

TELMA	Band 34	Seite 123 - 154	7 Abb., 5 Tab.	Hannover, November 2004
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Das Moosfenn bei Potsdam – Langzeitstudie zu Vegetation und Nährstoffhaushalt eines brandenburgischen Kesselmoores

The Moosfenn near Potsdam – a long-term study of vegetation and nutrient household of a brandenburgian kettle hole mire.

LUKAS LANDGRAF und PETER NOTNI

Zusammenfassung

Isoliert im Wald liegende Kesselmoore gehören zu den letzten noch naturnahen Mooren in Brandenburg. Angesichts hoher Stickstoff-Immissionen aus der Luft und eines defizitären Landschaftswasserhaushaltes wissen wir nicht, ob es gelingen wird, diese letzten naturnahen Moorlandschaften Brandenburgs zu erhalten. Langfristige Beobachtungen an Kesselmooren können helfen, diese Frage zu beantworten.

Das Moosfenn bei Potsdam ist botanisch eines der bestuntersuchten Kesselmoore Brandenburgs. Seit einem Kahlschlag am Rande des Moores im Winter 1918/19 können die Vegetationsveränderungen rekonstruiert werden. Sie spiegelten zunächst ein Mesotrophierung des Moores wider. In den 1950er bis 1970er Jahren wurden Tendenzen zur Eutrophierung festgestellt, die sich aber in der Folgezeit nicht manifestierten. In den 1990er Jahren erfolgte während einer Austrocknungsphase wieder eine Umkehr zu den oligotrophen Verhältnissen Anfang des 20. Jahrhunderts. Die Ergebnisse der bis 1928 zurückreichenden Moorwasseranalysen verschiedener Autoren und neuerer eigener Messungen scheinen dies zu bestätigen. Eine Gefahr für den Erhalt des Gebietes geht heute allein von einem Wasserdefizit aus. Gelingt es den Moorwasserstand des Moosfenns anzuheben, könnte das Moosfenn noch auf lange Sicht als naturnahes Kesselmoor erhalten bleiben. Dafür werden Maßnahmen vorgeschlagen.

Abstract

Isolated kettle hole mires within forests are among the last natural peatlands in Brandenburg. Considering the high air-born input of Nitrogen and a high deficit water, we are uncertain if we will succeed to conserve these last natural Brandenburgian mires. Long-term monitoring on kettle hole mires may help to answer this question.

The Moosfenn near Potsdam is among the botanically best explored ones in Brandenburg. Vegetation conditions can be reconstructed since a deforestation near the bog in 1918/19. Changes in vegetation

initially reflected emerging mesotrophic conditions. A tendency to eutrophy was observed in the 1950ths to 70ths, but has not been manifested. In the 1990ths, vegetation changes indicated again oligotrophic conditions due to increased dryness. Chemical data on the bog water, taken from the literature and supplemented by own measurements, seem to support these trends. Today, the Moosfenn is endangered by a water deficit. Raising the water table might guarantee a long-term survival as a natural kettle mire. Actions to achieve this are proposed.

1. Einleitung

Naturnahe Moore sind in Mitteleuropa stark bedrohte Lebensräume (SUCCOW & JOOSTEN 2001). Bislang blieben in Brandenburg die in einsamen Waldgebieten gelegenen Torfmoosmoore von Entwässerung und Eutrophierung weitgehend verschont. In jüngerer Zeit mehren sich Beobachtungen eines Wandels der Vegetation auch in Torfmoosmooren, wobei Veränderungen im Landschaftswasserhaushalt und Stickstoff-Depositionen aus der Luft als Hauptursachen angenommen werden. Festgestellt werden das Verschwinden von Arten wie *Hammarbya paludosa*, *Scheuchzeria palustris* und *Carex limosa*, der Rückgang oligotropher Torfmoose wie *Sphagnum magellanicum* zu Gunsten von *Sphagnum recurvum* und eine zunehmende Gehölzentwicklung (TIMMERMANN 1999, LINDNER-EFFLAND 2002, WOLTERS 2002).

Aus paläoökologischen Forschungen an Kessel- und allgemein Torfmoosmooren ist bekannt geworden, dass auch natürlicherweise periodische Änderungen des Nährstoff- und Wasserhaushaltes stattfinden (BRANDE et al. 1990, ROWINSKY 1995, WOLTERS 2002, BOOTH et al. 2004). Zahlreiche Autoren berichten in jüngerer Zeit über Zyklen der Gehölzentwicklung und der Randsumpfausdehnung innerhalb weniger Jahrzehnte (z. B. SUCCOW & JOOSTEN 2001, TIMMERMANN 2003). Für Kesselmoore fällt es daher oft schwer, natürliche Entwicklungszyklen von anthropogenen Trends zu unterscheiden. Will man die Aussichten für die zukünftige Erhaltung brandenburgischer Kesselmoore besser abschätzen, kann die Auswertung langzeitiger Beobachtungsreihen an gestörten und ungestörten Mooren dafür sehr hilfreich sein.

Das Moosfenn ist ein oligotrophes Kesselmoor mit Wasserkissen. Es liegt innerhalb eines größeren Drahtschmielen-Kiefernforstes südöstlich von Potsdam. Seit Beginn der 1920er Jahre liegen zahlreiche sehr detaillierte Untersuchungen zu Vegetation und Moorwasserchemie vor (z. B. ULBRICH 1922, MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959, WEGENER 1980). Dadurch können wir die Vegetationsdynamik der vergangenen 85 Jahre gut nachvollziehen. Ausgangspunkt für die Betrachtung ökologischer Veränderungen im Moosfenn ist der im Winter 1918/19 vorgenommene Kahlschlag im oberirdischen Einzugsgebiet. Die Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Moosfenns waren tief greifend, was zu einem Vegetationswandel führte. Seit Anfang der 1990er Jahre verlaufen die Schwankungen der Grundwasserstände nicht mehr parallel zum Gang der kumulativen klimatischen Wasserbilanz an der Station Potsdam. Vielmehr ist seit dieser Zeit ein deut-

licher Abwärtstrend im Grundwasserstand des Einzugsgebietes und im Moosfenns selbst zu beobachten (u. a. FISCHER & PÖTSCH 1994). Im Jahr 2001 wurde im Moosfenn der seit 1918 niedrigste rekonstruierbare Grundwasserstand gemessen (LANDGRAF & NOTNI 2003).

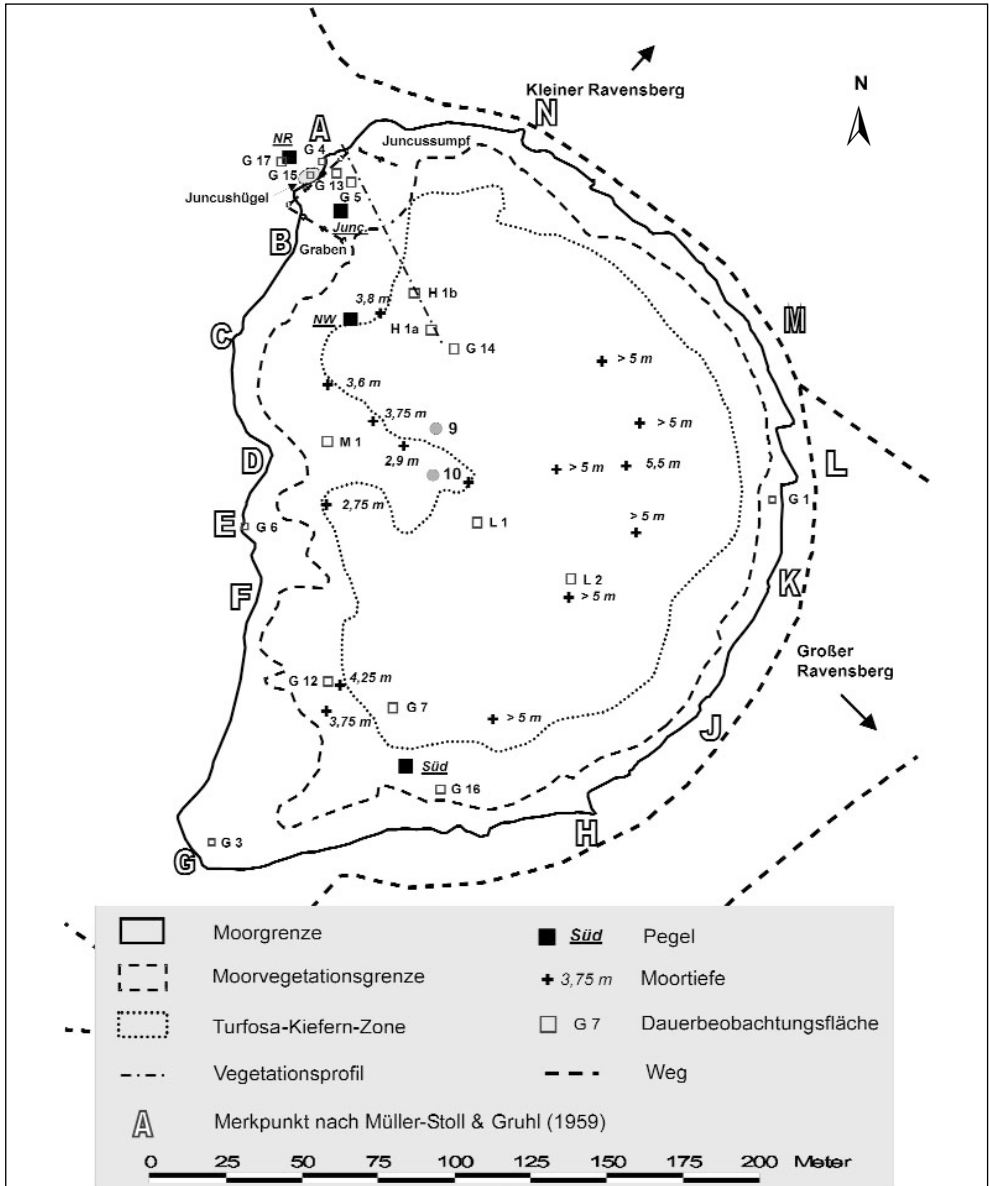


Abb.1: Übersichtskarte des Moosfenns aus dem Jahre 2002
General map of the Moosfenn, 2002

Im Folgenden werden die Veränderungen der Vegetation und des Nährstoffhaushaltes im Moosfenn seit Anfang des 20. Jahrhunderts beschrieben. Es wird diskutiert, ob ein Kesselmoor am Rande der Großstädte Potsdam und Berlin überlebensfähig ist.

2. Methoden

Gegenüber der in früheren Publikationen verwendeten Gemarkungskarte aus dem Jahre 1865 wurden die 2002 mit Hilfe eines Differential-GPS vermessenen Grenzen verwendet. Kartengrundlage ist ein Luftbild von 1994. Die am Moorrand befindlichen Großbuchstaben entsprechen den Merkpunkten nach MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) und erleichtern die Orientierung im Text. Die Bezeichnungen „Juncussumpf“ und „Juncushügel“ wurden von GRUHL (1957) übernommen (Abb. 1).

Im Jahr 2002 wurde erneut kartiert (Abb. 3). Alle Grenzen wurden mit einem DGPS-Gerät festgelegt. Auf dieser Grundlage konnten die älteren Karten mit Hilfe des Programms „WGEO 3.0a“ entzerrt und georeferenziert werden.

MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) grenzten im Moosfenn verschiedene chorische Moorzonen ab (Abb. 2 und 3.). Sie fassten ökologisch ähnliche Standorte (Tope) zu höheren Einheiten zusammen und ermöglichten es dadurch, einen schnellen Überblick über den Zustand des Moores zu gewinnen. Dieser vegetationsökologischen Gliederung folgte auch WEGENER (1980) in einer Kartendarstellung (siehe Abb. 3).

Da in den früheren Arbeiten zum Moosfenn (GRUHL 1948, GRUHL 1957, MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959, WEGENER 1980) sowohl Moorzonen als auch pflanzensoziologische Assoziationen verwendet wurden, sei mit Hilfe eines vom *Juncus*-Sumpf ausgehenden schematischen Vegetationsprofils die Zugehörigkeit der Bezeichnungen erläutert (Abb. 2, Lage in Abb. 1). Zu beachten ist, dass nicht der gesamte Moorrand die dargestellte Vegetationsabfolge vollständig aufwies.

Die von MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) bezeichnete Flachmoorzone wird hier Randzone genannt (Abb. 2). Sie unterteilten die Randzone in den eigentlichen „Grauseggen-Hundsstraußgras-Sumpf“ (3) sowie die „*Calla*-Zone“ (4), das „Rispenseggen-Ried“ (2) und den „Grenzstreifen zum Wald“ (1). Entsprechend dem Vegetationsformenkonzept (SUCCOW 1991, KOSKA 2001) werden die ersten 3 Zonen zu einer Vegetationsform, dem Torfmoos-Flatterbinsen-Ried, zusammengefasst. Die „*Calla*-Zone“ und das „Rispenseggen-Ried“ werden hier als „Fazies“ des Torfmoos-Flatterbinsen-Riedes (A) aufgefasst. Die „Rispenseggen-Fazies“ (A2) repräsentiert die etwas höher gelegenen und geringfügig trockeneren Standorte, während die „*Calla*-Fazies“ (A4) am Grenzbereich zum eigentlichen *Sphagnum*-Moor die tiefstgelegenen, phasenhaft überstauten Standorte kennzeichnet. An einigen Stellen schließt sich oberhalb der „Rispenseggen-Fazies“ noch ein Saum mit *Calamagrostis*-Arten an, der zusätzlich als „*Calamagrostis*-Fazies“

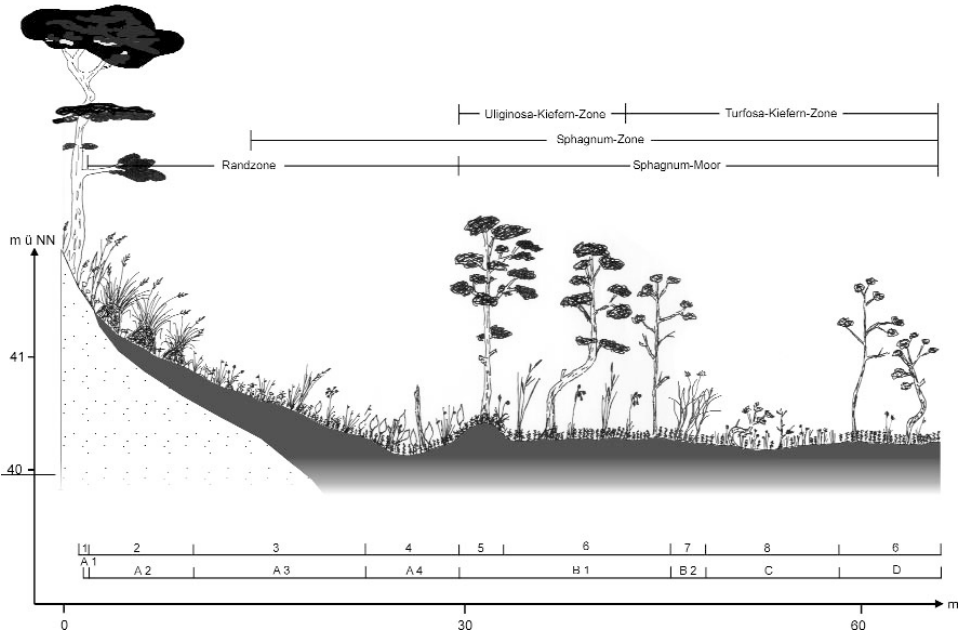


Abb. 2: Schematischer Vegetationsschnitt durch das Moosfenn von der Randzone zum Zentrum des *Sphagnum*-Moores (nach MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959): 1 – Grenzstreifen, 2 – Degenerationsstadium mit *Calamagrostis epigeios*, 3 – Grauseggen-Hundsstraußgras-Sumpf, 4 – *Calla*-Zone, 5 – *Polytrichum*-Bulte, 6 – *Recurvum*-Moor 7 – *Recurvum*-Moor (Subassoziation von *Carex rostrata*), 8 – Schwingrasen-Relikte; aktuelle Bezeichnung: A 1 – Torfmoos-Flutterbinsen-Ried (*Calamagrostis*-Fazies), A 2 - Torfmoos-Flutterbinsen-Ried (Rispenseggen-Fazies), A 3 - Torfmoos-Flutterbinsen-Ried (typische-Fazies), A 4 - Torfmoos-Flutterbinsen-Ried (Sumpfcalla-Fazies), B 1 – Uliginosa-Kiefern-Torfmoos-Rasen, B 2 – Torfmoos-Seggen-Wollgras-Ried, C – Torfmoos-Schlammseggen-Ried, D – Turfosa-Kiefern-Torfmoos-Rasen)

Schematic profile of the Moosfenn from the border region to the centre

(A 1) des Torfmoos-Flutterbinsen-Riedes mit aufgenommen wird. Der fast vegetationsfreie Grenzstreifen zum Wald wird hier im Gegensatz zu MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) nicht zur Randzone hinzugezählt. Flächen mit hoher Deckung von Sphagnen (Deckung: > 50 %) gehören zur *Sphagnum*-Zone. Als eigentliches *Sphagnum*-Moor wird der Bereich der im Wasserkörper schwimmenden Torfmoosvegetation bezeichnet. Innerhalb des *Sphagnum*-Moores befinden sich die Uliginosa-Kiefern-Zone und die Turfosa-Kiefern-Zone. Die Unterscheidung der beiden Moorkiefernformen „Uliginosa“ und „Turfosa“ ist in MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) ausführlich beschrieben. Flächen mit geringer Deckung von Turfosa-Kiefern sind zusätzlich gekennzeichnet.

Die ersten Vegetationsaufnahmen aus dem Moosfenn stammen von HUECK (1925). Er nahm damals im Nordteil in 10 repräsentativen Teilflächen die Vegetation auf und bezog

die Deckungswerte auf die Gesamtfläche. Zwei weitere Einzelaufnahmen stammen von Bultkomplexen. Spätere Botaniker verwendeten nach heute üblicher Verfahrensweise nur eine repräsentative Aufnahmefläche (GRUHL 1948, GRUHL 1957, MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959, WEGENER 1980).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden alle wieder auffindbaren Aufnahmeflächen neu eingerichtet und kartiert. Um sie für eine anschließende Dauerbeobachtung verwenden zu können, wurden zur Vereinfachung der Methodik einheitliche Flächengrößen von 9 m² im Moorzentrum bzw. 4 m² am Moorrand gewählt. Im Falle der HUECK'schen Sammelaufnahme von 1925 ist ein für die Gesamtfläche repräsentatives Aufnahmequadrat festgelegt worden. Alle Aufnahmeflächen sind in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet. In Tabelle 1 sind die Hoch- und Rechtswerte der jeweiligen linken oberen Eckpunkte vermerkt. Wir gehen davon aus, dass mit Fortentwicklung der GPS-Technik eine Wiederfindung der Flächen zukünftig so am leichtesten möglich sein wird. Zusätzlich liegen zu allen Dauerbeobachtungsflächen Fotos vom Aufnahmezeitpunkt vor.

Die vegetationskundliche Bearbeitung aller Aufnahmedaten erfolgte auf Grundlage des Vegetationsformenkonzeptes (KOSKA in SUCCOW & JOOSTEN 2001). In der Regel lassen

Tab. 1: Hoch- und Rechtswerte (jeweils rechte obere Ecke) der Dauerquadrate
Positions of geographic coordinates (Gauß-Krüger, ETRS 89) are always located in the upper right corner of the vegetation plots

ID	Autor	Erstjahr	Code	Fläche (m ²)	Hochwert	Rechtswert
1	Hueck	1925	H1a	9	5802300,02	3367813,34
2	Gruhl	1948	G1	4	5802299,34	3367827,02
3	Gruhl	1954	G5	9	5802295,87	3367831,46
4	Gruhl	1954	G3	4	5802292,80	3367836,43
5	Gruhl	1954	G4	4	5802295,14	3367823,35
6	Gruhl	1954	G6	4	5802254,73	3367857,05
7	Müller-Stoll	1958	M1	9	5802241,87	3367862,74
8	Hueck	1925	H1b	9	5802235,39	3367870,19
9	Gruhl	1954	G7	9	5802203,38	3367828,38
10	Gruhl	1954	G12	9	5802173,66	3367801,72
11	Gruhl	1954	G13	9	5802120,77	3367828,59
12	Gruhl	1948	G14	9	5802111,76	3367850,05
13	Gruhl	1954	G16	9	5802083,66	3367865,94
14	Gruhl	1954	G15	4	5802065,03	3367790,75
15	Gruhl	1957	G17	9	5802182,95	3367975,77
16	Landgraf	2003	L1	9	5802173,91	3367876,92
17	Landgraf	2003	L2	9	5802156,74	3367908,10

sich damit auch einfache Bezüge zu pflanzensoziologischen Assoziationen bilden. Die von MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) kartierten Moorzonen sind den hier verwendeten Vegetationsformen (topische Ebene) übergeordnet.

Das zur Verfügung stehende Aufnahmematerial wurde in einer Gesamttabelle nach Standortmerkmalen mit Hilfe ökologisch-soziologischer Artengruppen sortiert (KOSKA 2001) und anschließend in die 2 Tabellen: „*Sphagnum*-Moor“ und „Randzone“ getrennt (Tab. 3 und 4). Die Gliederung der x-Achse erfolgte auf erster Ebene nach der Aufnahmezeit und auf zweiter Ebene nach einzelnen Vegetationsformen.

Seit 1928 wurden von einigen Autoren chemische Parameter des Moorwassers analysiert (HÖLL 1928, MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959, PIETSCH 1977). Teilweise wurden verschiedene Bereiche der Randzone, des *Sphagnum*-Moores sowie der Uliginosa- und Turfosa-Zone beprobt. MÜLLER-STOLL et al. (1991) teilen auch Zeitreihen über mehr als ein Jahr mit.

Um die beobachteten Florenveränderungen ggf. mit möglichen Änderungen des Moorwasserchemismus korrelieren zu können, haben wir einige Messungen im Turfosa-Bereich wiederholt, sowie eine kleine Analysenreihe in den Jahren 2002 bis 2004 in Berücksichtigung mehrerer Tiefen durchgeführt.

Unsere Messungen von 1988/89 und 1994 betreffen oberflächennahes Wasser (Mischung aus etwa 0 – 30 cm Wassertiefe) aus der Messstelle „Nordwestpegel“ (Rand der Turfosa-Zone). Im Jahr 2002 wurden 3 Messstellen im Übergangsbereich von Turfosa – und Uliginosa-Zone, etwa 8 m nordwestlich des Nordwestpegels eingerichtet: Dabei wurden drei perforierte, mit einer doppelten MULLSCHLAUCHBINDE überzogene Plast-Rohre im Moorboden versenkt. Sie erfassen die Wassertiefen bis 32 cm, 53 cm sowie zwischen 35 und 105 cm unter Flur. Die Entnahme erfolgte durch mehrmaliges Entleeren mit einem Saugheber. Eine zusätzliche Messstelle im zentralen „*Sphagnum*-Moor“ am Südrand der nördlichen gehölzarmen Zone wurde 2003 für Tiefen bis 53 cm eingerichtet. Der Torf ist an der 3fach-Messstelle deutlich fester als an der vierten und der Flurwasserabstand höher als dort.

Die Analysen erfolgten 1988/89 nach üblichen chemischen Verfahren Filterung, Gesamt-N nach Kjeldal, PO₄ nach Aufschluss mit Quarzsand und Azetonlösung, 1994 chromatographisch, 2002 -2004 im Labor des LUA Brandenburg (pH/DIN 38404C5, Ca/ISO/DIS 14911-1, Cl/DIN ISO 10304-1-2, Fe gesamt/DIN 38406 E1-1, SO₄ / DIN ISO 10304/1-2; SiO₂/DIN 38405 D21, LF/ DIN EN 27888, TOC/EN 1484 H3, NO₃-N und NO₂-N/EN ISO 13395 D28, NH₄-N/EN ISO 11732 E23, org.-N/DIN 38405 D5 ON, Gesamt-N/DIN 38409/H-27, ortho-P und Gesamt-P/DIN 38405 D11).

3. Ergebnisse

3.1 Moorzonen, Gehölze und Moose

3.1.1 Entwicklung der Moorzonen und Gehölze von 1918 bis 1979

Über den Zustand des Moores nach dem Kahlschlag 1918 informieren ULBRICH (1922) und HUECK 1925 bzw. HUECK 1926. ULBRICH (1922) gab folgende anschauliche Beschreibung des Moosfenns: „Die Hauptmasse seiner Vegetation besteht aus schwimmenden, im mittleren Teile auch polsterbildenden Sphagnen-Arten. Die nördliche, trockenere Hälfte weist reichlichen Bestand kleiner, rückgängiger, krüppeliger Moorkiefern auf, in den vereinzelt strauchige Birken (*Betula pubescens*) und Weiden (*Salix aurita* u. a.) eingesprengt sind. Im nördlichen Teile treten hohe Bulten von *Polytrichum strictum* auf, die z. T. durchmischt mit *Sphagnum*, von *Drosera rotundifolia* und anderen Hochmoorbegleitern bewachsen sind. Der südliche Teil ist sehr nass und enthält ausgedehnte Bestände von schwimmenden Sphagnen ohne Gehölze.“ Da weder von ULBRICH noch von HUECK abgestorbene ältere Moorgehölze erwähnt werden, ist davon auszugehen, dass vor 1918 höchstens junge locker stehende Gehölze (Turfosa-Kiefern) einzelne Teile des Moores bedeckten. Nach HUECK (1926) standen die „krüppeligen Kiefern und Birken“ in weiten Abständen über das ganze Moor zerstreut. Offensichtlich stammte der Gehölzbestand im Nordteil noch aus der Zeit vor 1918. Infolge des stark gestiegenen Wasserspiegels in Verbindung mit der Entstehung eines durchgehenden Wasserkörpers löste sich der Kontakt der Schwingdecke zum Untertorf, woraus gleichmäßigere und geringere Grundwasserflurabstände resultierten (LANDGRAF & NOTNI 2003). Die Poren der Schwingdecke vergrößerten sich. In den 20er Jahren zeigte das Moosfenn eine ausgeprägte Sukzessionsabfolge von den schwimmenden *Sphagnum*-Decken im Süden über festere *Sphagnum recurvum*-Rasen bis zu gehölzbestandenen Bultmoosstandorten im Nordteil. Da sich die Schwingdecke vom Moorsubstrat gelöst hatte, konnte sich, wie HUECK (1926) schreibt, eine „äußerst scharf und deutlich ausgeprägte nasse Randzone“ bilden, die ausgedehnte Bestände mit *Calla palustris* aufwies. Eine randliche Uliginosa-Kiefern-Zone kann damals nur ansatzweise im Nordteil existiert haben.

In den 40er und 50er Jahren stellten GRUHL 1948, GRUHL 1957 und MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959 erhebliche Veränderungen der Moorzonen und damit auch der Mooroberflächenstruktur fest. Aufgrund des verstärkten minerogenen Wasserzulaufs nach den Kahlschlägen im Einzugsgebiet stellten sich zunehmend mesotrophe Bedingungen ein. Durch die Vergrößerung des Wasserkissens nach 1918 wurde der Wasseraustausch innerhalb des Moorkörpers verstärkt. Außerdem gestaltete sich das Volumenverhältnis zwischen Torfmoostorf und Moorwasserkörper ungünstiger, wodurch die Oligotrophierung infolge Kationenaustausch und Versauerung des Moorwassers durch Sphagnen (CLYMO 1987) weniger wirksam war. Zwar war der Wasserspiegel Ende der 40er Jahre bereits deutlich unter den absoluten Höchststand von 1928 gesunken, dennoch lag das Niveau noch erheblich über dem Stand vor 1918.

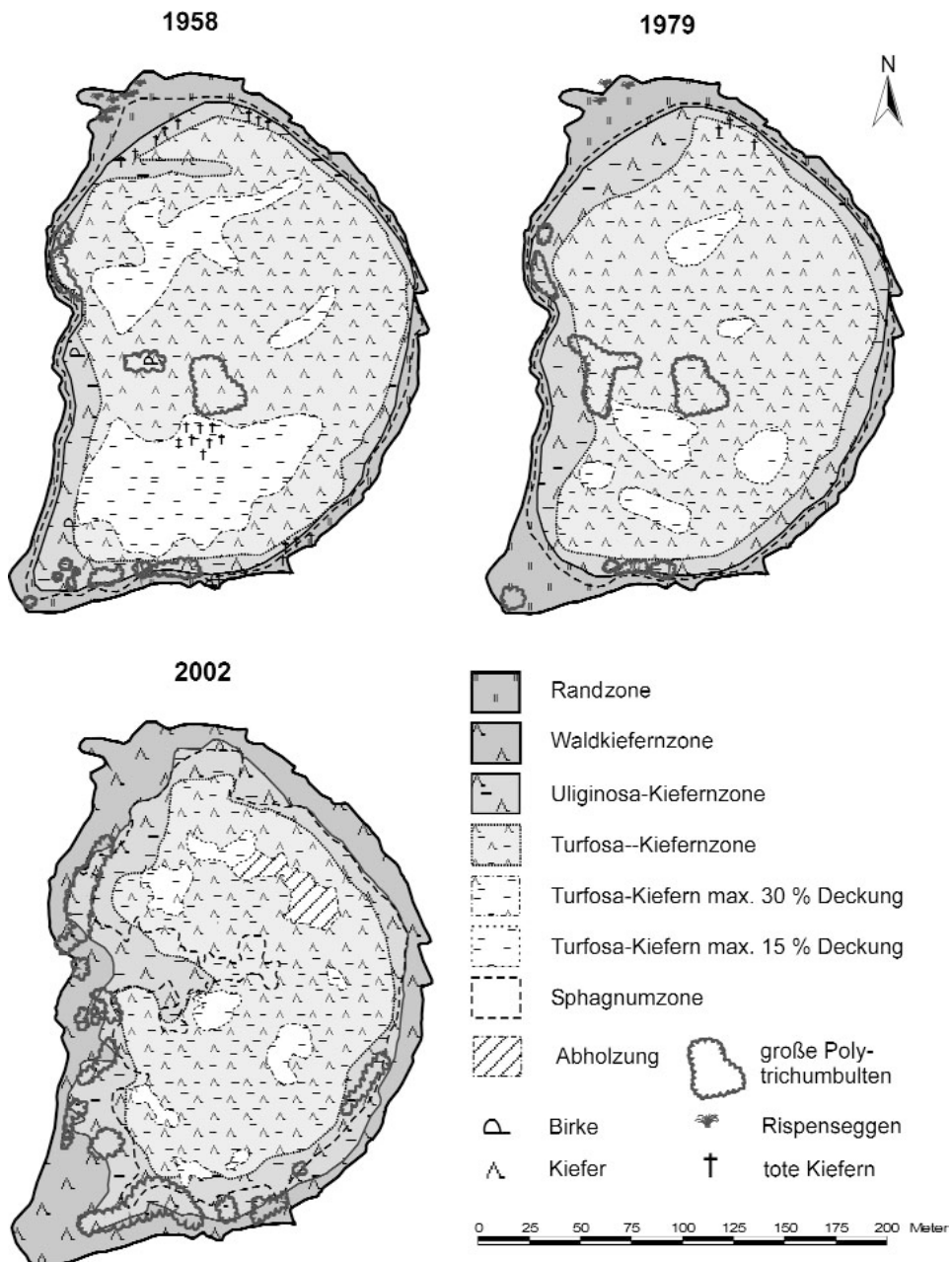


Abb. 3: Veränderung der Vegetation im Moosfenn anhand der Moorzonen zwischen 1958 bis 2003
 Change of vegetation, shown by the development of the various mire zones in the Moosfenn,
 from 1958 to 2003

Die Ausdehnung der Moorzonen in den 50er Jahren ist in der ersten detaillierten kartographischen Darstellung des Moosfenns aus dem Jahre 1958 (Abb. 3) dargestellt (MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959).

Die 1958 weitgehend von *Sphagnum recurvum* beherrschte Mooroberfläche war bereits fester geworden, so dass sich z. T. geschlossene Turfosa-Kiefern-Bestände weit über das Moosfenn ausgebreitet hatten (Abb. 3). Gehölzfreie Schwingdecken im Norden und besonders ausgedehnt im Süden blieben erhalten. Die *Sphagnum*-Decke war bis in die Randzone expandiert. Vom Rand drang ein geschlossener Ring an Uliginosa-Kiefern ins Moor vor, in dessen Schatten sich eine Zone mit *Polytrichum commune*-Bulten entwickelt hatte. Zur Situation im Randsumpf notiert GRUHL (1957): „ Schon beim ersten Besuch am 7. August [1948] fand ich nirgends mehr offenes Wasser in der Randzone und Hindernisse für das Betreten des Moores.“

In den 60er Jahren wurde „das gesamte Wollgrasmoor von einem bald dichteren, bald lockeren Bestand niedriger Moor-Kiefern (*Pinus sylvestris f. turfosa*) und einzelnen ebenfalls niedrigen Moor-Birken (*Betula pubescens*) überzogen. Allerdings ist der Standort noch so nass, dass die Gehölze über eine Höhe von 5 m nicht hinausgelangen und schon im Jugendalter wieder absterben (KRAUSCH 1969).

1979 hatte sich nach WEGENER (1980) die gehölzfreie Fläche gegenüber 1958 auf weniger als ein 1/3 reduziert (Tab. 2, Abb. 2). Die Turfosa-Kiefern standen nun vielerorts be-

Tab. 2: Veränderung von Flächengrößen der Moorzonen von 1958, 1979 und 2002
Change of the size of the areas of the mire zone in 1958, 1979 and 2002

	1958 in ha	1979 in ha	2002 in ha
Turfosa-Kiefernzone 0% Deckung	?	?	0,07
Turfosa-Kiefernzone <15% Deckung	?	0,16	0,04
Turfosa-Kiefernzone <30% Deckung	0,80	0,11	0,16
gesamte Turfosa-Kiefernzone	2,68	2,40	1,83
Sphagnumzone	3,36	3,06	2,14
davon Anteil mit <i>Sph. magellanicum</i>	?	?	0,28
Uliginosa-Kiefernzone	0,46	0,67	0,90
Gesamtfläche Sphagnum-Moor (Turfosa- und Uliginosazone)	3,14	3,06	2,73
Randzone	0,55	0,63	0
Gesamtfläche Moorvegetation (<i>Sphagnum</i> -Moor und Randzone)	3,69	3,69	2,83

reits dicht. Gleichzeitig war die Zone der Uliginosa-Kiefern breiter geworden. Die *Sphagnum*-Decke hatte sich aus dem *Juncus*-Sumpf zurückgezogen. WEGENER (1980) beobachtete Veränderungen in Lage und Ausdehnung der Moosbulten ohne einen eindeutigen zu- oder abnehmenden Trend festzustellen (Abb. 3).

3.1.2 Entwicklung der Moorzonen und Gehölze von 1980 bis 2002/2003

Bis in das Jahr 2002 hat sich der natürlich gehölzfreie Flächenanteil im Moosfenn nur wenig verringert (Tab. 2, Abb. 3). In Tabelle 2 sind die Flächen der verschiedenen Moorzonen für die einzelnen Jahre vergleichend aufgelistet.

Birken, die noch in den 60er Jahren erwähnt wurden, treten gegenwärtig im *Sphagnum*-Moor und in der Randzone lediglich als Einzelexemplare in Erscheinung. Angesichts der schnellen Gehölzsukzession zwischen 1958 und 1979 und sinkendem Wasserspiegel bis 2001 wäre eine dichte, geschlossene Turfosa-Kiefern-Fläche zu erwarten gewesen. Unberücksichtigt bleiben dabei die durch Naturschutzhelfer entkusselten Bereiche. Eine kleinere 1987 entkusselte Fläche von etwa 500 m² im Süden des Moores war 2002 wieder vollständig mit Moorkiefern bewachsen. Da der Großteil dieser Entkusselungsfläche in der Uliginosa-Zone lag, lässt sich das rasche Gehölzwachstum hier durch die günstigeren Wuchsbedingungen erklären. Die Anfang 1992 im Nordteil innerhalb der Turfosa-Zone geschaffene Freifläche ist noch weitgehend existent, zeigt aber jetzt starken Sämlingsaufwuchs. Völlig neu entstanden sind offensichtlich die zentrale Freifläche und die Freifläche nahe Punkt C (Abb. 1).

Gehölzfreie Flächen entstehen natürlicherweise durch Absterben aufgrund reduzierter Grundwasserflurabstände oder durch Abkippen größerer zu schwer gewordener Moorgehölze. Die flachen Wurzelteller – die für beide Moorkieferformen typisch sind – bieten mit zunehmendem Gewicht weniger Halt gegen Wind oder auffrierenden Boden. Große Moorgehölze werden durch ihr Gewicht regelrecht in das sauerstoffarme Kattelm heruntergedrückt und ersticken dann (TIMMERMANN 1999). Einige Turfosa-Kiefern im Moosfenn sind mit einem Stammbasisdurchmesser von 20 cm heute über 80 Jahre alt. Die Jahrringbreiten der Turfosa-Kiefern betragen größtenteils deutlich unter 1 mm. Viele Moorkiefern in der Uliginosa- und Turfosa-Zone zeigen über die Jahre als Ergebnis des fortwährenden Abkippens und Aufrichtens einen korkenzieherartigen Wuchs, bis irgendwann die *Sphagnum*-Schicht schneller aufwächst und die Kiefern erstickt. Wenn ein Wurzelteller abkippt entstehen kleine Schlenken, in denen sich gern Wildschweine suhlen. Als Folge bleiben dann kleinere Torfschlammflächen von mehreren Quadratmetern Fläche für längere Zeit erhalten.

Heute ist die Uliginosa-Zone gegenüber 1979 besonders am Westrand deutlich breiter geworden. Sie umfasst bereits einen Hektar (Tab. 1). Bei Punkt D dringt ein Uliginosa-

Keil auf geringmächtiger Torfschicht über einer Mineralbodenschwelle (LANDGRAF & NOTNI 2003) bis in das Moorzentrum vor. Währenddessen ist die *Sphagnum*-Zone auf 2,14 ha zurückgewichen. Die Randzone ist mittlerweile vollständig verschwunden; offenes Wasser tritt hier nicht mehr auf.

3.1.3 Entwicklung einiger Moosarten von 1958 bis 2002/2003

Im *Sphagnum*-Moor beherrschen seit den 50er Jahren Rasen aus *Sphagnum recurvum* mit kleineren Bulten von *Polytrichum strictum* als Hauptbildner großer Bulten die Oberfläche. Besonders hohe Bulten aus *Polytrichum strictum* in Zentrum und *Polytrichum commune* am Moorrand sind in Abbildung 3 eingetragen.

Zwischen 1979 und 2002 hatte sich die Lage und Ausdehnung der *Polytrichum*-Bulten verändert. Im Zentrum des Moores treten gegenwärtig keine höheren Bultkomplexe von *Polytrichum strictum* oder *Sphagnum magellanicum* auf. Vermutlich sind Moosbulte im subkontinentalen Brandenburg nur sehr kurzlebige Erscheinungen, da sie mit zunehmender Höhe immer abhängiger von geringen und stabilen Grundwasserflurabständen werden. Weiterhin förderlich sind hohe Luftfeuchtigkeit und für Bulte von *Polytrichum commune* mäßige Beschattung. Die besondere Empfindlichkeit der *Polytrichum commune*-Bulten gegenüber Austrocknung zeigt sich schon im bevorzugten Auftreten am beschatteten Moorrand im Süden und Westen. Allgemein könnte man hohe Bultbildungen als einen Indikator für günstige wasserhaushaltliche Bedingungen im Moor ansehen. Schon WEGENER (1980) beobachtete bei erhöhten Grundwasserflurabständen „Absterbeerscheinungen der *Polytrichum*-Bulte“ und im trockenen Sommer 1976 „ein regelrechtes ‚Ausbrennen‘ der Bulte“. Im März 2003 war ein sehr intensives Wachstum der *Polytrichum*-Bulte und auch *Sphagnum magellanicum*-Bulte zu beobachten. Wenig später, im niederschlagsarmen Mai 2003, trockneten die Bulte stark aus und verflachten. Die Bulte von *Sphagnum magellanicum* waren nun grünlichweiß. Selbst die besser wasserversorgten *Sphagnum recurvum*-Rasen waren in diesen Trockenphasen ausgebleichen.

In Abbildung 4 ist die heutige Ausbreitung der wichtigsten Moosarten des Moosfenns dargestellt. Die Flächen mit *Sphagnum magellanicum* befinden sich seit einigen Jahren wieder in Ausbreitung (NOTNI & NOTNI 2002). Grund könnte die wieder zunehmende Oligotrophierung des Moores sein. Die Art wächst im Fenn allerdings vorwiegend rasig. Von *Aulacomnium palustre* sind nur wenige Restvorkommen übrig geblieben. *Pohlia nutans* wurde nur noch mit wenigen Einzelpflanzen auf schlammigem Untergrund der Freiflächen gefunden. Unter dichten älteren Moorkieferbeständen dunkeln Moose so stark aus, so dass nahe der Punkte D und F heute bereits größere moosfreie Flächen entstanden sind.



Abb. 4: Verbreitung wichtiger Moosarten im Moosfenn 2003
Distribution of main moss species in 2003

3.2 Gefäßpflanzen und Vegetationsformen

Aus Tabelle 3 sind die floristischen Veränderungen im Sphagnum-Moor seit den ersten Vegetationsaufnahmen von HUECK 1925 ablesbar.

Von den Arten des oligotraphenten Torfmoos-Schlammseggen-Riedes wurde *Carex limosa* 1954 (GRUHL 1957) letztmalig mit einem kleinen Bestand im Südteil des Moosfenns beobachtet (G 16). *Scheuchzeria palustris* wurde nur einmal 1884 festgestellt

Tab. 3: Vegetationsveränderungen im Sphagnum-Moor
Changes of the vegetation in the sphagnum mire

Erfassator Autor Aufnahmepunkt Tag, Monat Zone Phase Fläche in m Bezeichnung	Hueck			Gruhl			Hueck			Gruhl			Gruhl			MSI			Gruhl			Hueck			Gruhl			MSI			Gruhl		
	1920	1920	1920	1949	1949	1949	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	1904	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003
	TW	P	P	TW	TW	TS	TW	TW	TW	TT	UT	P	UT	TW	TW	TS	TW	TW	TS	TS	TS	TW	TW	TW	TS	TS	TS	TW	TW	TW	TW	TW	TW
Transgression			Normal															Regression															
0,25 x 0,25			total	2x2	3x3	3x3	4x5	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	3x3	3x3	3x3	4x5	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	3x3	2x2	3x3	2x2	2x2	
H 1			H2	H3	H1	C14	C/	H1B	H1B	C12	C10	C9	C16	C11	C14	M1	C/	H1B	H1B	C/	L1	L2	H1B	H1B	C12	M1	C14	C16					
Gehölze:																																	
Pinus sylvestris f. uliginosa																																	
Pinus sylvestris f. turfoosa																																	
Pinus sylvestris Jungpflanzen bis 1m																																	
Betula pubescens /Altpflanzen größer 1m																																	
Betula pubescens Jungpflanzen bis 1m																																	
Frangula alnus																																	
Kärlar und Moose:																																	
Carex limosa																																	
Rhynchospora alba																																	
Sphagnum magellanicum																																	
Sphagnum fuscum																																	
Eriophorum vaginatum																																	
Polytrichum strictum																																	
Vaccinium oxycoccos																																	
Drosera rotundifolia																																	
Rubacomminum palustre																																	
Sphagnum recurvum																																	
Pohlia nutans																																	
Polytrichum commune																																	
Calla palustris																																	
Eriophorum angustifolium																																	
Vicia palustris																																	
Lysimachia thyrisiflora																																	
Carex lasiocarpa																																	
Juncus effusus																																	
Storaxen und Übrige:																																	
Pyropteris cristata																																	
Dryopteris carthusiana																																	
Dryopteris dilatata																																	
Quercus spec.																																	
Sorbus aucuparia (jung bis 1m)																																	
Sclerocarpus sylvaticus																																	
Fragaria vesicaria																																	
Avenella flexuosa																																	
Calamagrostis epigeios																																	
Lepidobolus angustifolium																																	
Epilobium palustre																																	
Rumex acetosella																																	
Moenhringia trinervis																																	
Luzula pilifera																																	
Carex canescens																																	
Quercus petraea																																	

TS: Torfmoos-Schilmsiege-Ried. TW: Torfmoos-Siegen-Wollgras-Ried. RWL: Torfmoos-Siegen-Wollgras-Ried / Fazies. Calamagrostis epigeios. TT: Turfoosa-Kiefern-Torfmoos-Rasen. UT: Uliginosa-Kiefern-Torfmoos-Rasen. UoT: Uliginosa-Kiefern-Torfmoos-Rasen / Fazies. Sphagnum mit Deckung weit unter 50 %. P: Polytichumbaum. Landg: Landgras. MS: Müller-Stoll. Wegn: Wegner

(MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959). Auch *Sphagnum cuspidatum* wird von keiner Aufnahme erfasst, obwohl die Art wahrscheinlich in den 20er Jahren noch im Südteil vorkam. Ein entgegengesetztes Verhalten zeigt *Rhynchospora alba*. Die Art wird für die 20er Jahre weder von ULBRICH (1922) noch von HUECK (1925) bzw. HUECK (1926) erwähnt. Eventuell wurde die Art versehentlich nicht genannt. Beim Besuch des Brandenburgischen Botanischen Vereins 1922 war das Moor nicht betretbar (ULBRICH 1922). Die Vereinsmitglieder erfassten die Vegetation damals nur vom Rand aus. Die Vegetationsaufnahmen von HUECK (1925) stammen nur aus dem Nordteil. Wahrscheinlich trat die Art zu dieser Zeit dort nicht auf. GRUHL (1957) teilte eine Aufnahme aus dem Südteil mit (G 7). Heute ist *Rhynchospora alba* auf allen Flächen einschließlich der nördlichen Entkesselungsfläche (G 7, L 1, L 2, H 1a) mit höheren Deckungsgraden zu finden, auf denen die Turfoosa-Kiefern Deckungswerte unter 30 % erreichen. Auf den offenen Flächen hat die Art in den 90er Jahren das vorher dominante *Eriophorum angustifolium*

zurückgedrängt (NOTNI & NOTNI 2002). Seit Anfang des 20. Jahrhunderts ist die Vegetationsform des Torfmoos-Schlammseggen-Riedes artenärmer geworden. Einziger Vertreter der kennzeichnenden Artengruppe ist heute *Rhynchospora alba*.

Die von *Sphagnum magellanicum* dominierten **Bunten Torfmoos-Rasen** im Zentrum und die von *Sphagnum recurvum* und vermutlich auch *Sph. cuspidatum* beherrschten **Grünen-Torfmoos-Schlenken** im Südtail des Moosfenns verschwanden gänzlich bereits Anfang des 20. Jahrhunderts.

Einen deutlich abnehmenden Trend im Moorzentrum zeigen die Arten des **Kiefern-Torfmoos-Rasens** *Eriophorum vaginatum* und *Aulacomnium palustre*. Die früheren Vegetationsbeschreibungen lassen seit den 20er Jahren eine starke Abnahme von *Sphagnum magellanicum* und das Verschwinden von *Sphagnum fuscum* vermuten (ULBRICH 1922, HUECK 1926). Andere oligotraphente Arten wie *Vaccinium oxycoccus* und *Drosera rotundifolia* zeigen keinen deutlichen Trend. In gleichem Maße, wie *Eriophorum vaginatum* und *Aulacomnium palustre* zurückgingen, nimmt die Deckung des eher mesotraphenten *Eriophorum angustifolium* zu. Letztere Art tritt hier erstmalig in den Aufnahmen von WEGENER (1980) auf. Auch TIMMERMANN (1999) beobachtete in *Sphagnum*-Mooren der Schorfheide bei der Hälfte der untersuchten Moore eine starke Ausbreitung von *Eriophorum angustifolium*. Dazu passt auch das Auftreten von *Carex rostrata* im Moosfenn. Die Art wurde von HUECK (1926) offensichtlich mit *Carex vesicaria* verwechselt (MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959), die er in einem Bestand zusammen mit *Carex limosa* erwähnt. Auch ULBRICH (1922) nennt für den Südtail des Moosfenns „zahlreiche, noch nicht untersuchte *Carex*-Arten.“ Beide Autoren konnten den Südtail nicht betreten um die Arten zu bestimmen. Nach dieser Annahme hat sich *Carex rostrata* vom Südtail dann bis in die 70er Jahre über das gesamte Moor ausgebreitet, ging in den 90er Jahren aber wieder stark zurück. Infolge der Mesotrophierung nach dem Kahlschlag 1918 wandelte sich durch Ausbreitung von *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium* und Störzeigern der einstige oligotraphente Kiefern-Torfmoos-Rasen in ein mesotraphentes **Torfmoos-Seggen-Wollgras-Ried** um (KRAUSCH 1969). Ende der 80er Jahre begann wieder eine gegenläufige Entwicklung zurück zum Kiefern-Torfmoos-Rasen.

Auffällig ist das massive Auftreten von Störzeigern in den 40er und 50er Jahren. Ab den 70er Jahren treten im Moorzentrum Arten wie *Calamagrostis epigeios*, *Avenella flexuosa* oder *Dryopteris spec.* dann aber nur noch in geringer Deckung auf.

Bemerkenswert ist weiterhin das Fehlen von *Andromeda polifolia* und *Ledum palustre* in allen Torfmoosmooren zwischen Potsdam und Ferch. Für beide Arten liegen aus dem Moosfenn zu keiner Zeit Nachweise vor.

In der Randzone waren die Veränderungen seit den 20er Jahren weitaus deutlicher (Tab. 4). Durch den drastisch gesunkenen Wasserspiegel fiel die Randzone Mitte der

Tab. 4: Vegetationsveränderungen in der Randzone
Changes of the vegetation in the border zone

Erreautor Autor Aufnahmzeitpunkt Tag, Monat Zone	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl	Grünl								
	1948	1948	1948	1948	1954	1954	1954	1954	1954	1954	1957	1957	1957	1957	1979	1979	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003	2003								
10.08.	10.08.	10.08.	10.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	17.08.	xx.09.	xx.11.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.	04.05.									
C	I-	I-	I-	C	I-	I-	I-	I-	I-	I-F	I-	I-L	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-	I-F	I-F	I-F	I-F	I-F	I-F	I-L								
Phase	Normal																							Regression										
Fläche in m ²	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	4x4	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2								
Bezeichnung	G8a	G1	G2a	G2b	G8b	G3	G4	G5	G8	G15	G13	G15	G17	G4	G5	G1	G3	G4	G5	G8	G13	G15	G17	G17	G17	G17								
<i>Pinus sylvestris</i> Nominalform																2	2																	
<i>Pinus sylvestris</i> f. <i>uliginosa</i>																																		
<i>Pinus sylvestris</i> Jungpflanzen bis 1m		+	1	1		1			+		+	+	+																					
<i>Salix aurita</i>																																		
<i>Betula pubescens</i> Altpflanzen größer 1m																1	+																	
<i>Betula pubescens</i> Jungpflanzen bis 1m		+					1																											
<i>Frangula alnus</i>																																		
Kräuter und Moos:																																		
<i>Eriophorum vaginatum</i>																3																		
<i>Vaccinium oxycoccos</i>																	2																	
<i>Drosera rotundifolia</i>																																		
<i>Aulacomnium palustre</i>																																		
<i>Sphagnum recurvum</i>	4	5	5	4	3	5	4																											
<i>Polytrichum commune</i>		+																																
<i>Calla palustris</i>		4	1	+		3		+	+	+																								
<i>Menyanthes trifoliata</i>									4																									
<i>Viola palustris</i>																																		
<i>Lysimachia thyriflora</i>																																		
<i>Agrostis canina</i>	+								1		+	2	3																					
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>									5	5																								
<i>Carex rostrata</i>	+	1	3	3																														
<i>Thelypteris palustris</i>																																		
<i>Juncus effusus</i>	3	1							2	1	3	4	3	3																				
<i>Carex paniculata</i>																																		
<i>Sträucher:</i>																																		
<i>Dryopteris cristata</i>									1	+	+	+	1																					
<i>Dryopteris dilatata</i>									1	+																								
<i>Calamagrostis epigeios</i>																																		
<i>Scirpus atrovirens</i> jung bis 1m	3																																	
<i>Avenella flexuosa</i>																																		
<i>Radix serotina</i> alt																																		
<i>Radix serotina</i> jung bis 1m																																		
<i>Brachythecium rutabulum</i>																																		
<i>Senecio viscosus</i>																																		
<i>Epilobium angustifolium</i>																																		
<i>Epilobium palustre</i>									+																									
<i>Cirsium palustre</i>																																		
<i>Muehlenbergia trinervis</i>																																		
<i>Dryopteris carthusiana</i>																																		
<i>Juncus conglomeratus</i>																																		
<i>Polygonum hydropiper</i>																																		
<i>Dropanocladus fluitans</i>																																		
<i>Carex leporina</i>																																		
<i>Dicranella heterostachya</i>																																		
<i>Bryum spec.</i>																																		
<i>Polygonum minus</i>																																		
<i>Pseudium angustatum</i>																																		
<i>Carex flacca</i>																																		
<i>Athyrium filix-femina</i>																																		

TF: Torfmoos-Flatterbinsen-Ried, TFR: Torfmoos-Flatterbinsen-Ried / Fazies: *Carex paniculata*, TFL: Torfmoos-Flatterbinsen-Ried / Fazies: *Calamagrostis epigeios*, C: Sumpfcalla-Zone
Landg: I landgraf MS: Müller-Stoll, Wegn: Wegner

90er Jahre vollständig trocken, nachdem im Sommer 1987 bis zum Frühjahr 1988 der *Juncus*-Sumpf noch einmal kurzzeitig überschwemmt war. Mit der Austrocknung verschwand im Wesentlichen auch die typische Vegetation der Randzone (NOTNI & NOTNI 2002).

Die Vegetation der Randzone stellte bis in die 1990er Jahre eine Durchdringung der eigentlichen Arten der Randzone mit den Arten des *Sphagnum*-Mooses dar (**Torfmoos-Flatterbinsen-Ried**). Arten wie *Sphagnum recurvum*, *Drosera rotundifolia* und *Eriophorum vaginatum* waren bei hohen Wasserständen vor allem in den 40er Jahren weit in die Randzone vorgedrungen (z. B. G 2a, G 2b). Besonders kennzeichnend war noch bis

Mitte der 90er Jahre eine breite Zone mit Vorkommen von *Calla palustris*, höhere Deckungen von *Juncus effusus*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Lysimachia thyrsoflora* und *Agrostis canina* (NOTNI & NOTNI 2002). *Carex canescens* wird nur selten erwähnt, gehört heute aber zusammen mit *Agrostis canina* zu den letzten Relikten der Randzone. In den 70er Jahren deutete sich im *Juncus*-Sumpf und am Westrand des Moosfenns die Entwicklung zu einem **Pfeifengras-Faulbaum-Gebüsch** mit Aufwuchs von *Salix aurita* und *Frangula alnus* (G 4, G 5) an (WEGENER 1980). Dieser Trend setzte sich jedoch nicht fort. Besonders eindrucksvoll war die Zonierung der Randzone im *Juncus*-Sumpf und im Südwesten des Moores zu beobachten. Neben dem beherrschenden *Juncus effusus* wuchsen im äußeren Gürtel der Randzone *Calamagrostis*-Arten und *Hydrocotyle vulgaris*, im inneren Gürtel dominierte neben Farnen *Lysimachia thyrsoflora* (NOTNI & NOTNI 2002). Von Gruhl (1948, 1956 & 1957) werden in diesen Bereichen *Calamagrostis epigeios*, *C. canescens* und kurze Zeit (1948) auch *C. stricta* erwähnt. Am *Juncus*-Sumpf beobachteten NOTNI & NOTNI von 1992 bis 1996 eine massive Ausbreitung der *Calamagrostis epigeios*-Bestände vom Rand bis in die Hälfte der bereits recht trockenen Randzone. Seit 1997 dringt *Avenella flexuosa* in den *Juncus*-Sumpf ein. Die Vitalität der im äußeren Gürtel stehenden *Carex-paniculata*-Bulten ließ mit den anschließend fallenden Wasserständen deutlich nach. Heute ist von den Beständen an den Punkten A, B, C, F und L nur noch ein lebender Bult am Punkt F übrig geblieben.

Die einstige Randzone wird heute von Waldvegetation beherrscht. Letzte Reste einstiger Randzonenvegetation haben sich zwischen den Punkten A und C, besonders am Punkt F und auch am Punkt H erhalten. Hier findet man auch heute wenige Pflanzen von *Carex canescens*, *Agrostis canina* und *Juncus effusus*. Am Punkt C existiert der letzte Bestand von *Hydrocotyle vulgare* an Schlenken innerhalb des *Sphagnum*-Moores, während *Lysimachia thyrsoflora* minusvital nur noch bei Punkt F vorkommt.

Für die wichtigsten Arten im Moosfenn werden nachfolgend die Beobachtungen zusammengefasst. Die Angaben stammen von folgenden Autoren:

1922: ULBRICH
 1925 und 1926: HUECK
 1948 und 1957: GRUHL
 1959: MÜLLER-STOLL & GRUHL
 1969: KRAUSCH
 1979: WEGENER
 1981: NEUBAUER
 1988/89: NOTNI
 90er Jahre bis 2002: NOTNI & NOTNI
 2003: LANDGRAF & NOTNI

Laubmoose

Polytrichum strictum Banks (siehe Abb. 3)

1922: im Nordteil hohe Bulten; 1948-57: im gesamten inneren *Sphagnum*-Moor bultbildend; 1978: zurückgehend, im inneren *Sphagnum*-Moor geringe Deckung; 1981-2003: leichte Zunahme, kleine Bulten im gesamten *Sphagnum*-Moor

Polytrichum commune L. (siehe Abb. 2 und 3)

1954: erste Erwähnung für die Uliginosa-Zone im Westen und Süden, weniger im übrigen *Sphagnum*-Moor und Randzone; 1979: Zunahme der Deckung in Randzone und Übergangszone; 1981-2003: trotz wechselnder Bulthöhen weiterhin in der Übergangs- und Uliginosa-Zone mit Schwerpunkt im Süden und Westen vertreten

Sphagnum recurvum P. Beauv. (siehe Abb. 2 und 3)

bereits 1922 im *Sphagnum*-Moor dominant; 1957: Vorstoß in den *Juncus*-Sumpf, seitdem Rückzug; 2003: *Sphagnum recurvum*-freie Flächen unter Uliginosa-Kiefern

Sphagnum magellanicum Brid. (siehe Abb. 2 und 3)

1922 und 1926: zerstreute Bulten vor allem im Moorzentrum; 1948: Rückgang im gesamten Moor; 2001 bis 2003: leichte Zunahme im Norden und Osten ohne hohe Bultbildungen

Aulacomnium palustre L. (siehe Abb. 2 und 3)

1926: im Nordteil vorkommend; 1957: Beobachtung im *Juncus*-Sumpf innerhalb der *Carex paniculata*-Bulten; 2003: wenige Restvorkommen vorwiegend am Moorrand

Samenpflanzen

Pinus sylvestris L.

1922, 1925 und 1926: lockere Turfosa-Bestände im Nordteil; 1948: Auftreten der Uliginosa-Form am Rand, dichtere Turfosa-Bestände im *Sphagnum*-Moor; 1979: fast vollständiges Zuwachsen der Südfläche mit Turfosa-Kiefern, Ausdehnung des Uliginosa-Rings; 2003: Verdichtung des Turfosa-Bestandes, jedoch Erhaltung einige Offenflächen im Zentrum, Ausdehnung der Uliginosa-Zone ins Moorzentrum (vor allem vom Westufer aus)

Vaccinium oxycoccus L.

1922, 1925 und 1926: geringe Deckung im Nordteil; 1948: geringe Deckung am Rand und im Zentrum; 1959: nur im *Sphagnum*-Moor, nicht häufig und stellenweise fehlend; 1979: Rückgang im Nordteil; 1981: vereinzelt auf der Moorfläche; 1990er bis 2002: überall schütterte Verteilung, leichte Vermehrung am Westrand, 2003: überall annähernd gleichmäßig im *Sphagnum*-Moor mit Deckung „1“ verteilt

Drosera rotundifolia L.

seit 1922 meist mit geringer Deckung im *Sphagnum*-Moor z. T. bis in die Randzone vordringend; kein Trend feststellbar, jedoch in *Rhynchospora alba*-Beständen seltener

Hydrocotyle vulgaris L.

1922: reiche Bestände im Juncus-Sumpf und Süden; 1959: größere Vorkommen besonders im Juncus-Sumpf; 1979: Rückgang in der Randzone; 1981: größere Vorkommen noch im Juncus-Sumpf und Südwesten; 1988: im Süden und Norden häufig, im Westen vereinzelte Vorkommen; 2003: anwachsendes Restvorkommen bei Punkt B

Juncus effusus L.

1922: beherrschende Art der Randzone; 1926: Massenbestände in der Randzone; 1948 und 1954: weiterhin dominant in der Randzone, vordringend ins *Sphagnum*-Moor; 1979: hohe Deckung im Juncus-Sumpf; 1981: Vorkommen noch am Westrand, Juncus-Sumpf und bei Punkt „L“; 1992-1996: Rückzug aus dem Juncus-Sumpf; 2003: spärliche Restvorkommen am Moorrand und angrenzenden Wald

Eriophorum vaginatum L. (siehe Abb. 5)

1926: mit hoher Deckung im *Sphagnum*-Moor; 1948 und 1954: Im *Sphagnum*-Moor in wechselnder Verteilung, auf offenen Flächen und Bulten nur spärlich, Ausbreitung in die Randzone; 1979: weiterer Rückgang im *Sphagnum*-Moor, hier in weiten Teilen fehlend, dagegen weitere Zunahme in der Randzone; 1981: im *Sphagnum*-Moor oft nur steril; 1990er Jahre bis 2002: Absterben der höher gelegenen Exemplare in der Randzone, Zunahme am unmittelbaren Rand des *Sphagnum*-Moores, 2003: sehr geringe Deckung im *Sphagnum*-Moor, hier oft steril, stärkere Repräsentanz am Moorrand, vital zwischen Punkt B und C am Außenrand der *Polytrichum*-Zone

Eriophorum angustifolium Honck (siehe Abb. 5)

1948: erste Erwähnung für *Sphagnum*-Moor und Randzone in jeweils geringer Deckung; 1979: leichte Zunahme im *Sphagnum*-Moor; 1981: Schwerpunkt in der Randzone, vereinzelt auf der *Sphagnum*-Moorfläche; 1990er Jahre bis 2003: hohe Deckung im gesamten *Sphagnum*-Moor, geringe Deckung in der Randzone, Verdrängung im offenen Bereichen des *Sphagnum*-Moores durch *Rhynchospora alba*

Rhynchospora alba (L.) Vahl (siehe Abb. 5)

1954: erste Erwähnung für größere Flächen im Südteil, wohl bereits Anfang des Jahrhunderts vorhanden; 1969: spärliche Vorkommen im Südteil des *Sphagnum*-Moores, 1979: Zunahme der Deckung im Südteil des *Sphagnum*-Moores; 1988: verbreitet im Südteil des *Sphagnum*-Moores; 1990er Jahre bis 2003: Ausbreitung auf alle gehölzarmen Flächen im *Sphagnum*-Moor, jetzt auch im Nordteil auf diesen Flächen mit hoher Deckung gut vertreten, Verdrängung von *Eriophorum angustifolium*

Carex paniculata Jusl (siehe Abb. 2)

1954: in äußerer Randzone dichte Bestände vor allem am Außenrand des Juncus-Sumpfes und bei Punkt C, F und L; 1979 bis 1988: weiterhin vital bei Punkt C; 2003: alle Bulte - mit Ausnahme eines Exemplares bei F - abgestorben

Carex canescens L.

1948 und 1954: vereinzelt und wenig auffällig in der Randzone; 1979: keine Erwähnung; 1981: vereinzelt in der Randzone; 1988: Vorkommen in der westlichen Randzone besonders in Suhlen; 2003: wenige Restvorkommen in der Randzone bei H, F und G und Einzelexemplare im *Sphagnum*-Moor

Carex limosa L.

1926: beherrschend im *Sphagnum*-Moor; 1959: letztmaliger sicherer Nachweis eines kleinen Restbestandes bei Punkt H unweit vom Moorrand; 1969: evtl. noch spärliche Vorkommen im Südteil des *Sphagnum*-Moores, 1979: keine weiteren Funde

Carex rostrata Stokes (siehe Abb. 5)

1926: vermutlich mit *Carex vesicaria* verwechselt und dann herrschende Art im *Sphagnum*-Moor; 1948: sehr hohe Deckung im *Sphagnum*-Moor und gering in der Randzone; 1954: Deckung im *Sphagnum*-Moor leicht rückläufig; 1979 keine erkennbaren Veränderung; 2003: starker Rückgang im gesamten Moorbereich auf wenige Einzelexemplare

Agrostis canina L.

1948: in der Randzone in geringer Deckung vorkommend; 1954: in der Randzone überall häufig; 1979: leichte Zunahme in der Randzone; 1981 und 1988: vereinzelt in der Randzone; 2003: wenige Vorkommen bei B, F, H und N.

Calamagrostis canescens (Web.) Roth

1948 bis 1959: am Südrand, später dort verschwunden, Randzone im Nordosten und so genanntes „Epigeios-Moor“ bei Dauerbeobachtungsfläche G 14, bis 1988: keine Beobachtungen; 2003: wenige Exemplare bei Punkt F

Calamagrostis epigeios (L.) Roth

1948 bis 1957 an vielen Stellen des äußeren Randzone bis 7 m weit in der Randzone vorstoßend, vereinzelt in der Turfosa-Kiefern-Zone, im so genannten „Epigeios-Moor“ bei Dauerbeobachtungsfläche G 14 mit zunehmenden Deckungswerten; 1979: mit Deckungswert „I“ in der Randzone vertreten; 1981: im „Epigeios-Moor“ und zerstreut in der Randzone; 1988: in der Randzone von A bis G große Bestände; 1986 bis 1996: starke Zunahme im *Juncus*-Sumpf vom Rand ins Zentrum mit zeitweise dichtem Bestand; 1998/99: vertrocknend; 2003: kleiner Bestand am trockenen Rand bei Punkt M

Calla palustris L.

1922 bis 1926: ausgedehnte Bestände in der nassen Randzone; 1948 bis 1957: in wechselnder Menge, im allgemeinen fast geschlossenen Ringstreifen bildend, in den trockenen Jahren 1954/55 vorübergehend stark zurückgegangen; 1979: starker Rückgang in der Randzone auf Deckungswert „+“; 1981: verbreitet in der Randzone, vereinzelt in das *Sphagnum*-Moor vordringend; 1988: zwischen den Punkten „J“ bis „L“ ca. 255 Exemplare nach starkem Rückgang; 1991/92: kurze Erholung; 1995: verkümmert; 2000 bis 2003: nicht gefunden

Um die Veränderungen der ökologische Situation des Moores zu illustrieren, wurden die fünf Gefäßpflanzen: *Carex limosa*, *Carex rostrata*, *Rhynchospora alba*, *Eriophorum angustifolium* und *Eriophorum vaginatum* als Indikatorarten ausgewählt. Zunächst wurden die Deckungsgrade aus den vorgenannten Quellen ermittelt, auf das Gesamtmoor bezogen und über die Zeit dargestellt (Abb. 5). In Abbildung 6 sind dann die aktuellen Deckungsgrade der Arten in diffussem Raster flächenhaft dargestellt (Georeferenzierung mit Hand-GPS).

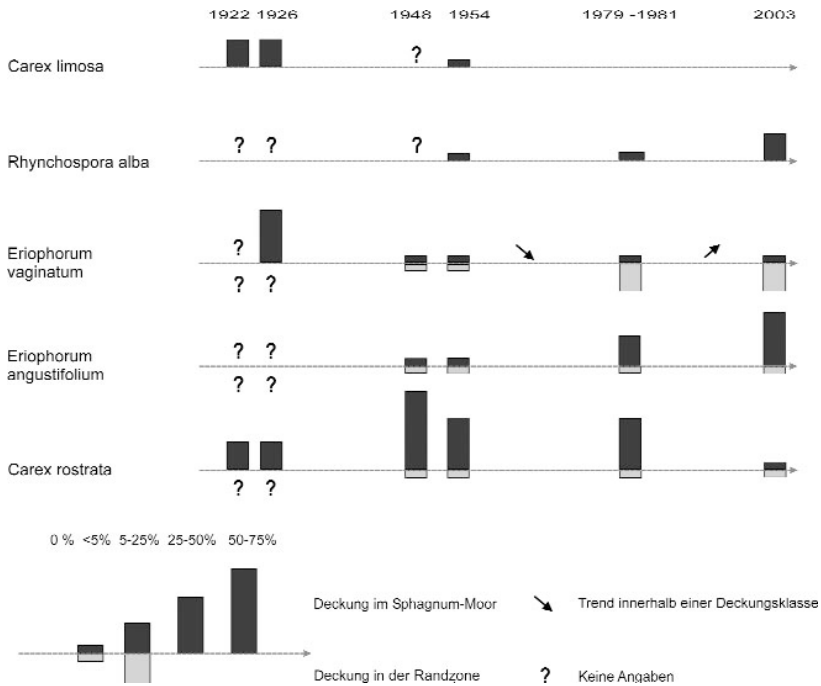


Abb. 5: Veränderungen des Deckungsgrades wichtiger Indikatorarten im Moosfenn seit 1922
 Changes of distribution of some important key species in the Moosfenn since 1922

Carex limosa ist nach 1954 nicht mehr sicher festgestellt worden. *Carex rostrata*, als Art der mesotrophen Verlandungszonen, ist aus dem Moosfenn fast verschwunden (Abb. 6). Nachdem die Art über Jahrzehnte noch bis Anfang der 90er Jahre die Vegetation des Moosfenns bestimmte, ist sie heute nur noch mit wenigen Einzelpflanzen im Südteil vertreten. Von hier hatte sie sich Anfang des letzten Jahrhunderts ursprünglich ausgebreitet.

Rhynchospora alba kennzeichnet offene, oligotrophe *Sphagnum*-Rasen. Die Art ist heute über das gesamte *Sphagnum*-Moor verbreitet, obwohl der Anteil offener Flächen im *Sphagnum*-Moor seit Anfang des 20. Jahrhunderts zurückgegangen ist. Hohe Deckungsgrade erreicht *Rhynchospora alba* bei sehr lichtem Moorkiefernbewuchs. Durch *Polytrichum strictum* scheint seine Ausbreitung gehemmt zu werden. Bei dichtem Kronenschluss der Moorkiefern fällt die Art aus. In den Randbereichen des *Sphagnum*-Moores, wo vor allem die Uliginosa-Kiefern stehen, aber auch in den älteren Moorkiefernbeständen im Zentrum, fehlt sie völlig. Im *Sphagnum*-Moor ist *Eriophorum angustifolium* jetzt faziesbildend. Der Verdrängungswettbewerb mit *Rhynchospora alba* im lichten *Sphagnum*-Moor drückt sich in einer deutlichen negativen Korrelation der

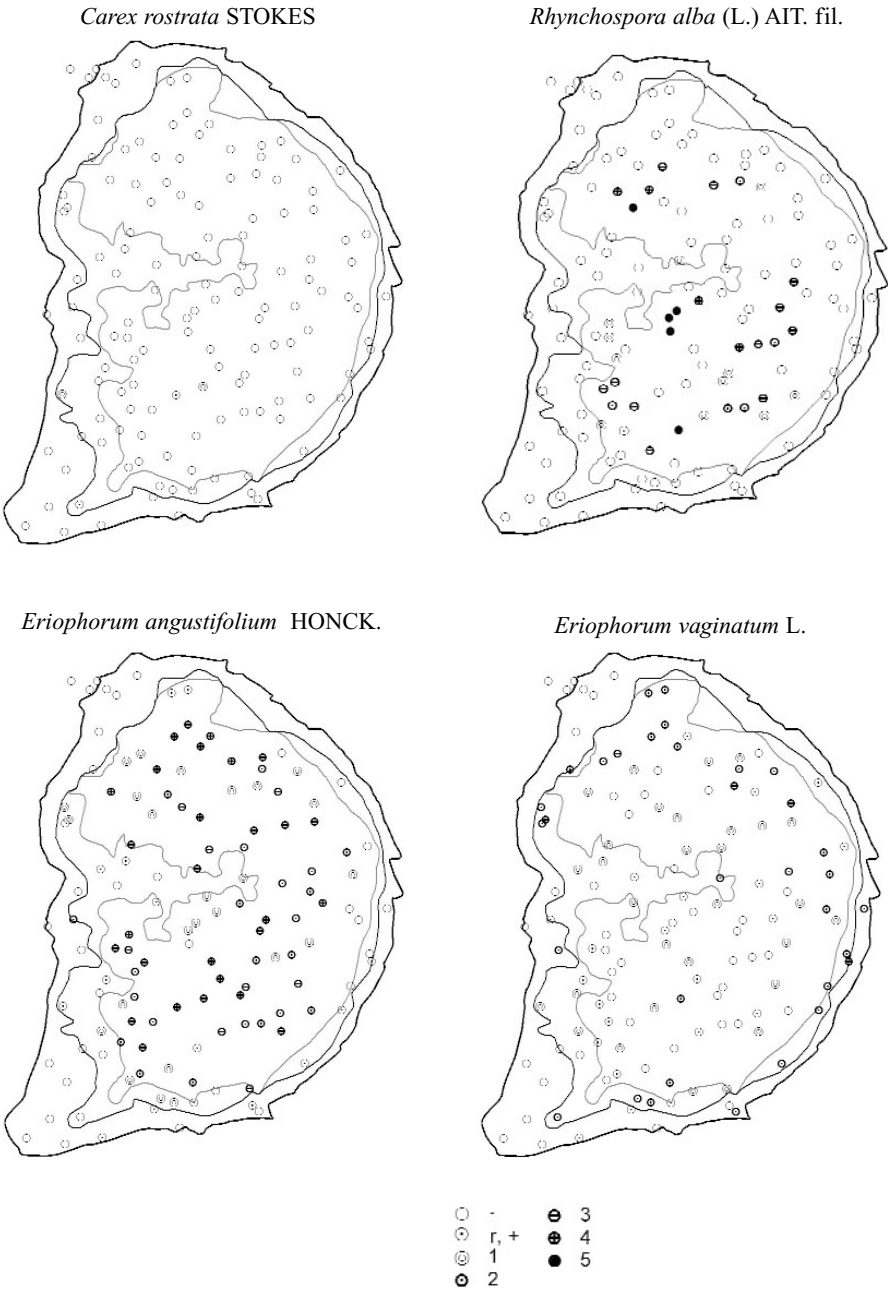


Abb. 6: Verbreitung ökologischer Indikatorarten im Moosfenn 2002
 Distribution of some ecologic marker species in the Moosfenn, 2002

beiden Deckungsgrade aus (Abb. 6). Das noch bis in die 50er Jahre dort dominante *Eriophorum vaginatum* ist jetzt an den Rand des Moosfenns zurückgedrängt worden. Die Art verträgt die dort höhere Beschattung und stärkere Austrocknung besser als *Eriophorum angustifolium*. Lediglich im Nordteil bei Punkt N dringt *Eriophorum vaginatum* etwas weiter ins *Sphagnum*-Moor vor.

Seit Mitte der 90er Jahre trocknete die Randzone im Moosfenn aus und die Grundwasserflurabstände stiegen auch im Moorzentrum, da die Schwingdecke stellenweise dem hangenden Torf aufsitzt. Die Schwankungen der Grundwasserflurabstände erhöhten sich mit abnehmender Elastizität und steigendem Substanzvolumen des Torfes (JOOSTEN 1993). Die Extreme sind daher am Rand größer als im Moorzentrum, weshalb dort eine stärkere Bewaldungstendenz (Uliginosa-Kiefern) zu beobachten ist.



Abb. 7: Auf gehölzarmen Flächen dominiert *Rhynchospora alba*
Rhynchospora alba is dominating tree-poor areas

3.3 Moorwasserchemismus

Wir stellen in Tabelle 5 alle für das *Sphagnum*-Moor und den Turfosa-Bereich verfügbaren Messungen zusammen. Nach dem Vorgehen von WEGENER (1980) haben wir nicht zwischen Turfosa-Zone und „eigentlichem Hochmoor“ bzw. *Sphagnum*-Moor unterschieden und die Werte aus der Literatur ggf. gemittelt. Die Messungen von MÜLLER-

Tab. 5: Analysen zur Wasserchemie im Moosfenn (N und P sind Gesamtkonzentrationen, NH₄-N, NO₃-N etc. jeweils die N-Werte dieser Ionen. Bei den Salzkationen sind stets die Gesamtwerte in Lösung angegeben. – TOC ist „total organic carbon“. – Flur: Grundwasserflurabstand in cm (Akkrotelmoberkante bis Wasserspiegel). – dA : diese Arbeit. MS 1-2-3: zunehmende Tiefe. – Kursiv: Werte der Messstelle 4 (MS 4); gleicher Tiefenbereich wie MS 2, aber anderer Ort.)

Concentration of main chemical water constituents (of nutrient elements and salts) (N and P are total contents, NH₄-N, NO₃-N etc. are content of N from these ions, resp., SO₄ and SiO₂ are the total ions. Salts are ions in solution. – TOC 'total organic carbon'. – Flur: water table depth. – dA: 'this work'. – MS 1-2-3: growing depth of sample analysed at Landesumweltamt. – italics: Values for test point 4: same depth as at point 2, but more central region. – The data from MÜLLER-STOLL ET AL (1991) have been transformed to mg N/l and mg P/l, resp., since values given there are for the full ions, evidently (cf. also MÜLLER-STOLL and GRUHL, 1959). – Our measurements from 2002 – 2004 are collected in groups sorted by depth below surface (MS 1, MS 2 and MS 4, MS 3)

Autor	Datum	Flur cm	pH	Ca mg/l	Cl mg/l	Fe mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Leitf. µS/cm	TOC mg/l	N mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	org_N mg/l	anorg_N mg/l	P mg/l	ortho_P mg/l	N/P mg/l	NH ₄ /P
1 Höll	00.06.28		3.9	3.2	4.0	0.56	6.0					-	-				0.67			18.13
2 Müller-Stoll Gruhl	17.12.58		4.0	2.6								4.08					0.22			
3 Müller-Stoll et al.	00.00.60		4.2	2.5	5.1	1.0	4.3	7.5				2.10	1.3				0.21			10.0
4 Pletsch	00.06.77		3.6	5.5	7.3							0.7	0.03				0.02			35
5 dA/Mietz	02.04.88		4.8									0.10					0.17			0.58
6 dA/Mietz	24.04.89										3.6						0.11			
7 dA/Mietz	13.05.89		3.6														0.07		52.4	
8 dA/Fischer	01.05.94				2.9		3.7													
9 dA/MS1	11.11.02	7	4.8	<0.7	8.0	0.77	<4.0	<0.05	41.6	130	6.4	0.41	0.05	0.07	5.92	0.53	0.27		23.54	1.50
10 dA/MS2	11.11.02	7	4.4	<0.7	7.6	1.30	<4.0	0.60	56.8	160	8.2	0.65	0.07	0.11	7.39	0.63	0.48		17.08	1.35
11 dA/MS3	11.11.02	7	4.3	<0.7	7.6	1.0	<4.0	2.99	70.5	230	18.3	1.77	0.10	0.34	16.1	2.21	1.20		15.25	1.47
12 dA/MS1	25.09.03	35				trocken			69	100	3.2	0.56	<0.01	0.02	2.58	0.58	trocken	0.117	26.7	4.67
13 dA/MS2	25.09.03	35	4.3	<0.05	9.1	1.39	11.3	1.9	70	176	11	0.49	0.15	0.01	10.15	0.65	0.714	0.070	15.4	0.68
14 dA/MS4	30.09.03	20	4.2	8.4	9.2	1.34	12.1	2.9	71	73.5	3.7	1.84	<0.01	0.02	1.80	1.9	0.077	0.070	48.1	23.9
15 dA/MS3	25.09.03	35	4.3	<0.05	10.4	0.82	10.7	3.9												
16 dA/MS1	03.02.04	9	4.3	<0.05	8.5	0.70	12.2	<0.05	39	46.2	5.7	0.43	0.11	0.023	5.18	0.56	0.233	0.073	24.8	1.87
17 dA/MS2	03.02.04	9	4.3	<0.05	8.9	1.23	12.9	<0.05	61	55.7	5.2	0.27	0.08	<0.01	4.86	0.35	0.13	0.049	39.4	2.04
18 dA/MS4	03.02.04	4	4.2	<0.05	8.6	0.49	195	<0.05	43	36.7	1.6	0.71	0.04	0.01	1.40	0.16	0.13	0.077	12.3	0.85
19 dA/MS3	03.02.04	9	4.3	<0.05	9.6	0.88	12.6	2.7	67	68.6	5.9	1.05	0.06	<0.01	4.79	1.1	0.12	0.026	49.6	8.8

STOLL et al. (1991) wurden vorher auf mg N/l und mg P/l umgerechnet, da in deren Tabelle trotz gegenteiliger Bezeichnung offensichtlich die Werte für NH_4^+ und PO_4^{2-} stehen (vgl. auch MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959). Für 2002-2004 sind alle unsere Messungen aus den verschiedenen Entnahmetiefen, jeweils als Gruppe zusammengefasst, aufgeführt.

Seit Beginn der Analysen (HÖLL 1928) wurden niedrige bis mittlere pH-Werte gefunden, die z. T. schon im subneutralen Bereich liegen. Die seit 2002 gemessene Leitfähigkeit als Maß der Gesamt-Ionenkonzentration weist bei allen Messungen die für oligotrophe Moore typisch niedrigen Werte auf. Die durchweg hohen Werte des Verhältnisses N(gesamt)/P(gesamt), ersatzweise $(\text{NH}_4^+\text{-N})/\text{P(gesamt)}$, deuten darauf hin, dass das Pflanzenwachstum phosphorlimitiert ist. Die Ergebnisse vom 30.09.2003 und 03.02.2004 für die Konzentrationen von P - bzw. SO_4^{2-} -Ionen der Messstelle 4 (MS 4) sind offensichtlich eine Störung im dortigen Milieu (Einträge durch Wildschweine?). Auffallend ist die extrem geringe Kalzium-Ionenkonzentration in den Messungen ab 2002.

MÜLLER-STOLL et al. (1991) fanden eine Abnahme der Ionenkonzentration im Mooswasser mit zunehmender Tiefe. Konzentrationen von NH_4^+ und PO_4^{2-} zeigten einen mehr (NH_4^+) oder weniger (PO_4^{2-}) deutlichen Trend. Unsere 3 Messreihen von 2002 bis 2004 weisen für die Hauptpflanzennährstoffe N und P sowie für die Salzionen uneinheitliche Trends aus. Eine signifikante Konzentrationserhöhung mit zunehmender Tiefe ist am 11.11.02 nach längerer Regenperiode für praktisch alle Komponenten festzustellen, was sich wohl auf einen Verdünnungseffekt zurückführen lässt. Die Gesamt-Ionenkonzentration (Leitfähigkeit) nimmt mit der Tiefe stets zu, im Trockenjahr 2003 ist das Gefälle praktisch Null.

4. Diskussion

Die mit Abnahme des Wasserkissens anhand der Vegetation feststellbare Oligotrophierung des Moosfenns (z. B. Rückgang: *Carex rostrata*, Zunahme: *Rhynchospora alba* und *Sphagnum magellanicum*) zeigt, dass die Filterung des Zuflusswassers aus dem Einzugsgebiet durch Torfmoose (CLYMO 1987, TIMMERMANN 1999) der entscheidende Faktor für die Nährstoffverarmung im Moor darstellt. Es kann angenommen werden, dass die Oligotrophierung umso effektiver funktioniert, je größer die Menge an lebender Torfmoossubstanz im Moor ist. Aufgrund der schwimmenden Torfmoosdecke im Moosfenn ist der Anteil lebender Torfmoossubstanz im Akrotelm sehr hoch.

Die Wirkung der Torfmoore auf die Oligotrophierung hat im Moosfenn offenbar größeren Einfluss auf den Nährstoffhaushalt als die prognostizierte Eutrophierung durch Stickstoffimmission (WEGENER 1980, GROßER 1981). Nach MERTEN (mündl. Mitteilung) hat sich in Brandenburg die N-Immission aus der Luft seit Anfang der 90er Jahre nicht

wesentlich verringert. Gegenüber Nitrat-Emissionen aus der Industrie hat seither die Bedeutung von Ammonium-Emissionen vor allem aus dem anwachsenden Kraftverkehr aber auch aus intensiver Viehhaltung zugenommen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Eutrophierung der Moore durch Phosphoreinträge eine Bedeutung haben könnte. Die atmosphärische Phosphat-Immission spielt in Brandenburg allerdings aufgrund geringer Konzentrationen eine untergeordnete Rolle (MERTEN 2003).

Bei Betrachtung aller für das Moosfenn vorliegenden Analysenergebnisse des Moorwassers ist zu berücksichtigen, dass im Laufe der Zeit mit unterschiedlichen Analyseverfahren und Probenahmetechniken gearbeitet wurde, die z. T. nicht mehr nachvollziehbar sind. Eine Vergleichbarkeit der Datensätze ist daher nur eingeschränkt gegeben. Für eine eingehende Betrachtung der gesamten Moorwasserchemie im Moosfenn fehlen Untersuchungen aus dem zufließenden Grundwasser, dem Niederschlag und eine ungestörte Porenwasserbeprobung für die P-Analyse.

Die Spannweite fast aller Parameter ist größer als eventuelle langzeitliche Trends, die von den hier nicht erfassten jahres- und tageszeitlichen Variationen und den nur grob zu berücksichtigenden örtlichen Unterschieden völlig überdeckt werden (vgl. auch MÜLLER-STOLL et al. 1991). Insbesondere sind Schwankungen der Stickstoff- und Phosphorwerte wohl mehr saisonal bedingt.

Die insgesamt erwartete Oligotrophierung kann mit dem vorliegenden Material nicht sicher bestätigt werden, tendenziell sind aber die Gehalte an Ammonium-Stickstoff und Phosphor im Wasser des Moosfenns gegenwärtig eher etwas niedriger als in den 20er bis 70er Jahren. Um Verdünnungseffekte zu minimieren, sollten für Langzeituntersuchungen möglichst Messungen aus tieferen Schichten herangezogen werden.

Eigene vegetationskundliche Beobachtungen aus dem Jahr 2003 in über 30 (z. T. ehemaligen) Torfmoosmooren zwischen Potsdam und Ferch zeigen, dass Eutrophierungstrends in Torfmoosmooren mit der Entwicklung zu eutrophen Vegetationsformen unter folgenden Voraussetzungen auftreten:

- stark durchströmte Moore mit hohem Wasseraustausch,
- Moore am Rande von Siedlungen bzw. Industriegebieten und
- Moore mit sonstigem menschlichen Einfluss (z. B. industrielle Geflügelhaltung).

Die Anfälligkeit gegenüber Nährstoffeinträgen steigt bei sinkenden Moorwasserständen. Ausgetrocknete Torfmoosmoore mit Kessellage in abgeschiedenen Waldgebieten bleiben allerdings oligo- bis mesotroph.

Das Verschwinden von *Scheuchzeria palustris* Ende des 19. bzw. Anfang des 20. Jahrhunderts und von *Carex limosa* Mitte des 20. Jahrhunderts kann sowohl mit der Me-

sotrophierung als auch mit einer Verfestigung der Schwingdecke in Verbindung gebracht werden. Die Verstärkung der Schwingdecke zieht im Allgemeinen höhere Grundwasserflurabstände nach sich und ist unserer Meinung nach dafür die Hauptursache. Auch die zunehmende Gehölzentwicklung seit Mitte des 20. Jahrhunderts ist eine Folge steigender Grundwasserflurabstände. Die zusätzliche Beschattung hemmt darüber hinaus lichtliebende Arten.

Für die paläoökologische Forschung in Kesselmooren können Eutrophierungstendenzen in der Chronologie der Moorbildung Hinweise auf stärkeren Wasserzustrom und allgemein eine günstigere Wasserhaushaltsituation geben.

Die Veränderungen im Randsumpf des Moosfenns liefen parallel zur Änderung des Wasserhaushalts im Moor ab. Es bestätigt sich die Bedeutung der Randsumpfausprägung zur Einschätzung des Moorzustandes. In Phasen besonders großen Wasserüberschusses bestand der Randsumpf aus einem geschlossenen Wasserring, der sich scharf zur Umgebung absetzte. Als Indikator für zumindest phasenhaft auftretende Wasserflächen ist *Calla palustris* gut geeignet. Die Art verschwand nach Austrocknung des Randsumpfes am schnellsten. Als Reste ehemaliger Randsumpfvegetation bleiben *Carex canescens* und *Lysimachia thyrsoiflora* noch längere Zeit erhalten.

Für das Moornwachstum günstige Klimabedingungen (hohe Luftfeuchtigkeit, geringe Verdunstung, hohe Grundwasserstände) wie in den feuchten 20er Jahren (THIENEMANN 1932) scheinen sich auf etwas gefestigten Moorflächen in vitalen Bultbildungen (*Sphagnum magellanicum*, *Polytrichum strictum*) bis ins Moorzentrum widerzuspiegeln. Bultbildende Moosarten reagieren allerdings bereits auf kurzfristige Trockenperioden mit Absterben und Verflachung der Bulte. Eine mäßige Gehölzbedeckung begünstigt das bultbildende *Polytrichum commune* am äußeren Rand des *Sphagnum*-Moores. Im *Sphagnum*-Moor dagegen konnten durch Gehölzbeschattung keine förderlichen Veränderungen bei den weniger austrocknungsresistenten Bultmoosarten *Polytrichum strictum* und *Sphagnum magellanicum* beobachtet werden. Gegenwärtig ist das Zentrum des Moores durch flache und im Vergleich zu Anfang des 20. Jahrhunderts geringere Bultbildung geprägt.

Dennoch kann festgestellt werden, dass trotz erheblicher Moornwasserspiegelsenkung im Moosfenn noch ein erhebliches Selbstregulationsvermögen existiert, was sich z. B. in der natürlichen Erhaltung von gehölzfreien Flächen ausdrückt. Das Moosfenn verdankt diese Eigenschaft der Elastizität des Torfkörpers und dem unterlagernden Wasserkissen.

5. Ausblick

Die Gefährdung des Moosfenns geht gegenwärtig allein von Defiziten im Wasserhaushalt aus. Der Nährstoffhaushalt ist demgegenüber ungestört. Für eine aktuelle Störung des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet des Moosfenns sprechen die fehlende Randzone, die wannenartige Vertiefung der Mooroberfläche und die allgemein zunehmenden Grundwasserflurabstände. Diese Beobachtungen könnten ein weiteres Indiz dafür sein, dass der Wasserhaushalt von Kesselmooren in den älteren Eisrandlagen der Jungmoräne mit vorherrschend durchlässigen sandigen Substraten direkt vom Gebietsgrundwasserstand abhängig ist.

Für das Moosfenn liegt dafür ein direkter Nachweis vor: Grundwassermessungen, kommentarlos mitgeteilt in LANDGRAF & NOTNI (2003) zeigen, dass das Grundwasser im mineralischen Untergrund unter dem jetzt trocknen *Juncus*-Sumpf (und nach Messungen seit 2003 auch an einer direkt im mineralischen Einzugsgebiet ca. 30 m vom aktuellen *Sphagnum*-Moorrand entfernten Stelle) auf etwa gleichem Niveau mit dem Moorwasserstand schwankt. Seit dem Höchststand 1988/89 ist der Wasserstand im *Sphagnum*-Moor und im *Juncus*-Sumpf um den gleichen Betrag gefallen.

Bei den Kesselmooren nahe Ferch und im Grunewald (ROWINSKY 1995) sowie dem Teufelsmoor in den Müggelbergen (KÖNIG & MENZEL 1994) wurden eindeutig Grundwasserabsenkungen durch Wasserfassungen als Ursache für deren Austrocknung verantwortlich gemacht. Der Einfluss von Grundwasserabsenkungen auf See- und Moorwasserspiegel in Binneneinzugsgebieten ist auch im Quellgebiet der Havel nachgewiesen worden (KAISER & ZIMMERMANN 1994). Auswertungen der Grundwasserganglinien von Pegeln des Landesumweltamtes Brandenburg seit Anfang der 70er Jahre belegen für Brandenburg deutlich fallende Trends insbesondere im Bereich des Beelitzer Sanders bis zum Baruther Urstromtal (LANDGRAF & KRONE 2002). Im gesamten Land Brandenburg lag danach die Absenkung in den Hochflächen deutlich höher als in den Niederungen. Die größten Absenkungen traten in den 1980er Jahren auf. Als Ursachen wurden neben klimatischen Trends Meliorationen, Wasserfassungen, Wasserbewirtschaftung, Bergbau und Rieselfeldbewirtschaftung ausgemacht.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine Störung des Wasserhaushaltes von Kesselmooren nicht immer ohne weiteres mit einer einmaligen Gebietsbegehung festgestellt werden kann, da schwankende Wasserstände sowohl saisonal als auch über Jahre hinweg natürlich sind. Die Gehölzentwicklung ist kein sicheres Kennzeichen eines gestörten Wasserhaushaltes, solche wurden in Profiluntersuchungen auch vor der Besiedlung Brandenburgs vielfach nachgewiesen (z. B. BRANDE et al. 1990, ROWINSKY 1995). Allerdings sind ältere Bruchwaldstadien in Zusammenhang mit stärker zersetztem Oberboden und hohem Substanzvolumen ein starkes Indiz dafür, dass eine Störung des Moorwasserhaushaltes vorliegt.

Langfristig ist der naturnahe Charakter des Moosfenns nur zu erhalten, wenn der gegenwärtig sinkende Trend des Moorwasserspiegels gestoppt und umgekehrt werden kann. Eine Wiederanhebung der Grundwasserstände in den Ravensbergen ist für die Erhaltung des Moosfenns das Fernziel. Um das zu erreichen, sind eine Reduzierung der Entwässerung im nahe gelegenen Springbruch, eine reduzierte Grundwasserentnahme in den umliegenden Wasserwerken und mittelfristig am wirkungsvollsten, der standortangepasste Waldumbau im Gebiet der Ravensberge und des Beelitzer Sanders sinnvoll. Kurzfristig sollte man im unmittelbaren Umfeld des Moores mit Waldumbau beginnen, wobei ein bewachsener Pufferstreifen unmittelbar am Moorrand zur Minderung des Oberflächenabflusses erhalten bleiben sollte. Zu fördern ist die Niederschlagsversickerung und der wichtige Zwischenabfluss. Nach BOLTE et al. (2001) können durch den Umbau naturferner Kiefernforsten zu Mischwäldern in Ostdeutschland die höchsten relativen Sickerungsgewinne von bis zu 30 % der heutigen Grundwasserneubildungsrate erzielt werden, wodurch eine erhebliche Verbesserung des angespannten Landschaftswasserhaushaltes erreicht würde.

5. Literaturverzeichnis

- BOOTH, R. K., JACKSON, S. T. & GRAY, C. E. D. (2004): Paleocology and high-resolution paleohydrology of a kettle peatland in upper Michigan. *Quaternary Research* **61**, 1 – 13.
- BRANDE, A., HOELZMANN, P. & KLAWITTER, J. (1990): Genese und Paläoökologie eines brandenburgischen Kesselmoores. *Telma* **30**: 27 – 54; 9 Abb.; Hannover.
- BOLTE, A., WOLFF, B. & ANDERS, S. (2001): Tiefensickerung in Abhängigkeit von realer und natürlicher Waldbedeckung – Eine bundesweite Modellstudie, Vortrag in Eberswalde am 25.10.2001.
- CLYMO, R. S. (1987): Interactions of *Sphagnum* with water and air. – In: HUTCHINSON, T. C. & MEEMA, K. M. (1987): Effects of atmospheric pollutants on forests, wetlands and agricultural ecosystems. NATO ASI Series, Series G, Ecological Sciences **16**: 513 – 529.
- LINDNER-EFFLAND, M. (2002): Vegetation und Stratigraphie von *Sphagnum*-Mooren in der Jungmoräne Schleswig-Holsteins, Mecklenburg-Vorpommerns und Südjütlands, 175 S., Dissertation am Bot. Inst. d. Universität Kiel.
- FISCHER, W. & PÖTSCH, J. (1994): Ravensberge und Springbruch bei Potsdam. – In: Botanische Wanderungen Berlin und Brandenburg: 43 – 45; Leipzig, Jena, Berlin.
- GROßER, K.-H. (1981): Behandlungsrichtlinie für das NSG „Moosfenn“. unveröff. im Schutzgebietskataster des Landesumweltamtes Brandenburg / Referat Ö2, Potsdam, Michendorfer Chaussee.
- GRUHL, K. (1948): Moosfenn. Beobachtungen bei den Besuchen am 07. und 10.08.1948. Manuskript im Schutzgebietskataster des Landesumweltamtes Brandenburg / Referat Ö2, Potsdam, Michendorfer Chaussee: 3 Seiten.
- GRUHL, K. (1956): Beobachtungen im Naturschutzgebiet Moosfenn bei Potsdam. – *Märkische Heimat* **2** (5): 16-21; Potsdam.

- GRUHL, K. (1957): Ein Bericht über das Naturschutzgebiet „Moosfenn“ bei Potsdam. Manuskript im Schutzgebietskataster des Landesumweltamtes Brandenburg / Referat Ö2, Potsdam, Michendorfer Chaussee: 39 Seiten.
- HÖLL, K. (1928): Studien über den Einfluss chemischer und physikalischer Faktoren auf die Verbreitung der Dinoflagellaten im Süßwasser.- Pflanzenforsch. **11**: 47; Jena.
- HUECK, K. (1925): Vegetationsstudien auf brandenburgischen Hochmooren. – Beitr. zur Naturdenkmalpflege **13**: 1 – 229; Berlin.
- HUECK, K. (1926): Die Naturschutzgebiete Preußens. Das Moosfenn in der Forst Potsdam. – Beitr. zur Naturdenkmalpflege **11**: 29-31; Berlin.
- JOOSTEN, H. (1993): Denken wie ein Hochmoor: Hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedervernässung und Restauration, Telma **23**: 95 – 115; Hannover.
- KAISER, K. & ZIMMERMANN, A. (1994): Physisch-geographische Untersuchungen an Mooren und Seen im Havelquellgebiet (Müritz-Nationalpark). Naturräumliches Inventar, jüngere Landschaftsgeschichte und Raumnutzung einer mecklenburgischen Seenlandschaft. - Berichte Bayer. Ak. Naturschutz u. Landschaftspflege **18**: 147 – 173.
- KÖNIG, P. & MENZEL, M. (1994): Teufelssee und Teufelsmoor in den Müggelbergen (Berlin-Köpenick) Veränderungen von Flora und Vegetation unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserverhältnisse, Berliner Naturschutzblätter **38**: 5 – 53; Berlin.
- KOSKA, I. (2002): Vegetationskundliche Kennzeichnung von Mooren. – In: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde: 112 – 184, Stuttgart (Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung).
- KRAUSCH, H.-D. (1969): In: (AUTORENGRUPPE) Das Moosfenn. – In: Potsdam und seine Umgebung: 152 – 158; Berlin (Akademie-Verlag).
- LANDGRAF, L. & KRONE A. (2002): Wege zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes in Brandenburg, GWF **5**: 435 – 444, München (Oldenbourg Verlag).
- LANDGRAF, L. & NOTNI, P. (2003): Das Moosfenn bei Potsdam – Langzeitstudie zu Genese und Wasserhaushalt eines brandenburgischen Kesselmoores. Telma **33**: 59 – 83; Hannover.
- MERTEN, O. (2003): Versauerungserscheinungen in quartären Lockergesteins-Grundwasserleitern unter besonderer Berücksichtigung atmosphärischer Stoffeinträge. Landesumweltamt Brandenburg. Studien und Tagungsberichte **45**: 1-66.
- MÜLLER-STOLL, W. R. & GRUHL, K. (1959): Das Moosfenn bei Potsdam. Vegetationsmonographie eines märkischen Naturschutzgebietes. – Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Potsdam. Math.-Naturw. Reihe **4**, 2: 151 – 180, Potsdam.
- MÜLLER-STOLL, W. R., OVERBECK, J. & NAUMANN, M. (1991): Pedologische Studien im Naturschutzgebiet Moosfenn bei Potsdam. – Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg **124**: 61 – 70.
- NEUBAUER, M., HANKE, K., FRANZ, M. SCHLESINGER, F. & HAGEN, J.-U. (1981): Bestimmungsschlüssel für die Pflanzen des Naturschutzgebietes „Moosfenn bei Potsdam“, erarbeitet von einer Schülergruppe der EOS 4 Potsdam, Manuskript unveröffentlicht im Schutzgebietskataster des Landesumweltamtes Brandenburg / Referat Ö2, Potsdam, Michendorfer Chaussee, 10. S.

- NOTNI, G. (1989): Pflanzenaufnahme im Moosfenn 1988/89, Manuskript unveröffentlicht, 2 S.
- NOTNI, P. & NOTNI, G. (2002): Das Moosfenn – Ein Naturschutzgebiet vor den Toren Potsdams. – Naturschutzmitteilungen 2001/2002. NABU, Kreisverband „Havelland“ Potsdam: 4 – 7; Potsdam .
- PIETSCH, W. (1977): NSG Moosfenn – Einschätzung des Moorchemismus. unveröff. im Schutzgebietenkatalog des Landesumweltamtes Brandenburg / Referat Ö2, Potsdam, Michendorfer Chaussee. – 5 S.
- ROWINSKY, V. (1995): Hydrologische und stratigraphische Studien zur Entwicklungsgeschichte von Brandenburger Kesselmooren. – Berliner Geographische Abhandlungen **60**, 155 S., 38 Abb., 28. Tab.; Berlin.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – 622 S.; E. Schweizerbart, 2. Auflage, Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung)
- THIENEMANN, A. (1932): Schwankungen des Grundwasserstandes in Norddeutschland während der letzten Jahrzehnte, Archiv für Hydrobiologie Stuttgart **24**: 345 – 428.
- TIMMERMANN, T. (1999): Sphagnum-Moore in Nordostbrandenburg: Stratigraphisch-hydrodynamische Typisierung und Vegetationswandel seit 1923. – Dissertationes Botanicae **305**: 175 S., 52 Abb., 22 Tab; Berlin, Stuttgart (Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung).
- TIMMERMANN, T. (2003): Hydrologische Dynamik von Kesselmooren und ihre Bedeutung für die Gehölzentwicklung. Telma **33**: 85-107; Hannover.
- ULBRICH, E. (1922): Das Sander- und Stauchmoränengebiet südlich von Potsdam. – Verh. bot. Ver. Brandenburg **64**: 230 – 237.
- WEGENER, U. (1980): Das Moosfenn bei Potsdam – aktuelle Vegetationsveränderungen in einem Naturschutzgebiet. – Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg, **16**, 3: 86 – 95; Potsdam.
- WOLTERS, S. (2002): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Landschaftsentwicklung in der Döberitzer Heide (Brandenburg). – 157 S., Dissertationes Botanicae **366**; Stuttgart.

Anschrift der Verfasser:

Lukas Landgraf
Landesumweltamt Brandenburg
Referat GR 2
Berliner Straße 21-25
D-14467 Potsdam
Email: lukas.landgraf@lua.brandenburg.de

Peter Notni
Leo-Sachse-Str. 97
D-07749 Jena

Manuskript eingegangen am 11. Juni 2004