

Pedologische Studien im Naturschutzgebiet Moosfenn bei Potsdam

Wolfgang R. Müller-Stoll, Jürgen Overbeck, Manfred Naumann *

1. Einleitung
2. Wasserstand im Moosfenn
 - 2.1 Wasserstands-Schwankungen
 - 2.2 Wasserkissen unter dem Moosfenn
3. Pedologische Untersuchungen
 - 3.1 Proben-Entnahme und Vorbehandlung
 - 3.2 Analytische Methoden
 - 3.3 Ergebnisse der Wasser-Untersuchungen im Moor
 - 3.4 Chemismus des Torfbodens
4. Literatur

Zusammenfassung

Das Moosfenn bei Potsdam wird bezüglich der Eigenschaften des Wassers in den oberen Bodenschichten bis zu 1,2 m Tiefe untersucht. Der Gehalt an Mineralstoffen nimmt von Flachmoor- über die Uliginosa- und Turfosa-Zone bis zum zentralen Hochmoor ab; auch in vertikaler Hinsicht nehmen die Mineralstoffe von oben nach unten im allgemeinen ebenfalls ab. Sauerstoff ist nur in den obersten Schichten enthalten, in den anaeroben Schichten ist indessen Schwefelwasserstoff vorhanden.

Summary

Pedological Studies in National Reserve Trust Property Moosfenn near Potsdam

The so called Moosfenn near Potsdam was investigated with regard to properties of water in the upper layers of turf down to a depth of 1,2 m. The content in mineral substances decreased from the fen margins area over Uliginosa and Turfosa area towards central bog; also in vertical direction the content of mineral substances diminished commonly downwards. Oxygen is only present in the uppermost layer; in the anaerobic layer hydrogen sulfide occurs.

* In memoriam HANS STUBBE 7.3.1902 - 13.5.1989

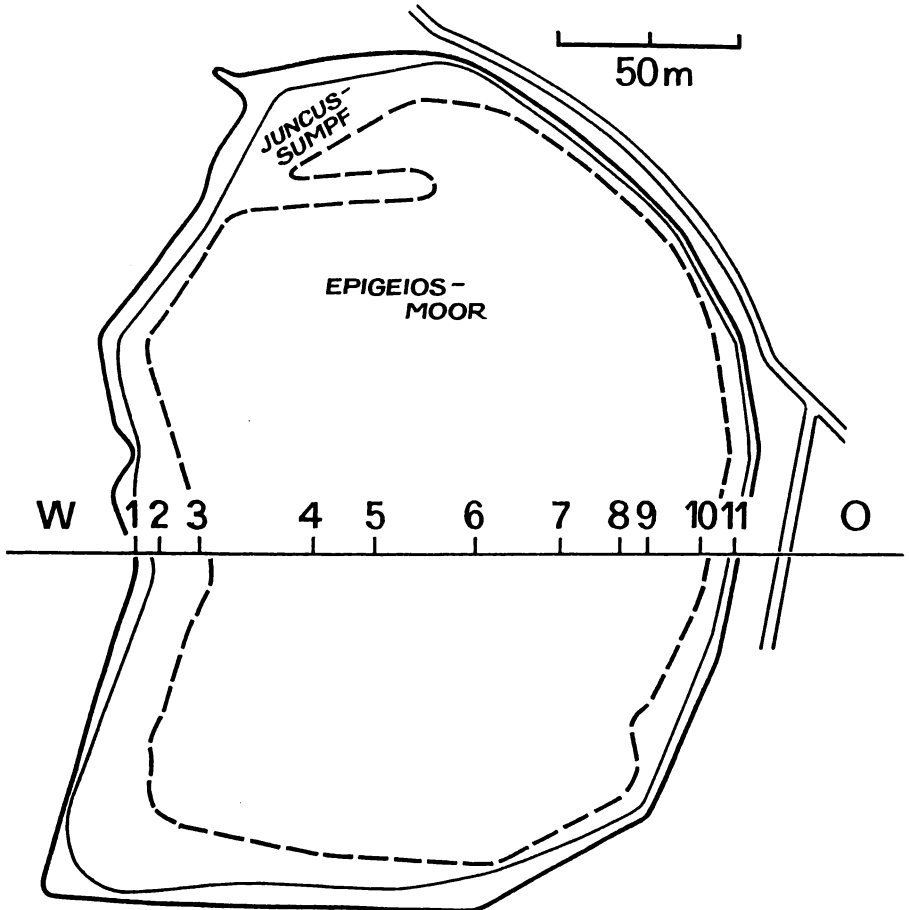
1. Einleitung

Das Moosfenn liegt in einem Moränenkomplex am Fuße der Ravensberge südlich von Potsdam; es ist nach einer Vermessung von 1865 3,14 ha groß und steht seit 1916 unter Naturschutz. Es gehört zu den Verlandungs-Hochmooren und trägt bereits eine geschlossene *Sphagnum*-Decke; die wichtigsten Torfmoose sind *Sphagnum recurvum* mit den zwei Unterarten *mucronatum* und *amblyphyllum* und *Sph. fallax*. Hauptsächlich in der Nähe des Randes befinden sich Bulten von *Polytrichum commune* von verschiedener Ausdehnung, im Innern des Moores von *P. strictum*. Im nordöstlichen Teil dringt *Sphagnum magellanicum* in das Moor ein. Fast lückenlos überzieht *Carex rostrata* das Moor; *Eriophorum vaginatum* und *E. angustifolium* sind jetzt meist nur spärlich vertreten, ebenso auch *Drosera rotundifolia*. *Rhynchospora alba* kommt nur im zentralen Teil und *Oxycoccus palustris* meist nur im nördlichen Bezirk vor. Eingestreut sind *Dryopteris austriaca*, *D. cristata* und *Carex canescens*. Von den in der Flachmoor-Zone auftretenden Pflanzen seien nur *Calla palustris*, *Juncus effusus*, *Agrostis canina* und *Lysimachia thyrsiflora* genannt. Die Vegetation des Moosfenns haben MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) ausführlich behandelt; außer den dort genannten Arten wurden auch *Solanum dulcamara* und *Carex echinata* in der Flachmoorzone gefunden. Auf den Bulten und an den Kiefernstämmen haben sich einige *Cladonia*- und *Hypogymnia*-Arten angesiedelt. Die Namen der höheren Pflanzen richten sich nach ROTHMALER (1982).



Abb. 1: Zentrales Hochmoor im Moosfenn mit kleinen, kaum 1 m hohen Krüppel-Kiefern der fo. *turfosa*.

Abb. 2: Moosfenn bei Potsdam; eingezeichnet ein Schnitt quer durch das Moor vom Westen (W) nach Osten (O), an welchem die Höhe des Wasserkissens unter der Moos-Decke gemessen wurde. Es bedeutet: 1 = Außenrand der Flachmoor-Zone, 2 = Flachmoor-Zone, 3 = Uliginosa-Zone, 4 = Turfosa-Zone, 5 = zentrales Hochmoor, 6 = zentrales Hochmoor, 7 = Turfosa-Zone, 8 = Turfosa-Zone, 9 = Turfosa-Zone, 10 = Uliginosa-Zone, 11 = Flachmoor-Zone.



Bei den Kiefern im Moosfenn sind nach der Wuchsform *Pinus sylvestris* fo. *turfosa* und fo. *uliginosa* zu unterscheiden. Erstere ist eine Hungerform im zentralen Hochmoor (Abb. 1) und in einem als Turfosa-Zone bezeichneten, mehr oder weniger breiten Streifen um das Fenn. Als Uliginosa-Zone bezeichnen wir einen Ring um das Moor in einer Breite von 2-25 m, durchschnittlich von etwa 5 m. Nach außen schließen die gehölzfreie Flachmoorzzone und der Randstreifen an (Abb. 2). Über die sehr unterschiedliche Benadelung der fo. *turfosa*, fo. *uliginosa* und der normalen Waldkiefer in der Umgebung finden sich Abbildungen bei MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959: 169).

2. Wasserstand im Moosfenn

2.1 Wasserstands-Schwankungen

Das Moor liegt in einer tiefen Senke und ist abflußlos. Neben den jahreszeitlich bedingten Schwankungen wurden seit Beginn der Beobachtungen (etwa 1910) wiederholt starke Veränderungen des Wasserspiegels beobachtet (MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959). In der Zeit als diese Arbeit durchgeführt wurde (Mai 1958 bis Oktober 1959) senkte sich zunächst der Wasserspiegel und die Stubben in der Randzone ragten 30-40 cm aus der Moosdecke heraus, so daß man den Abfall des Wasserspiegels mit etwa 40 cm veranschlagen muß. Das hatte zur Folge, daß die sog. Randzone trocken wurde. Die Breite dieser Zone ist abhängig vom Gefälle des Geländes und beträgt meistens 2-4 m, nur an der SW-Ecke etwa 8 m; im NW lag Ende 1958 und 1960 der ganze "*Juncus*-Sumpf" trocken. Diese Austrocknung führte zu einer Ausbreitung von *Lysimachia thyrsiflora* und die Bestände von *Calla palustris* gingen in der Flachmoorzzone stark zurück.

Im Dezember 1959 wurde im Westen am Rande des Moosfenns ein provisorischer Pegel angebracht und der zu dieser Zeit bestehende Wasserstand gleich Null gesetzt. Bis zum 31.1.1960 stieg der Wasserspiegel um 7 cm, sank aber dann bis zum 8.7.1960 um 8,5 cm; der Wasserspiegel wurde somit in dieser Zeit um 15,5 cm bewegt. In der Folgezeit stieg er durch hohe Niederschläge im Herbst 1960 bis zum 4.4.1961 wieder auf + 20 cm (Tab. 1). Vom Dezember 1959 bis zum Dezember 1960 fielen an Niederschlägen 657 mm; berücksichtigt man, daß der Wasserstand in diesem Zeitraum (17.12.1959 - 30.11.1960) um 2,5 cm zunahm, so ergibt sich, daß von den Niederschlägen 632 mm wieder verdunsteten und zusätzlich noch das zufließende Wasser der Hänge, wovon mit 425 mm der größte Teil auf den wärmeren Zeitraum vom 30.3. bis 6.9.1960 entfällt.

Pegelschwankungen		Niederschläge in mm	
17.12.1959	0,0	Dezember	57
31.01.1960	+ 7,0	Januar	51
-	-	Februar	18
30.03.1960	+ 5,0	März	15
19.04.1960	+ 3,0	April	26
27.05.1960	- 2,5	Mai	31
17.06.1960	- 5,0	Juni	62
08.07.1960	- 8,5	Juli	75
-	-	August	81
06.09.1960	- 8,0	September	21
31.10.1960	+ 2,5	Oktober	138
-	-	November	82
-	-	Dezember	69
-	-	Januar	47
-	-	Februar	47
12.03.1961	+ 15,0	März	54
04.04.1961	+ 20,0	April	71

Tab. 1: Pegelschwankungen im Moosfenn und monatliche Niederschläge von Potsdam (Telegraphenberg, 3 km nördlich vom Moosfenn)

2.2 Wasserkissen unter der Moosdecke

Die Tiefe des Moores nimmt vom Rand her rasch zu. Messungen mit einer 4 m langen Stange ergaben, 20 m vom W-Rand entfernt, 3,80 m, 30 m vom O-Rand 3,60 m; bei weiterer Entfernung vom Rande wurde mit der Stange kein Grund mehr erreicht. Unter einer verschieden starken Torfschicht befindet sich ein "Wasserkissen". Seine Höhe wurde mit einer Stange ermittelt, an welcher ein Hebelarm angebracht war; dieser konnte nach Durchstoßen der oberen Torfschicht mit Hilfe eines Drahtes in eine waagerechte Stellung gebracht werden. Durch Auf- und Abbewegen der Stange konnte die Höhe des Wasserkissens ermittelt werden (Abb. 3).

Unter einer Torfschicht von 0,8-2,0 m Dicke, die in der Mitte des Moosfenns am stärksten ist, war das darunter liegende Wasserkissen 0,3-1,0 m mächtig und zwar am 12.9.1959. Die Wasserschicht unter der *Sphagnum*-Decke ist selbstverständlich nicht das Jahr über von gleicher Höhe, sie schwankt mit dem Wasserstand im Moor (Abb. 4) je nachdem, wieviel Wasser zufließt oder verdunstet. Die Wasserschicht wurde auf einer Linie quer durch das Moosfenn

an 11 Stellen ermittelt (Abb. 2). Möglicherweise ist das Wasserkissen erst nach 1918 entstanden, indem die obere, mit Wurzeln verfestigte Decke durch das steigende Wasser gehoben wurde. Um Reste eines ursprünglichen Restsees handelt es sich bestimmt nicht, denn sonst wäre das Wasserkissen inmitten des Moores am schwächsten. Es ist gerade umgekehrt der Fall (Abb. 3). Eine schematische Darstellung der Randzone des Moosfenn bei niedrigem und hohem Wasserstand findet sich in Abb. 4. Bei MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) heißt es, daß im Moosfenn die Oberfläche bei Betreten zwar schwankt, aber daß darunter das Torfsubstrat fest sei; daß sich unter der Moosdecke ein Wasserkissen befindet, auf welchem die obere Decke über das ganze Moor hinweg schwimmt, war uns damals noch nicht bekannt. In diesem Zusammenhang spielt das häufige Vorkommen von *Carex rostrata* eine Rolle; die Sippe wird von HUECK (1925, 1929) nicht für das Eriophoro (vaginati)-Sphagnetum recurvi genannt. Sie ist jedoch heute weit verbreitet und erreicht mittlere bis höhere Abundanz-Werte; die Gesellschaft wurde von MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) als Subass. von *Carex rostrata* (= *inflata*) bezeichnet. Vielleicht liegt jedoch bei HUECK (1926) eine Verwechslung mit *Carex vesicaria* vor; nach Lage der Umstände möchten wir das jedoch ausschließen.

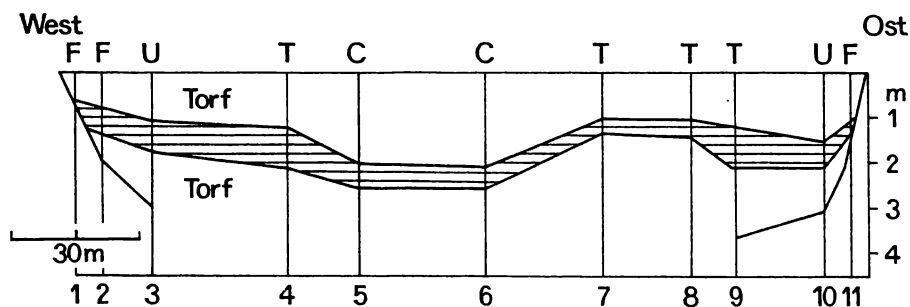


Abb. 3: Wasserkissen unter der Moos-Decke des Moosfenns auf einer Linie quer durch das Moor (vgl. Abb. 2). Es bedeuten: F = Flachmoor-Zone, U = Uliginosa-Zone, T = Turfosa-Zone, C = zentrales Hochmoor.

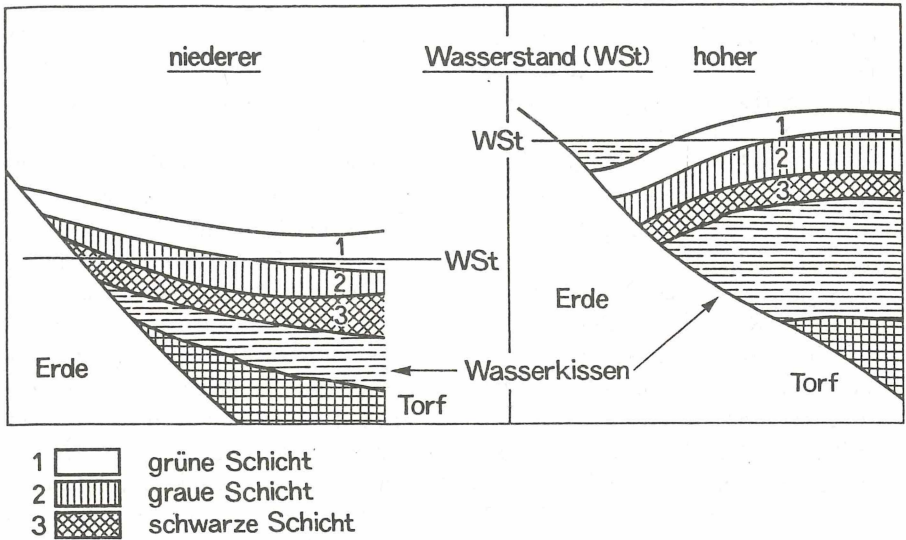


Abb. 4: Randzone des Moosfenn (schematisch) bei niederem und hohem Wasserstand; 1 = grüne Schicht, 2 = graue Schicht, 3 = schwarze Schicht.

3. Pedologische Untersuchungen

3.1 Proben-Entnahme und Vorbehandlung

Die Proben wurden im Sommer zwischen 6.00 und 8.00 Uhr, im Winter zwischen 7.00 und 9.00 Uhr entnommen, wobei mindestens einen Tag vorher keine wesentlichen Niederschläge fielen. Die Proben für die monatlichen Untersuchungen aus den grauen und schwarzen Torfschichten wurden durch Auspresen des Substrats gewonnen. Das Wasser aus den tieferen Schichten wurde mit einem Spezialgerät gewonnen, das aus Glasröhren von 2 cm Durchmesser und einer Länge von 40 und 100 cm bestand; die Rohre waren am Ende verschlossen, hatten aber an den Seiten Bohrungen von 3 mm Durchmesser. Das Rohr wurde nach Einführung in die entsprechende Tiefe mit einer 1 l-Flasche verbunden; zum Ansaugen des Wassers benutzten wir eine umgebaute Luftpumpe; zwischen Flasche und Pumpe wurde ein Dreiwegehahn zwischengeschaltet. Vor der Analyse wurde das Wasser durch gehärtete Filter gegeben.

3.2 Analytische Methoden

Untersucht wurden, meist nach den Einheitsvorschriften von HAASE (1954), folgende Wassereigenschaften: Eindampfrückstand und Glührückstand sowie auf rechnerischem Weg der Glühverlust wurden durch Eindampfen und Glühen, das Säurebindungs-Vermögen (SBV = Alkalität) durch Titration mit HCl gegen Methylorange ermittelt. Der Permanganat-Verbrauch wurde durch Oxidation der organischen Substanz mit KMnO_4 -Lösung und Rücktitration mit der gleichen Lösung nach Zugabe von Oxalsäure, der pH-Wert durch elektrometrische Messung mit der Glaselektrode bestimmt. Die Bestimmung des Ca-Gehaltes geschah durch Ausfällung mit Ammoniumoxalat, der NH_4 -Gehalt mit NESSLER's-Reagenz am Pulfrich-Photometer; die Prüfung auf Nitrit wurde mit Sulfanil-Säure- und α -Naphthylamin-Lösung ebenfalls am Pulfrich durchgeführt. Der Gehalt an Gesamt-Phosphat und anorganischem Phosphat wurde mit Ammonium-Molybdat-Schwefelsäure und SnCl_2 -Lösung gleichfalls am Pulfrich ermittelt (OHLE 1938); das gebundene Phosphat wurde berechnet. Der O_2 -Gehalt des Wassers wurde mit der WINCKLER-Methode bestimmt. Der Schwefelwasserstoff wurde quantitativ über Cadmiumsulfid jodometrisch ermittelt, ferner qualitativ mit der Silberstab-Methode, wobei die Stäbe 24 h im Moor steckten.

3.3 Ergebnisse der Wasser-Untersuchungen im Moor

Der Eindampfrückstand betrug im Sommer etwa doppelt soviel wie in den Wintermonaten, und zwar sowohl im zentralen Hochmoor als auch in der Uliginosa-Zone. Das gleiche gilt auch für den Glührückstand, jedoch sind die jahreszeitlichen Unterschiede nicht so ausgeprägt (Abb. 5).

Der Glühverlust war dagegen in der Sommerzeit in der Uliginosa-Zone nur etwa um $1/4$ größer als im zentralen Moor; im Winter war er mit etwa 140 mg/l in beiden Fällen völlig ausgeglichen (Abb. 5). Aus der Uliginosa-Zone sind die Glührückstände dunkler als in der Turfosa-Zone oder im zentralen Hochmoor, was auf einen größeren Eisengehalt schließen läßt. Auf jeden Fall ist die Uliginosa-Zone reicher an Mineralstoffen als die inneren Teile; der Glühverlust liegt für die Uliginosa-Zone mit 200 mg/l höher als die Mittelwerte für die Turfosa-Zone mit etwa 130-150 mg/l und des zentralen Moors mit 135 mg/l. Das Säurebedingungsvermögen zeigt, daß die Uliginosa-Zone ein höheres SBV aufweist als die Turfosa-Zone und das zentrale Moor; im Winter wurde mit fast 0,3 ml 0,1n HCl in der Uliginosa-Zone der höchste Wert gemessen. Nach einem starken Einbruch im Frühjahr erreichen die Sommerwerte fast die Größe des winterlichen SBV. Im zentralen Hochmoor liegen die Werte niedriger, zeigen aber den gleichen Trend (Abb. 5). Die beiden oberen Torfschichten wiesen einen Permanganat-Verbrauch auf, welcher die Polystufe von HÖLL (1928) teilweise übertrifft; mit zunehmender

Tiefe nahm er jedoch ab. In der Turfosa-Zone und im zentralen Moor war der Abfall nur gering. Die Flachmoor- und Uliginosa-Zone hatten einen eindeutig höheren KMnO_4 -Verbrauch; das trifft besonders für die oberen Bodenschichten zu. In der Flachmoor-Zone war er jedoch nach unten hin noch recht hoch (Tab. 2). Im Winter war der KMnO_4 -Verbrauch in der Uliginosa-Zone mit etwa 250-288 mg/l nur wenig größer als im zentralen Moor, wohingegen im Sommer mit 350-400 mg/l gegenüber etwa 300 mg/l die Differenzen etwas größer waren (Abb. 5).

In der grauen und schwarzen Torfschicht herrschte im zentralen Moor in der Sommerzeit ein pH-Wert von etwa 3,3-3,8; im Winter dagegen rückte er gegen den Neutralpunkt und betrug in der gleichen Zone nur noch 5,0-5,5. Die übrigen Zonen lagen etwas darüber; in der Uliginosa-Zone betrug der Wert im Winter etwa 5,5-5,8, in der Sommerzeit war jedoch die Azidität erheblich größer, pH = 3,5-4,0 (Abb. 6). Die Durchschnittswerte betrugen in allen Zonen an der Oberfläche pH = 3,5-3,7 und in der Tiefe bei -100 cm um 4,25-5,0 (Tab. 2).

Der Gehalt an Calcium (Ca) wies in der Uliginosa-Zone in der Sommerzeit einen sprunghaften Anstieg auf: 7,5-9,0 mg/l; im zentralen Moor blieb er jedoch wesentlich niedriger und blieb sommers und winters bei Gehalten von nur 1,5 bis etwa 3 mg/l. In der Turfosa-Zone betrug der Ca-Gehalt etwa 2,5-3,25 mg/l. Der Ammonium-Gehalt des Moosfenn war in der obersten Bodenschicht der Flachmoor- und Uliginosa-Zone am höchsten und fiel zur Moor-Mitte deutlich ab von 6,5-7,1 auf 2,8-4,5, ohne jedoch die Polystufe von HÖLL (1928) wesentlich zu unterschreiten. Nach unten zu fiel der Ammonium-Gehalt ebenfalls ab und erreichte in der Flachmoor-Zone Werte um 3-4 mg/l, im zentralen Hochmoor jedoch von 2,2 mg/l; Uliginosa- und Turfosa-Zone brachten bei -100 cm noch 2,0-2,6 mg/l (Tab. 2).

Im Jahresverlauf lag der NH_4 -Gehalt der Uliginosa-Zone im Sommer und Herbst 1959 bei 3,5-4,5 mg/l, im Sommer 1960 stieg er jedoch bis über 7 mg/l an; im dazwischen liegenden Winter sank er jedoch fast auf 2 mg/l ab. Das zentrale Moor lag stets unter den Werten für die Uliginosa-Zone, erreichte aber im Sommer Werte von 4-4,5 mg/l, im Winter gleichen sich beide Zonen einander an mit Werten um 2,0 mg/l (Abb. 6). Die Turfosa-Zone lieferte Werte im Durchschnitt um 2,7-3,5 mg/l. Nitrit wurde nirgends gefunden.

Abb. 5: Eindampf- und Glührückstand, Glühverlust, Säurebindungs-Vermögen (SBV) und Permanganat-Verbrauch im zentralen Hochmoor (Strich) und in der Uliginosa-Zone (gestrichelt) in der Zeit vom Juli 1959 bis November 1960.

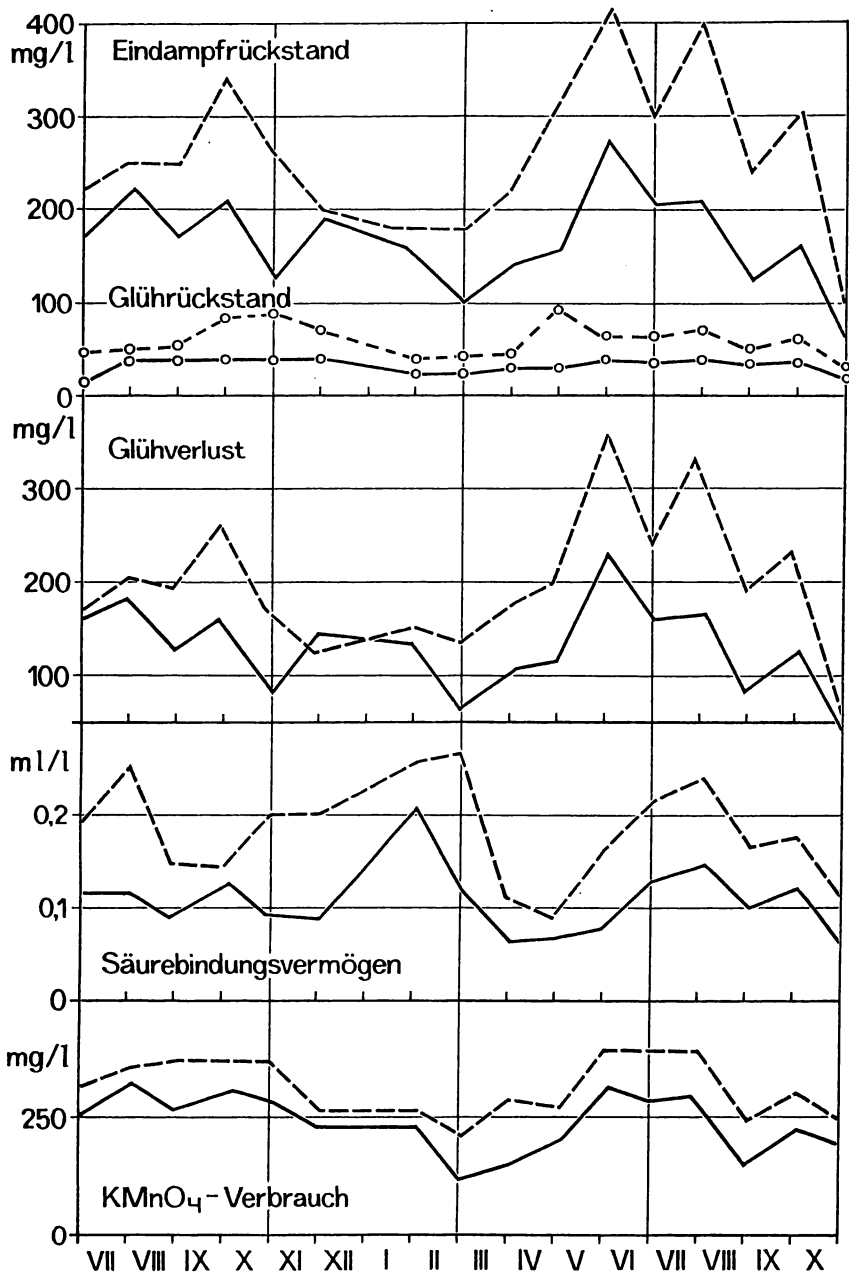
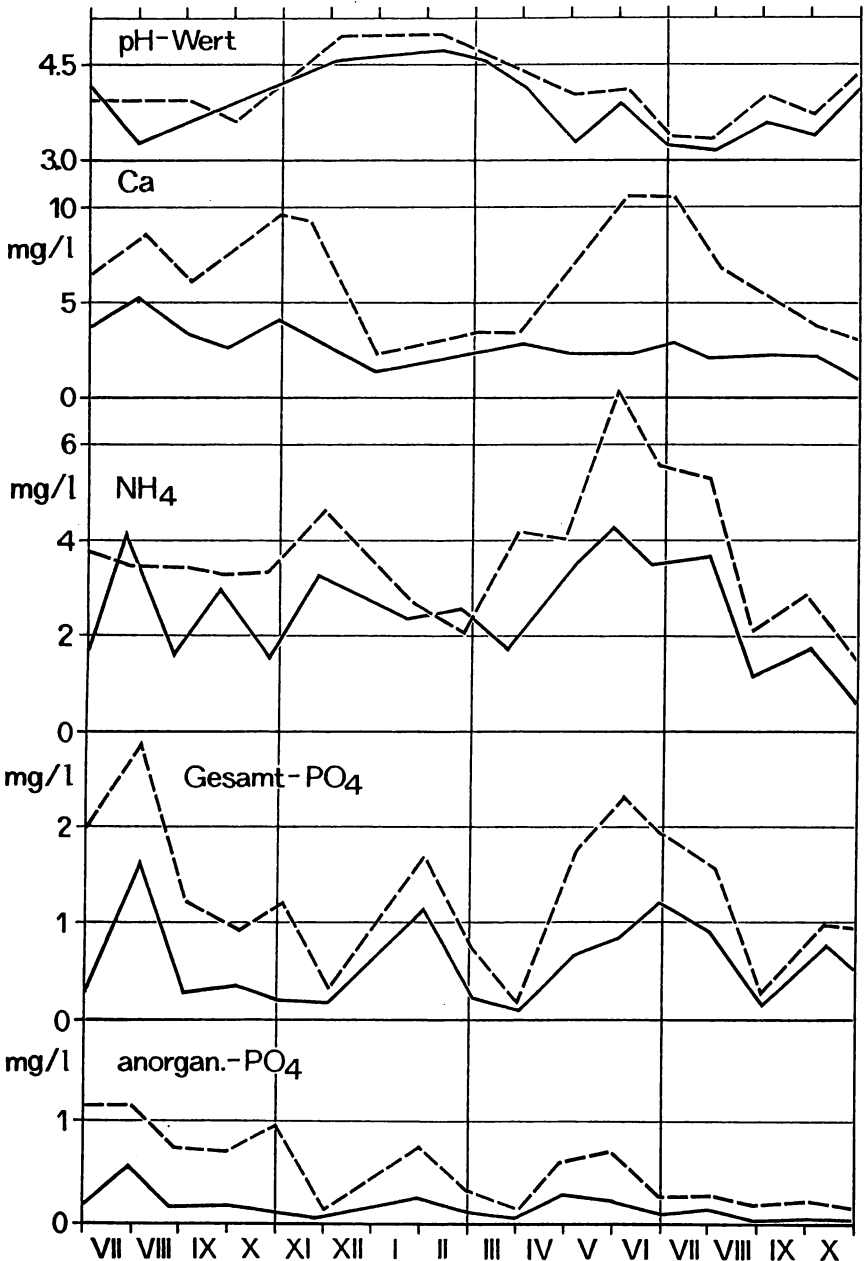


Abb. 6: pH-Wert, Calcium-, Ammonium- und Phosphat-Gehalt (Gesamt- PO_4 und anorganisches Phosphat) im zentralen Hochmoor (Strich) und in der Uliginosa-Zone (gestrichelt) in der Zeit vom Juli 1959 bis November 1960.



Der Gehalt an Gesamt-Phosphat wechselte im Jahresverlauf sehr stark; in der Uliginosa-Zone nahm er z. B. im August 1959 bis fast 3 mg/l zu. Gleichzeitig stieg auch das anorganische Phosphat bis 1,2 mg/l an. Im folgenden Jahr war die Kurvenbewegung nicht ganz so stark; das Gesamt-Phosphat der Uliginosa-Zone stieg jedoch noch auf 2,4 mg/l; ähnliches, jedoch in schwächerer Ausprägung als im Vorjahr, ergab sich auch beim anorganischen Phosphat. Überraschend ist das Bild, wenn man den Anstieg im Februar 1960 in der Uliginosa-Zone auf über 1,7 mg/l, im zentralen Moor 1,1 mg/l betrachtet; eine gleiche, wenn auch stark abgeschwächte Erscheinung findet man auch beim anorganischen Phosphat (Abb. 6). Der Gesamt- PO_4 -Gehalt, ebenso das anorganische und das gebundene Phosphat, nahm in der grauen Schicht und in den darunter liegenden Schichten im allgemeinen von der Flachmoor-Zone über die Uliginosa-Zone und Turfosa-Zone bis zum zentralen Moor ab; beim Gesamt- PO_4 betrug es z. B. in der Flachmoor-Zone in der grauen Schicht 4,28 mg/l, im zentralen Moor nur noch 0,03 mg/l, das anorganische Phosphat nahm in 100 cm Tiefe unter der schwarzen Schicht von 0,40 mg/l in der Flachmoor-Zone auf 0,02 mg/l im zentralen Hochmoor ab (alles Mittelwerte). In den Sommermonaten war gebundenes Phosphat reichlich vorhanden; anorganisches Phosphat wurde in größerer Menge nur in der Flachmoor-Zone gefunden (Tab. 2), und zwar in den oberen Schichten mit 2,92 und 0,44 mg/l. In der kälteren Jahreszeit nahm der Gehalt an anorganischem und gebundenem Phosphat deutlich ab.

In den grauen Torfschichten wurden Sauerstoff-Mittelwerte zwischen 2,7 und 7,0 mg/l gefunden; in den schwarzen Schichten waren es 1,5-3,9 mg/l. Die tieferen Schichten waren stets O_2 -frei. Die Flachmoorzone war immer reich an O_2 gegenüber den übrigen Zonen (Tab. 2).

An den Silberstäben (Abb. 7) ist zu erkennen, daß die H_2S -Bildung unmittelbar unter der schwarzen Schicht beginnt und sofort stark einsetzt besonders in der Flachmoor- und Uliginosa-Zone; die starke H_2S -Bildung reicht etwa bis -40 cm, manchmal auch bis -80 cm und darunter. Sie wird dann erheblich schwächer. Im Zentrum des Moores liegen Bereiche starker H_2S -Bildung bei 0-5, 35-42 und 75-82 cm Tiefe. In der Uliginosa-Zone am E-Rand wurde im April 1960 starke Bildung von H_2S in einer Tiefe von 0-15, 35-42 und von 75 cm abwärts gefunden; in der Turfosa-Zone bei 5-20, 27-32 und 50 cm Tiefe. Eine quantitative Bestimmung des Schwefelwasserstoffs stieß wegen des geringen Gehalts auf Schwierigkeiten; trotz Verwendung größerer Mengen Untersuchungswassers lagen Werte in der Nähe der Grenze der Meßbarkeit. Immerhin läßt sich soviel sagen, daß der H_2S -Wert mit zunehmender Tiefe nach den Einzelwerten in der Regel etwas abnimmt und sein Maximum im allgemeinen bei -40 cm hat; jedoch kommen in größerer Tiefe auch starke H_2S -Bildungen vor (Tab. 2). Im Höchstfall wurden 0,95 mg/l H_2S gefunden.

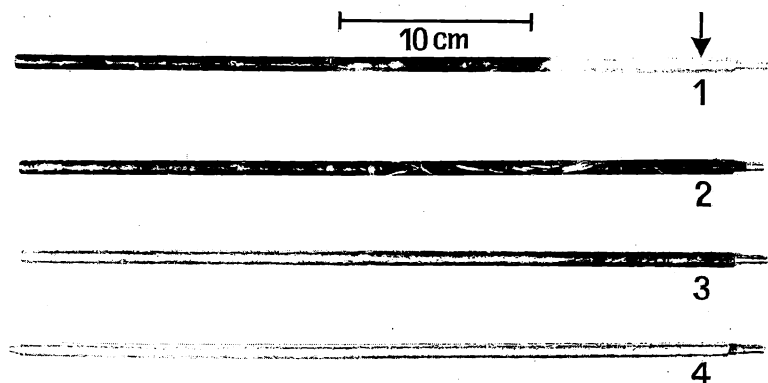


Abb. 7: Silberstab mit Schwärzung durch Schwefelwasserstoff in den anaeroben Schichten des Moosfenn in der Uliginosa-Zone am W-Rand am 23./24.7.1960; die Teilstäbe wurden miteinander in der Reihenfolge der Zahlen (1-4) zusammengeschraubt; jeder Teilstab ist 40 cm lang, Gesamtlänge 1,6 m; der Pfeil deutet die Moor-Oberfläche an.

Wir wollen nun verfolgen, wie sich die Wassereigenschaften, soweit sie bei allen Bearbeitern erfaßt wurden, seit HÖLL (1928) über MÜLLER-STOLL & GRUHL (1959) bis WEGENER (1980), der die Werte von PIETSCH (1977) mitteilte, verhalten haben; HÖLL hat seine Untersuchungen sicher im Hochmoor durchgeführt. Der pH-Wert steigt von pH = 4,3 bis 5,3 in der Flachmoor-Zone von 1959 bis 1977 an, im zentralen Hochmoor nimmt er nach HÖLL (1928) mit pH = 3,5 über 4,1 und 4,2 zu, jedoch sinkt er nach PIETSCH (1977) wieder auf pH = 3,6 ab. Das Phosphat steigt im Flachmoor von 1959 und 1960 leicht an, sinkt jedoch nach PIETSCH auf einen extrem niedrigen Wert von 0,04 mg P/l; HÖLL fand im Hochmoor einen Wert von 0,66, wir dagegen Werte von 0,58 und 0,65, während PIETSCH wiederum einen Wert von nur 0,02 P angibt. Nitrat war bei fast allen Bearbeitern nicht nachweisbar, nur PIETSCH gibt Werte von 1,5 und 1,3 N an. HÖLL fand in Hochmoor kein Ammonium, während wir selbst im Flachmoor Werte von 4,7 und 4,2, im Hochmoor von 4,5 über 2,7 bis 1,1 (nach PIETSCH 1977) erhielten. PIETSCH (1977) gibt im Flachmoor einen Wert von 0,9 mg N/l an. Calcium steigt im Flachmoor ständig an von 3,7 über 5,1 bis 11,4 mg Ca/l (PIETSCH 1977). Der KMnO_4 -Verbrauch erreichte in unseren Untersuchungen im Flachmoor Werte von 304 und 310 mg/l, bei PIETSCH (1977) lag der Wert bei 215. Im Hochmoor bewegte er sich nach HÖLL (1928) von 160 über 180 und 266 bei unseren Untersuchungen und fiel nach PIETSCH mit einem Wert von 205 leicht ab (Tab. 3).

3.4 Chemismus des Torfbodens

Die geringere Azidität der Hochmoore in der kälteren Jahreszeit wurde nach GAMS & RUOFF (1929: 23) schon von SKENE u.a. festgestellt und muß auf eine geringere Erzeugung von Humusstoffen zurückgehen; für die Schlenken im Hochmoor hat REDINGER (1934) dasselbe festgestellt. Die Abnahme des pH-Wertes mit zunehmender Tiefe weist auf eine Parallelität mit dem Permanganat-Verbrauch hin; man muß annehmen, daß die Zersetzungsprodukte für den Aziditätsgrad Bedeutung haben, obwohl nach ANSCHÜTZ & GESSNER (1954) die hohe Azidität der Hochmoore ausschließlich auf Ionenaustausch-Vorgänge am *Sphagnum*-Material zurückzuführen sein soll. Durch die Zufuhr von Flugstaub wird das häufige Vorkommen von Thekamoeben der Gattung *Diffugia* mit feinsten Sandkörnern am Gehäuse gewährleistet; doch ist dieser Staubregen in allen Teilen des Moosfenns weitgehend gleich und kann nicht mit den Verschiedenheiten im Mineralstoffgehalt zusammenhängen. Das Niederschlagswasser von den Hängen am Moosfenn führt dem Standort eine gewisse Menge an Mineralstoffen zu, die besonders den äußeren Teil bis zur Uliginosa-Zone beeinflussen. Durch das schlechte Wasserleitungs-Vermögen des Torfbodens reicht aber dieser Einfluß offenbar nur wenige Meter weit. Einen beträchtlich höheren Mineralstoff-Gehalt fand schon RAMANN (vgl. HUECK 1932: 40). Die Remineralisierung im Torfboden spielt jedoch eine wichtige Rolle.

Sauerstoff ist nur in den oberen Bodenschichten vorhanden, nämlich bis zu einer Tiefe von 10 cm im zentralen Hochmoor und bis zu 20 cm in der Turfosa- und Uliginosa-Zone. Eine Zurückdrängung des O_2 -Gehaltes dürfte besonders in der Winterzeit bei starker und anhaltender Vernässung des Moosfenns eintreten. MALMSTRÖM (1935) stellte bereits in 4-6 cm Tiefe Sauerstoffschwund fest (vgl. GAMS & RUOFF 1929: 162); auch REDINGER (1957) kam in Moor-Schlenken zu ähnlichen Befunden. Beim Verschwinden von O_2 nach unten hin tritt H_2S auf und schafft eine streng anaerobe Zone; die Entstehung des Schwefelwasserstoffs durch Reduktion der Sulfate aus der Protein-Zersetzung durch die Bakterien-Gattung *Desulfovibrio*, vorwiegend aus Cystin-Bausteinen, konnte BENADE (1954) nachweisen. Die H_2S -Bildung beträgt zwar weniger als 1 mg/l. Eine Hauptzone liegt nach BENADE in 24-25 cm Tiefe; wir fanden indessen, daß in der Flachmoor- und Uliginosa-Zone dicht unter der Oberfläche die H_2S -Bildung einsetzt und bis etwa -40 cm reicht. In der Turfosa- und Uliginosa-Zone fanden wir mit der Silberstab-Methode mehrere Subzonen mit stärkerer H_2S -Bildung. Das stärkste Auftreten von Schwefelwasserstoff fanden wir im NW und O in der Uliginosa-Zone; das dürfte auf einen flachmoor-ähnlichen Torf zurückgehen, denn Flachmoore besitzen einen höheren Schwefelgehalt als Hochmoore (BENADE 1954).

Tab. 2: pH-Werte, Permanganat-Verbrauch, Sauerstoff- und Schwefelwasserstoff-Gehalt sowie NH_4 - und Phosphat-Gehalt in verschiedenen Zonen und Schichten des Moosfenns (Mittelwerte). Es bedeuten: Fla = Flachmoor-Z., Ulig = Uliginosa-Z., Turf = Turfosa-Z., und z.M. = zentrales Moor.

	Fla	Ulig	Turf	z.M.	Fla	Ulig	Turf	z.M.
	pH-Wert				KMnO_4 -Verbrauch			
Graue Schicht	3,72	3,62	3,50	3,50	609+	667	348	351
Schwarze Sch.	3,93	3,69	3,46	3,70	531-	575	327	322
- 10 cm	4,60	4,02	3,44	4,05	430+	448	337	296
- 40 cm	4,72	4,28	4,25	4,05	365-	319	333	269
- 60 cm	4,75	4,36	4,37	4,05	420+	412	284	262
- 100 cm	4,90	4,45	4,64	4,25	410-	299	291	255
	O_2 -Gehalt mg/l				H_2S (quant.) mg/l			
Graue Schicht	7,01	2,94	2,70	3,47	0,00	0,00	0,00	0,00
Schwarze Sch.	3,89	1,62	1,50	1,75	0,00	0,00	0,00	0,00
- 10 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	0,33	0,56	0,13
- 40 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,50	0,43	0,14
- 60 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,43	0,31	0,11
- 100 cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,19	0,52	0,34
	NH_4 -Gehalt mg/l				Gesamt- PO_4 mg/l			
Graue Schicht	7,12	6,52	2,84	4,51	4,28	1,36	0,12	0,03
Schwarze Sch.	5,53	7,66	2,77	4,49	0,86	1,28	0,63	0,37
- 10 cm	3,52	4,89	3,78	3,39	0,75	0,87	0,26	0,26
- 40 cm	2,88	3,21	3,25	2,70	0,25	0,21	0,32	0,10
- 60 cm	3,05	2,23	3,27	2,20	0,79	0,33	0,36	0,03
- 100 cm	4,00	2,55	2,03	2,20	0,48	0,33	0,24	0,03
	anorg.- PO_4 mg/l				gebund.- PO_4 mg/l			
Graue Schicht	2,92	0,18	0,03	0,00	1,36	1,18	0,09	0,03
Schwarze Sch.	0,44	0,16	0,04	0,00	0,42	1,12	0,59	0,37
- 10 cm	0,15	0,59	0,03	0,03	0,60	0,28	0,23	0,23
- 40 cm	0,22	0,18	0,15	0,05	0,03	0,03	0,17	0,05
- 60 cm	0,38	0,22	0,17	0,03	0,41	0,11	0,19	0,00
- 100 cm	0,40	0,26	0,06	0,02	0,08	0,13	0,18	0,01

Tab. 3: Veränderungen einiger Parameter im Wasser des Moosfenns von 1928 bis 1977

	HÖLL	MÜLLER-STOLL & GRUHL		MÜLLER-STOLL, OVERBECK & NAUMANN		PIETSCH	
	1928 Hoch- moor	Flach- moor	Hoch- moor	Flach- moor	Hoch- moor	1977 Flach- moor	Hoch- moor
pH-Wert	3,9	4,3	4,1	4,8	4,2	5,3	3,6
Phosphat (mg P l ⁻¹)	0,66	1,33	0,58	1,50	0,65	0,04	0,02
Nitrat (mg N l ⁻¹)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	1,3
Ammonium (mg N l ⁻¹)	0,0	4,7	4,5	4,2	2,7	0,9	1,1
Calcium (mg Ca l ⁻¹)	3,3	3,7	2,6	5,1	2,5	11,4	5,1
KMNO ₄ -Verbrauch (mg l ⁻¹)	160	304	180	310	360	212	205

Die Beschränkung des Sauerstoffs auf die obersten Torfschichten hat einen großen Einfluß auf die Vegetation; nur wenige Pflanzen des Moores sind in der Lage, ihre Wurzeln in größeren Tiefen, d.h. in die anaerobe Zone hinabzuschicken. Nach METSÄVAINIO (1931) handelt es sich dabei um Pflanzen mit luftführenden Interzellularen in der Innenrinde der Wurzeln; in unserem Fall sind das *Carex rostrata*, *C. nigra*, *Calla palustris* und *Eriophorum vaginatum*. Die meisten höheren Pflanzen sind mit ihrem Wurzelsystem auf die aerobe Zone beschränkt, z. B. *Drosera rotundifolia* und *Epilobium palustre*.

4. Literatur

- ANSCHÜTZ, I. & F. GESSNER, 1954: Der Ionenaustausch bei Torfmoosen (*Sphagnum*). Flora (Jena) 141: 176-236.
- BENADE, W., 1954: Mikrobiologie der Moore. Linz (Länder Verl.).
- GAMS, H. & S. RUOFF, 1929: Geschichte, Aufbau und Pflanzendecke des Zehlaubbruches. Schr. phys.-ökon. Ges. Königsberg 66: 1-192.
- GRUHL, K., 1956: Beobachtungen im Naturschutzgebiet Moosfenn bei Potsdam. Märk. Heimat 2: 16-21.
- HAASE, L.W., 1954: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser- Abwasser- und Schlammuntersuchung. Weinheim/Bergstr.
- HÖLL, K., 1928: Oekologie der Peridineen. Studien über den Einfluß chemischer und physikalischer Faktoren auf die Verbreitung von Dinoflagellaten im Süßwasser. Pflanzenforschung, hrsg. von R. KOLKWITZ, 11, 105 S. (G. Fischer) Jena.
- HUECK, K., 1925: Vegetationsstudien auf Brandenburgischen Hochmooren. Beitr. Naturdenkmalpfl. (Neudamm und Berlin) 10: 309-408.

- HUECK, K., 1928: Die Naturschutzgebiete Preußens. Das Moosfenn in der Forst Potsdam. Beitr. Naturdenkmalpfl. (Neudamm und Berlin) 11: 29-31.
- HUECK, K., 1929: Die Vegetation und die Entwicklungsgeschichte des Hochmoores am Plötzendiebel (Uckermark). Beitr. Naturdenkmalpfl. (Neudamm und Berlin) 13: 1-229.
- MALMSTRÖM, C., 1935: Über die Bedeutung der Nährstoffbedingungen für das waldproduktive Vermögen der Torfböden. Medd. stat. Skogsförsöksanst. (Stockholm) 28: 571-650.
- METSÄVAINIO, K., 1931: Untersuchungen über das Wurzelsystem der Moospflanzen. Ann. bot., Soc. zool.-bot. fenn. Vanamo (Helsinki) 1, Nr. 1.
- MÜLLER, H., M., 1969: Pollenanalysen des Moosfenns. In: Arbeitsstelle Dresden & G. Engelmann: Potsdam und seine Umgebung. Werte der deutschen Heimat 15: 154-158. Berlin 1969.
- MÜLLER-STOLL, W.R. & K. GRUHL, 1959: Das Moosfenn bei Potsdam. Vegetationsmonographie eines märkischen Naturschutzgebietes. Wiss. Z. pädag. Hochsch. Potsdam, mathe.-naturw. Reihe, 4: 151-180.
- OHLE, W., 1938: Zur Vervollkommnung der hydrochemischen Analyse. 3. Phosphorbestimmung. (Weinheim/Bergstr.) 51: 906-911.
- PIETSCH, W., 1977: NSG Moosfenn - Einschätzung des Moorchemismus. Mskr.
- REDINGER, K., 1957: Studien zur Ökologie der Moorschlenken. Beih. bot. Cbl. (Dresden), Abt. B, 52: 213-309.
- ROTHMALER, W., 1982: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. 4 (kritischer Bd.), hrsg. von R. SCHUBERT & W. VENT, 5. Aufl., 811 S. (VEV Volk u. Wissen) Berlin 1982.
- SCHUBERT, R., HANDKE, H.H. & H. PANKOW, 1983: Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Begründet von W. Rothmaler, 1 (Niedere Pflanzen, Grund-Bd.), 811 S. (VEV Volk u. Wissen) Berlin 1983.
- STOCKLASA, I., 1911: Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. (G. Fischer) Jena.
- WEGENER, U., 1980: Das Moosfenn bei Potsdam - aktuelle Vegetationsveränderungen in einem Naturschutzgebiet. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg, 16: 86-95.

Anschrift der Verfasser:

Prof. Dr. Wolfgang R. Müller-Stoll
Am Drachenberg 1
O-1570 Potsdam

Prof. Dr. Jürgen Overbeck
Rodomstor-Straße 76
W-2320 Plön/Holstein

Dr. Manfred Naumann
Wins-Straße 64
O-1055 Berlin