsten zum niedrigsten Meßwert, Querbalken = Median; a) *Sphagnum cuspidatum-S. denticulatum*-Gesellschaft, b) *Eriophorum angustifolium-Sphagnum cuspidatum*-Gesellschaft, c) *Molinia caerulea*-Gesellschaft, d) Sphagno-Rhynchosporetum, e) Erico-Sphagnetum, f) Vaccinio-Betuletum pubescentis.

Die Meßpunkte wurden im Jahr 2000 erneut aufgesucht und die Vegetationszusammensetzung erfaßt. Im Vergleich zu 1970 ergeben sich bezogen auf die Bestände der Vegetationstypen, die (i) beziehungsweise (ii) entsprechen, keine signifikanten Veränderungen.
Eine Prämisse geht in den hier angestellten Vergleich ein:

- Bestände floristisch identischer Vegetationstypen von Mooren zeichnen sich durch weitgehend gleichartige Grundwasser-Dauerlinien aus. Diese Hypothese ist verschiedentlich von verschiedenen Autoren verifiziert worden. Vor diesem Hintergrund ist die Annahme zulässig, daß sich die Bestände (i) und (ii) in der Nordheide durch die Grundwasserganglinien (e) und (a) aus dem Gildehauser Venn charakterisieren lassen, die floristisch identischen Vegetationstypen entstammen.
- Es wird gefolgert, daß Bestände vom Typ (i) eine hohe torfbildende Potenz haben, solche vom Typ (ii) dagegen nicht. Die Populationen von *Sphagnum cuspidatum* sind nicht nur gut an langfristig überstaute Standorte angepaßt, sondern im Vergleich zu dem hydrologisch ähnlich eingenischten *Sphagnum denticulatum* auch tolerant gegenüber längerer Austrocknung. Ihre torfbildende Potenz ist aufgrund der starken Mineralisation unter trockenen Verhältnissen im Vergleich zu *Sphagnum magellanicum* oder *S. papillosum* gering.

Die Schlußfolgerung bezogen auf Sukzessionen sei etwas weiter gefaßt: Es gibt sowohl bei der ‚natürlichen' Moorbildung bei fehlendem antropogenem Einfluß wie auch bei anthropogener Restitution unterschiedlich rasch verlaufende primäre beziehungsweise sekundäre Sukzessionen. Sukzessionen sind keine Einbahnstraßen; sie hängen unter anderem stark von der Vorgeschichte der jeweiligen Standorte ab.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Biotope mit hohen Wasserstandsschwankungen bleiben über lange Zeiträume bezüglich der floristischen Zusammensetzung weitgehend stabil (Schlatts, wechselnasse Geländemulden, auch Schwarztorf-Restitutionsflächen).

5 Unter welchen hydrologischen Bedingungen kann sich in Hochmooren eine Torfbildung vollziehen?

Die notwendigen hydrologischen Bedingungen für eine Torfakkumulation lassen sich näherungsweise über drei miteinander verknüpfte Kriterien ermitteln: die mittleren Wasserstände, die Amplitude der Schwankungen sowie die den Speicherkoeffizienten bestimmende Mächtigkeit des Akrotelm (AUE 1992, 1998). Bei mittleren Wasserständen zwischen 0 und 20 cm unter Flur reicht der Kapillarsaum langfristig bis an die Bodenoberfläche. Dies ist der Entwicklung einer geschlossenen Torfmoosdecke grundsätzlich förderlich. Bei mittleren Wasserständen unter 30 cm ist das Wachstum der torfbildenden Sphagnen bereits merklich reduziert, jenes der Zwergsträucher gefördert. Bei Wasserständen über 0 cm resultiert langfristig Überstauung ohne kurz- und mittelfristige Ausdifferenzierung eines Akrotelm. Die jährlichen Wasserstandsschwankungen in Wachstums- und Stillstandskomplexen oligohemerober Hochmoore liegen zwischen 15 und 25 cm unter Flur (DIERßEN & DIERßEN 1984, 2001). Höhere Amplituden begünstigen die Invasion stärker transpirierender Gräser (*Molinia caerulea*) oder Gehölze. Überschreitet die Mächtigkeit des Akrotelm 30 cm, so bedeutet dies eine lange Verweildauer der abgestorbenen Pflanzenreste im Akrotelm und somit eine erhöhte Mineralisation. Diese kann sich entscheidend auf die Konkurrenzverhältnisse auswirken. Eine stärkere Zersetzung erhöht zugleich die Lagerungsdichte der Torfe. Dadurch werden beispielsweise Wollgräser gegenüber Bleichmoosen stärker gefördert. Folglich zeigen optimal entwickelte Wachstumskomplexe mit Teppich- und Rasenhorizonten Moorwasser-Flurabstände zwischen 0 und 20 cm, in denen die jährliche Amplitude der Wasserstandsschwankungen möglichst unter 20 cm liegen sollte und 40 cm nicht überschreiten darf. Die dabei resultierende Mächtigkeit des Aktrotelm zwischen 0 und 20 cm unter Flur gewährleistet einen vergleichsweise raschen Übertritt der gebildeten Torfe in das anaerobe Katotelm.
Unter anderen hydrologischen Verhältnissen (nasser oder trockener) resultieren ebenfalls teilweise langfristig stabile Pflanzengesellschaften, aber eben keine Hochmoor-Wachstumskomplexe.

6 Zusammenfassender Ausblick

Bislang ist es offensichtlich noch nicht gelungen, naturschützerische Zielvorstellungen und mit wissenschaftlichen Verfahren prognostizierbare Realitäten zur Deckung zu bringen. Praktiker lesen Bücher, wie man Einstaumaßnahmen technisch durchführen kann, und diese Gebrauchsanleitungen enthalten nicht immer zutreffende Hinweise bezüglich der Ökologie von Moorsystemen. Anders formuliert: Theoretiker und Praktiker sollten häufiger miteinander reden. Hydrologische und an der Primärproduktion der Schlüsselarten ansetzende disziplinäre Betrachtungsweisen haben darüber hinaus vielfach noch nicht zu einem realitätsgerechten Verständnis der Moore als strukturelle und funktionale Ökosysteme geführt. Auch die Integration disziplinärer Wissenschaften ist also entwicklungsbedürftig.

Ist dies alles wichtig? - Naturwissenschaftliche Aussagen verfolgen das Ziel, nachvollziehbare, möglichst präzise Handlungsoptionen zu entwickeln, um konkrete Ziele zu realisieren, - also Handlungswissen zur Verfügung zu stellen. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, bislang praktizierte Maßnahmen zur Moorrestitution immer wieder kritisch zu reflektieren - in der Absicht, geeignete Maßnahmenbündel zu verbessern und zu päzisieren und ungeeignete zu verwerfen. Sollte es sich erweisen, daß im jeweils konkreten Fall nach dem aktuellen Wissens- oder Orientierungsstand oder bei den gegenwärtigen Besitz- und Nutzungsverhältnissen im hydrologischen Einzugsgebiet die Restitution von entwässerten zu wachsenden Mooren als Optimallösung unrealistisch ist, so bedürften die formulierten Leitbilder einer Angleichung an den aktuellen Stand des Wissens. Dies ist keine Aufforderung zur Untätigkeit. Vor dem landschaftsökologischen Ziel der Vermeidung von Schäden (etwa: unerwünschter Austrag von Nährstoffen aus Torfkörpern, Mineralisation und CO_2-Freisetzung) sind bereits bescheidene Maßnahmen zur Einschränkung der Torfzehrung von gegenwärtig beeinträchtigten Systeme aus landschaftshygienischen Gründen zweckmäßig.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

Die getroffenen Aussagen lassen sich so zusammenfassen:

1. In Norddeutschland existieren aktuell keine Hochmoorsysteme mit großflächig entwickelten Wachstumskomplexen. Daher fehlt die Möglichkeit, in der Region korrekte Einsichten über die ‚Eigenarten eines ‚natürlichen' Hochmoores' zu gewinnen. Primäre Ursache dafür sind die anthropogene Entwässerung der ehemaligen Moorlandschaften. Sehr wahrscheinlich lassen sich bei den aktuellen Klimaverhältnissen in der Region (‚Global Change') selbst bei vollständiger Unterbindung der direkten anthropogenen Entwässerung der Torfkörper keine langfristig baumfreien Wachstumskomplexe generieren. Dies ist für die Durchführung sinnvoller Restitutionsmaßnahmen freilich insofern unerheblich als:
   1.1 Moorschutz sich nicht notwendigerweise ausschließlich auf wachsende Moore bezieht (entsprechend formulierte Ziele bedürfen einer Anpassung an die Realität) und
   1.2 auch die Verhinderung oder Minderung einer weiteren Torfzehrung in den betroffenen Systemen ein sowohl sinnvolles als auch realisierbares Entwicklungsziel integrierten Moorschutzes ist.
2. Torfbildung und Moorwachstum sind nicht deckungsgleich. Für eine kontinuierliche Torfbildung als Voraussetzung für Moorwachstum sind ausgeglichene Wasserstände im Akrotelm Voraussetzung. Bei dünnen Torfdecken (überschlägig < 1 m) über dem Mineralboden lassen sich diese nur dort einstellen, wo das Grundwasserkissen der Umgebung Kontakt zum Torfkörper hat. Ein Monitoring des Potentials zur Torfbildung ist über Moorwasser-Dauerlinien möglich.
3. Die langfristige Torfablagerung vollzieht sich bei Hochmooren beim Übergang abgestorbener Pflanzenreste vom Akrotelm in das Katotelm. Ein Hochmoorwachstum (Maßstab beachten) läßt sich durch Zunahme des Moordurchmessers, der Höhe und des aus beiden Größen resultierenden Torfvolumens ermitteln. Die Vegetationszusammensetzung und die durch sie indizierten Sukzessionsstufen erlauben keine validen Schlüsse auf das Moorwachstum. Sukzessionen sind keine Einbahnstraßen. Ihre Richtung und Geschwindigkeit unterliegt zeitlichen und (klein-)räumlichen Schwankungen.
4. Unter optimalen Bedingungen sollten für eine großflächige Torfbildung die Wasserstände im Hochmoor langfristig 0-20 cm unter Flur liegen und der Kapillarsaum an die Mooroberfläche reichen. Das Akrotelm (soweit vorhanden), sollte nicht über 30 cm mächtig sein, die jährliche Amplitude der Wasserstandsschwankungen sollte (abgesehen von kurzfristigen Ereignissen) möglichst unter 20 cm liegen und 40 cm nicht überschreiten. Zu Überstauungsmaßnahmen sei auf den Beitrag von LÜTT in diesem Heft verwiesen.
5. Die Bildung von ausgedehnten Wachstumskomplexen in Hochmooren kann allenfalls ein sehr langfristig anzusteuerndes Ziel sein, für das die hydrologischen Vorraussetzungen gegeben sein müssen.
6. Unterschiedliche Vorstellungen von Umsetzungskonzepten beim Moorschutz resultieren vor allem aus
   - individuell verschiedenen Hoffnungen und Erwartungen und
   - einem unterschiedlichen Wissensstand. Letzterer läßt sich in einem konstruktiven Diskurs ausräumen – am bestem jeweils am konkreten Objekt.

Dank

Der Verfasser dankt Silke Lütt und Michael Trepel für kritische Anmerkungen und Anregungen zu früheren Phasen des Manuskriptes.

Literatur

AUE, B. (1992): Hydrologische Untersuchungen an vernäßten Moorstandorten im Dosenmoor bei Neumünster.- SchrR. Inst. Wasserwirtsch. LandschÖkol. CAU Kiel 17, 201 S.

AUE, B. (1998): Hydrologische Situation im regenerierenden Dosenmoor.- In: IRMLER, U., MÜLLER, K., EIGNER, J. (ed.) (1998): Das Dosenmoor - Ökologie eines regenerierenden Hochmoores, 103-119.

©Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg e.V.;download www.zobodat.at

BEUG, H.-J., HENRION, I., SCHMÜSER, A. (1999): Landschaftsgeschichte im Hochharz – Die Entwicklung der Wälder und Moore seit dem Ende der letzten Eiszeit. 454 S.- Gesellschaft zur Förderung des Nationalparks Harz e.V..

CLYMO, R. S. (1993): Models of peat growth.- Suo 43, 127-136.

EIGNER, J. (1995): Renaturierung von Hochmooren – Möglichkeiten und Grenzen nach 20-jähriger Erfahrung und wissenschaftlicher Begleitung.- Ber. R. Tüxen-Ges. 7, 189-217.

HILBERT, D.W., ROULET, N., MOORE, T. (2000): Modelling and analysis of peatlands as dynamic systems.- J. Ecol. 88, 230-242.

LAMERS, L.P.M., FARHOUSH, C., VAN GROENENDAEL, J.M., ROELOFS, J.G.M. (1999): Calcareous groundwater raises bogs; the concept of ombrotrophy revisited.- J. Ecol. 87, 639-648.

LANGE, E., JESCHKE, L., KNAPP, H.-D. (1986): Die Landschaftsgeschichte der Insel Rügen seit dem Spätglazial.- Schr. Ur- und Frühgesch. 38, 175 pp., Akademie-Verlag.

LÜTT, S. (2001): Die Veränderung der Vegetationsdecke von Torfstichen schleswig-holsteinischer Moore – Untersuchungen an Dauerbeobachtungsflächen.- Kiel. Notiz. Pflanzenkd. Schleswig-Holstein Hamburg 29, 24-44.

MONEY, R.P., WHEELER, B.D. (1999): Some critical questions concerning the restorability of damaged raised bogs.- Appl. Veg. Sci. 2, 107-116.

MÜLLER, N., BAUCHE, M., LAMERSDORF, N. (1997): Zeitliche und räumliche Variabilität der CO_2-C-Emissionen in einem ombrotrophen Hochmoor des Hochharzes.- Telma 27, 131-146.

MÜLLER, N., BAUCHE, M. (1998): Bilanzierung der Stoffflüsse eines Einzugsgebietes in einem Mittelgebirgsmoor.- Telma 28, 205-236.

PROCTOR, M.C.F. (1995): The ombrogenous bog environment.- In: WHEELER, B.D., SHAW, S.C., FOJT, W.J., ROBERTSON, R.A. (eds.) (1995): Restoration of temperate wetlands.- 287-303, Wiley, Chichester.

SILVOLA, J. (1990): Combined effect of varying water content and CO_2 concentration on photosynthesis of *Sphagnum fuscum*.- Holarct. Ecol. 13, 224-228.

ŠVAZAS, S., DROBELIS, E., BALCIAUSKAS, L, RAUDONIKIS, L. (1999): Important wetlands in Lithuania.- 192 pp., Ompo, Vilnius.

VAN WALSUM, P., VAN DIEPEN, F., SMITTENBERG, J. (1998): Wasserwirtschaft um das Bargerveen.- DLO-Vinarnd-Staring-Zentrum, Wageningen, 64 pp.

ZOBEL, M. (1988): Autogenic succession in boreal mires - a review.- Fol. geobot. phytotax. 23, 417-445.

TOLONEN, T., POSSNERT, G., JUNGNER, H., SONNINEN, E., ALM, J. (1992): High resolution ^{14}C-dating of surface peat using the AMS technique.- Suo 43, 271-275.

Manuskript eingereicht am 10. 11. 2001

Anschrift des Verfassers: Klaus Dierßen
Ökologiezentrum der CAU
Schauenburger Straße 112
24118 Kiel
e-mail dierssen@ecology.uni-kiel.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Kieler Notizen zur Pflanzenkunde

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 29

Autor(en)/Author(s): Dierßen Klaus [Dierssen]

Artikel/Article: Torfbildung und Moorwachstum in Abhängigkeit vom Wasserhaushalt- Konsequenzen für eine Moor-Restitution 45-53