

Norddeutsche Naturschutzakademie

NNA

Berichte

7. Jahrgang, Heft 2, 1994



Entwicklung der Moore



Niedersächsisches
Landesamt für Bodenforschung



Niedersachsen

Inhalt

		Seite
	Zur Einführung	5
J. Schwaar	Die Genese der Moore	8
H. Kuntze	Entwicklung und Systematik der Moorböden	17
E. Bierhals	Zum Niedersächsischen Moorschutzprogramm (Kurzfassung)	20
M. Brahms	Feuchtgrünlandschutzprogramm des Niedersächsischen Umweltministeriums – Grünlandentwicklung und Grünlandschutz durch Gesetz und Programme	22
G. Wieking	Die Aufgaben der Staatlichen Moorverwaltung Weser-Ems im Wandel der Zeit	25
J. Schouwenaars	Wasserhaushalt der Hochmoore	33
W. Schäfer	Physikalische Eigenschaften von Hochmoorböden	39
B. Scheffer	Zur Stoffdynamik der Hochmoorböden	43
J. Schwaar	Hochmoortypische Vegetation	47
H. Heckenroth	Zur Fauna der Hochmoore (Kurzfassung)	48
R. Bartels	Die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden	49
J. Blankenburg	Hochmoorregeneration	55
J. Blankenburg	Hydrologie der Niedermoore	57
W. Schmidt	Über den Einfluß der Entwässerung und der Nutzung auf die Gefügeentwicklung in Niedermoorböden	59
B. Scheffer	Zur Stoffdynamik von Niedermoorböden	67
J. Schwaar	Niedermoortypische Vegetation	74
J. Pfadenhauer	Ansprüche des Naturschutzes an Niedermoore (Kurzfassung)	76
E. Techow	Grünlandbewirtschaftung von Naturschutzflächen	79
H. H. Hennings	Wiedervernäßbarkeit von Niedermooren	86
B. Bölscher	Fauna der Niedermoore	91
H. Weiß	Konzept zur Sanierung des Dümmerraumes – Eine Einführung in die Exkursion	100

NNA Ber.	7. Jg.	H. 2	104 S.	Schneverdingen 1994	ISSN: 0935-1450
Entwicklung der Moore					

Herausgeber und Bezug:
 Norddeutsche Naturschutzakademie
 Hof Möhr, D-29640 Schneverdingen,
 Telefon (051 99) 989-0, Telefax (051 99) 4 32

1. Auflage (1994), 1.–1500.

ISSN 0935-1450

Für die einzelnen Beiträge zeichnen die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Schriftleitung: Dr. Renate Strohschneider

Titelfoto: Neustädter Moor bei Wagenfeld

Gedruckt auf Recyclingpapier (aus 100 % Altpapier).

Entwicklung der Moore

50. Fortbildungsseminar am Bodentechnischen Institut Bremen
vom 11. bis 14. Oktober 1993
in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung
und der Norddeutschen Naturschutzakademie

Leitung: Dr. Rüdiger Bartels (NLfB)
Dr. Johannes Prüter (NNA)

Zur Einführung

Fortbildungsseminare haben in Bremen eine gute und lange Tradition. Schon in den dreißiger Jahren brauchten die sog. „Moorstipendiaten“ sechs Monate, um an der damaligen Preußischen/Staatlichen Moor-Versuchsstation in die vielfältigen Problemfelder der Moore, ihrer Kultivierung und Nutzung eingeführt zu werden. Prof. Dr. Baden, seit 1948 Leiter der Moor-Versuchsstation, genügte es nicht, nur einige wenige, mit dem „Moorbazillus“ infizierte Schüler über das Referendariat Landeskultur in die niedersächsischen Dienststellen hineinwachsen zu lassen, daher veranstaltete er ab 1954 – z. T. zweimal im Jahr – seine „Moorlehrgänge“, die besonders Vertretern der Landeskultur offenstanden. In diesen, mit ausführlichen Ausflügen ins Emsland verbundenen Wochenseminaren vermittelten die Wissenschaftler der Moor-Versuchsstation neue Erkenntnisse zu Moor-kulturverfahren, zu Moornutzungsformen und zur moorspezifischen Nährstoffdynamik.

Das Ende der „Ära Baden“ (1948–1968) war schließlich geprägt durch die zunehmende Bedeutung von Fragen zum Gebiets- und Bodenwasserhaushalt von Moorböden, insbesondere im Zusammenhang mit deren Erschließung und landbaulicher Nutzung. Mit dieser Themenstellung wurden nun auch verstärkt Vertreter der Wasserwirtschaftsverwaltung angesprochen, wodurch sich ein vielseitigeres Spektrum der Teilnehmer der Bremer Fortbildungskurse ergab.

Mit der Überleitung der Moor-Versuchsstation aus dem Zuständigkeitsbereich des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten als „Bodentechnologisches Institut“ in das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung und somit in die Zuständigkeit des Niedersächsischen Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Verkehr am 1. 7. 69 ergaben sich wesentliche Veränderungen:

■ Zum einen erstreckte sich das Arbeitsfeld fortan nicht mehr allein auf Moore und Moorböden, son-

dern wurde wieder, wie bereits vor 1950, auf alle Niederungsböden in Niedersachsen erweitert,

■ zum anderen gewannen Fragen des Umweltschutzes zunehmend an Bedeutung.

Fortan standen also nicht mehr Fragen der Moorkultivierung und landbaulichen Moornutzung im Vordergrund, vielmehr wurden nun die Böden in ihrer Vielgestaltigkeit, d. h. zunehmend als Teil der unterschiedlichen Ökosysteme mit ihren vielfältigen Stoffkreisläufen, bearbeitet, und zwar besonders im Hinblick auf deren Wasser- und Nährstoffhaushalt. Die Arbeitsschwerpunkte lagen nun im Bereich der Erfassung, der langfristigen Beeinflussung der Bodeneigenschaften durch anthropogene Eingriffe verschiedener Art sowie bei einer sinnvollen Lenkung von Nutzungskonkurrenzen aus bodenkundlicher Sicht, also verstärkt im Bereich des Umweltschutzes.

Die Bodentechnologie in Bremen ist heute stärker denn je ein Teil der anwendungsorientierten Bodenkunde. Die Grundlagenforschung der eigenen Mitarbeiter, der Universitäten und anderer wissenschaftlicher Institute wird in Bremen entsprechend den Anforderungen der Praxis umgesetzt, d. h. wissenschaftlich begründete, nachhaltige Nutzungs-, Verbesserungs- und Schutzvorschläge für zunehmend belastete Böden werden erarbeitet und in der Praxis erprobt.

Diese Erweiterung der Aufgabenstellung weckte abermals verstärkt das Interesse benachbarter Fachdisziplinen, so daß inzwischen das Teilnehmerspektrum der Bremer Fortbildungsveranstaltungen weit gefächert ist. Neben Vertretern der Agrarstrukturverwaltung und der Landwirtschaftskammer zählen heute u. a. Wasserwirtschaftler, Landschaftspfleger und Naturschützer sowie Bedienstete aus den Ministerien für Umwelt, Landwirtschaft und Wirtschaft zu den Diskussionspartnern der Bremer Seminare. Hier können sie alle, im unmittelbaren Kontakt zu den Referenten und untereinander, gemeinsam Lösungsansätze für die vielfältigen Fragen

und Probleme ihrer Alltagsarbeit diskutieren und später dann die Erkenntnisse angewandter wissenschaftlicher Forschung im administrativen Bereich umsetzen.

Auch der Kreis der Vortragenden ist größer geworden. Neben wissenschaftliche Mitarbeiter der Bodenkundlichen Abteilung des NLFb sind zunehmend Wissenschaftler fachverwandter Disziplinen getreten. Sie alle stellen ihre Forschungs- und Arbeitsfelder je nach Themenschwerpunkt vor. Die Seminare können dadurch interdisziplinär und ressortübergreifend wirken.

Die hier beschriebene Entwicklung der Erweiterung der Aktivitäten des Bodentechnologischen Instituts in Bremen und damit auch des sachlichen Inhalts der Bremer Fortbildungsseminare ist im wesentlichen dem Wirken von Prof. Kuntze, dem Leiter des Instituts seit 1968, zu verdanken. Er und seine Mitarbeiter haben es stets verstanden, aktuelle Probleme der Landeskultur und damit verbundene Umweltschutzaspekte aufzugreifen und zu deren Lösung wesentliche Beiträge zu erarbeiten.

Mit dem Thema der diesjährigen Veranstaltung „Entwicklung der Moore“ sollen neue Erkenntnisse über die Entstehung, Eigenschaften und Bewertung von Moor, Torf und insbesondere von Moorböden vermittelt werden. Für die sehr sensiblen Hoch- und Niedermoore sollen die im Rahmen gesellschaftlicher Vorgaben zum Teil kontrovers diskutierten Gedanken des Natur-, Gewässer- und Bodenschutzes aufgegriffen und durch fachlich begründete, sachliche Beiträge zur Lösung der damit verbundenen Probleme beigetragen werden.

Die Teilnehmerliste des 50. Jubiläumsseminars verrät nicht nur ein breites Interesse am besonderen Seminarthema dieses Tages – sie ist auch ungewöhnlich lang. Daher mußte man aus den gewohnten nüchternen Räumen des Bodentechnischen Institutes in die gepflegte Umgebung des ehrwürdigen Focke-Museums ausweichen. Dort mit der 50. Seminarveranstaltung zu Gast zu sein ist eine besondere Freude und verleiht dem Ganzen einen feierlichen

chen Rahmen. Dafür und für alle Planungsunterstützung gilt der Leitung des Focke-Museums herzlicher Dank.

Daß die Reihen aber so gut gefüllt sind, ist auch das Verdienst der Kollegen der Norddeutschen Naturschutzakademie in Schneverdingen. Auch ihnen sei herzlich für ihren Einsatz bei der Vorbereitung des Seminars gedankt. Möge dies der Anfang einer weiteren fruchtbaren Zusammenarbeit mit der Norddeutschen Naturschutzakademie sein.

Prof. Dr. J.-D. Becker-Platen
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Stilleweg 2
30655 Hannover

Zur Einführung

Seit ihrer Gründung im Jahr 1982 betreibt die Norddeutsche Naturschutzakademie Aus- und Fortbildung zum Themenbereich Naturschutz und Landschaftspflege. Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse sollen dabei den Praktikern vermittelt werden. Der Schutz der Moore stand von Anbeginn an immer wieder auf dem Programm.

Die Bedeutung der Moore als unersetzlicher Lebensraum für eine hochspezialisierte Pflanzen- und Tierwelt, der Rückgang der Moorflächen in den letzten beiden Jahrhunderten, die ökologische Charakteristik von Hoch- und Niedermoo- ren waren und sind Themen, mit denen Praktiker im Arten- und Biotopschutz vertraut sein müssen.

Gerade in den letzten Jahren zeichnet sich nun eine Schwerpunktverlagerung ab. Naturschutz wandelt sich zunehmend von einer sektoralen Disziplin zu einer integralen gesellschaftlichen Aufgabe. Ziele im § 1 des Bundesnaturschutzgesetzes wie Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes oder Sicherung der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter Boden, Wasser und Luft rücken in den Vordergrund.

Damit einher geht auch die Tendenz, sich im Naturschutz mit den landnutzenden Disziplinen, insbe-

sondere mit der Land- und Forstwirtschaft, verstärkt auseinanderzusetzen. Naturschutz als Querschnittsaufgabe zu verstehen heißt ressortübergreifend handeln. Die Moore nicht nur unter dem Blickwinkel des Arten- und Biotopschutzes zu sehen ist Anliegen dieses Fortbildungsseminars. Naturschutzkonforme Nutzung von Moorböden, die Regeneration von Mooren und physikalisch-chemische Prozesse in Moorböden bei verschiedenen Nutzungen sind Themen, die weit über den klassischen Arten- und Biotopschutz hinausgehen. Sie bilden die Brücke zwischen den Fachdisziplinen Landwirtschaft, Bodenkunde, Hydrogeologie und Naturschutz.

Diese Brücke wird auch durch die gemeinsame Trägerschaft dieser Veranstaltung dokumentiert. Ich bin dem Bodentechnologischen Institut Bremen sehr dankbar, daß wir dieses Seminar gemeinsam durchführen und Fachinhalte übergreifend darstellen können.

Lassen Sie mich aber doch noch auf ein Thema im Zusammenhang mit diesem Seminar vertieft eingehen. Es ist der Bodenschutz, der derzeit im Zusammenhang mit geplanten Bodenschutzgesetzen des Bundes und der Länder in aller Munde ist. Dieser Bodenschutz droht dabei unter Verengung des Blickwinkels vor allem auf Bodenverschmutzung und Bodenversiegelung zu einem landwirtschaftlich-technischen Regelwerk zu verkommen. Aspekte des Naturschutzes wie die Erhaltung der Böden in ihrer natürlichen Typenvielfalt mit ihrer jeweils charakteristischen physikalischen, chemischen und biologischen Beschaffenheit werden dabei ganz außer acht gelassen.

Die Bodencharta des Europarats erklärt bereits 1972 die Böden zu den kostbarsten und damit schützwürdigsten Gütern der Menschheit. Grundsatz eines umfassenden Bodenschutzes muß der sorgsame Umgang mit der nicht unbegrenzt zur Verfügung stehenden Ressource (= Naturgut) Boden sein, wobei vermeidbare Belastungen und Gefährdungen unterlassen werden müssen. Immer noch bestehen erhebliche Kenntnislücken bezüglich der

Auswirkungen von Bodenschädigungen auf die Leistungsfähigkeit des Bodenhaushaltes (als Teil des Naturhaushaltes). Von daher muß das Vorsorgeprinzip als oberste Maxime des Bodenschutzes gelten.

Das Vorsorgeprinzip, bezogen auf den Bodenschutz, umfaßt

- die generelle Verringerung bodenbelastender Stoffeinträge,
- den sparsamen Verbrauch des Bodens,
- die Erhaltung der Vielfalt der vorhandenen Bodentypen (und damit auch ihrer Biozönosen) unabhängig von der Produktionsleistung für den Menschen,
- die Anpassung der Bodennutzungen an die natürlichen Standortgegebenheiten, wobei ressourcenschonende Nutzungen Vorrang haben müssen.

Erstes und oberstes Ziel eines anthropozentrisch begründeten Naturschutzes ist es nach § 1 Abs. 1 BNatSchG, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes zu sichern. Bezogen auf Böden, sind dies vor allem

- das biotische Regenerationsvermögen, die sog. nachschaffende Kraft, und
- das Filter-, Puffer- und Transformationsvermögen.

Dieses Ziel wird im § 2 Abs. 1 Ziff. 1 u. 2 BNatSchG schlaglichtartig konkretisiert. Bezogen auf den Bodenschutz, ist dabei der Hinweis auf die Bedeutung unbebauter, d. h. nicht versiegelter Flächen sowohl in der freien Landschaft als auch im Siedlungsbereich besonders wichtig. Dies geschah auch aus der Erkenntnis, daß der Naturhaushalt einer überbauten Fläche nicht in der Lage ist, obengenannte Leistungen zu erbringen.

Zweites Ziel des Naturschutzes und der Landschaftspflege ist nach § 1 Abs. 1 BNatSchG die Sicherung der Nutzungsfähigkeit (nach dem NNatG die Nutzbarkeit) der Naturgüter. Kein anderes Ziel zeigt den Naturschutz mehr als Querschnittsaufgabe, als integrale Aufgabe der Gesellschaft. Naturgüter (= Ressourcen) sind dabei die in der Natur prinzipiell für die Nutzung verfügbaren Güter, also auch der Boden. Die

Umsetzung dieses Ziels ist weniger Aufgabe der Naturschutzverwaltung als der verschiedenen landnutzenden Disziplinen, insbesondere der Land- und Forstwirtschaft, der Wasserwirtschaftsverwaltung, aber auch der Industrie. Aufgabe der Naturschutzverwaltung ist es dabei, Eckwerte und Mindeststandards festzulegen. Hier besteht ein erhebliches Forschungs- und Vollzugsdefizit. Die Naturschutzverwaltung hat dafür zu sorgen, daß sich Qualitätsziele für die Naturgüter nicht nur im Sinne von *Umweltqualitätszielen*, also im Sinne des *Umweltschutzes*, am Menschen orientieren, sondern die Erfüllung der anderen Naturschutzziele mit berücksichtigen.

Der Bezug zum Bodenschutz wird in den Grundsätzen in § 2 BNatSchG unterstrichen. Ziffer 3 unterstreicht dabei das Nachhaltigkeitsprinzip. Ziffer 4 betont die besondere Notwendigkeit des Bodenschutzes, der über einen reinen Schutz der Bodensubstanz z. B. vor Erosion hinausgeht und die Gewährleistung der Bodenfunktionen (Biotop-, Transformations-, Regulations-, Filter-, Puffer- und Produktionsfunktion) einbezieht.

Die nachhaltige Sicherung der Pflanzen- und Tierwelt, d. h. der Organismen in ihrer genetischen Vielfalt, ist das Ziel, mit dem Naturschutz landläufig immer in Verbindung gebracht wird. Dies ist insoweit richtig, als durch die Erhaltung der genetischen Vielfalt die Erfüllung der anderen Naturschutzziele wesentlich mitbestimmt bzw. umgekehrt von diesen auch bestimmt wird. Dem Bodenschutz kommt dabei unter dem Aspekt des Biotopschutzes besondere Bedeutung zu. Gerade die *Vielfalt* der Bodentypen zu erhalten ist hierfür entscheidende Grundlage.

Viertes Ziel des Naturschutzes ist es nach § 1 Abs. 1 BNatSchG, Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft zu sichern. Die Attribute Vielfalt und Eigenart beziehen sich dabei nicht nur auf das äußere Erscheinungsbild der Landschaft, sondern gelten ebenso für die Pflanzen- und Tierwelt und teilweise auch für die Abläufe des Naturhaushaltes, womit auch hier wieder der Bezug zum Bodenschutz hergestellt wäre.

Diese Ziele zu erreichen kann und darf von Naturschutzseite nicht allein angestrebt werden. Zusammenarbeit vor allem mit der Land-

wirtschaft ist notwendig, u. a. auch um bei unumgänglichen Schutzmaßnahmen die landwirtschaftlich-betriebswirtschaftliche Komponente nicht aus dem Auge zu verlieren. Programme wie das Niedersächsische Moorschutzprogramm aus den Jahren 1981/86 und das Feuchtgrünlandschutzprogramm aus dem Jahre 1993 enthalten naturschutzfachliche Zielaussagen und gleichzeitig finanzielle Fördermöglichkeiten, um die Naturschutzziele auf Moorböden besser erreichen zu können. Daß dies nur auf solider fachwissenschaftlicher Grundlage geschehen kann, soll in diesem Seminar gezeigt werden.

Der Bogen der Themen ist weit gespannt, ebenso breit ist die fachliche Zusammensetzung des Teilnehmerkreises. Ich bin sicher, daß die Diskussionen fruchtbar sein werden und daß wir mit diesem Seminar dem Ziel einen Schritt näher kommen werden, unsere Moore als Naturerbe für kommende Generationen zu bewahren.

Johann Schreiner
Professor und Leiter der NNA
Hof Möhr
29640 Schneverdingen

Genese der Moore

Von Jürgen Schwaar

1. Einleitung

Biogene Lockergesteine, die weniger als 70 % Asche enthalten, werden als Torf bezeichnet. Flächenhafte Ablagerungen von mehr als 30 cm Torf nennt man Moor.

Moore, die unter dem Einfluß von nährstoffreichem Grundwasser entstanden sind, heißen Niedermoore, früher auch Niederungs- oder Flachmoore genannt. Diesen topogenen (grundwasserbeeinflussten) Mooren stehen regenwasserbedingte organische Ablagerungen (Regenwassermoore, Hochmoore, ombogene Moore) gegenüber.

2. Ursachen des Grundwasseranstieges und damit Auslösung des Niedermoorwachstums

Allmähliche Erwärmung und zunehmende Niederschläge förderten bereits im späten Pleistozän (Spätglazial) und im stärkeren Umfang im anschließenden Holozän die Entstehung von Niedermoores. Der seit der Mittleren Wärmezeit (Atlantikum) stark spürbare Meeresspiegelanstieg trug besonders im Küstenbereich zur Ausbreitung torfbildender Niedermooresellschaften (Schilfröhrichte, Groß- und Kleinseggenrasen, Erlenbruchwälder) bei. Der gesamte glaziale Formenschatz war an der Niedermoorbildung beteiligt. Auch im Holozän entstandene Altwasserarme und Salzeinsturztrichter waren Ansatzpunkte.

3. Niedermoore

Unvollkommen zersetzte Pflanzen nährstoffreicher Standorte können unter verschiedenen Bedingungen abgelagert werden und Torf bilden.

3.1 Niedermoore und ihre Bildungsprozesse

3.1.1 Verlandung (Abb. 1)

Unter Verlandung versteht man einen Vorgang der Torfbildung, der

am Grunde von Dauergewässern (perennierende Gewässer) stattfindet. Daran sind Pflanzenarten beteiligt, deren Biomasseproduktion dauernd im Wasser erfolgt (Algen, Characeen, Unterwasserblüher). Des weiteren wirken Sippen mit, die zur Fortpflanzung nur die Blüten über die Wasseroberfläche erheben (Überwasserblüher), Schwimmblattpflanzen und Arten, die einen Teil der Assimilationsorgane auch außerhalb des Wassers ausbilden (Röhrichtpflanzen). Diese subaquatischen Torfe (Unterwassertorfe; Succow 1988) werden oft von limnischen Sedimenten (Mudden) verschiedener Ausprägung (Ton-, Schluff-, Sand-, Kalk- und Lebermudden) unterlagert, deren Entstehung in das Spätglazial (Jüngere Tundrenzeit) fällt, wobei vermerkt werden muß, daß zusätzlich auch Staubeintrag an der Muddenentstehung beteiligt gewesen sein kann. Manchmal liefen diesen Verlandungsvorgängen noch semiaquatische Torfbildungen (Versumpfungen) voraus (moosreiche Kleinseggenwiesen), die bereits im Bölling- und Alleröd-Interstadial stattfanden (Schwaar 1979). Verlandungsmoore ohne Muddenunterlage sind meist jüngeren Datums und entstanden seit der Mittleren Wärmezeit (Atlantikum) durch die Auswirkungen der Meerestransgression, die mit einem Feuchterwerden des Klimas – auch im Binnenland – einherging.

3.1.2 Versumpfung (Abb. 1)

Bei ganzjährig hoch anstehendem Grundwasser wird unvollständig zersetzte Pflanzenmasse an der Oberfläche abgelagert und durch die Dauerfeuchte Torf gebildet. Eine Überflutung findet nur in Ausnahmesituationen (Katastrophen-Hochwässer) statt. Durch diesen Vorgang entstanden besonders in Nordwestdeutschland weitflächig Niedermoore, die auch von Röhrichten und Großseggenrasen gebildet wurden. Die große ökologische Amplitude dieser beiden Pflanzengesellschaften gestattete auch Vordringen und Torfbildung auf Versumpfungsstandorten. Deshalb ist es heute

schwierig, von Schilf gebildete subaquatische Torfe (Verlandung) von Versumpfungstorfen derselben Art zu unterscheiden. Auch können im Laufe der Sukzession aus Verlandungs- Versumpfungsmoore entstehen; auch der umgekehrte Vorgang (Meerestransgression) hat stattgefunden.

3.1.3 Überflutung (Abb. 1)

Eine Überflutung allein führt noch nicht zur Moorbildung. Erst wenn ein ganzjährig hoher Grundwasserstand hinzukommt, können Überflutungsmoore entstehen. Oder anders formuliert: Überflutungsmoore sind Versumpfungsmoore, die bei besonderen Niederschlagsereignissen vom Hochwasser überfahren werden. Sie finden sich ausschließlich in den Flußauen des pleistozänen Hochlandes. Eine Sonderform sind die Küstenüberflutungsmoore der südlichen Ostsee (Succow 1988). Bei Ablagerung von Sedimentfracht ist eine Ansprache im nachhinein einfach; schwieriger gestaltet sich diese, wenn eine Überflutung mit sedimentfreiem Wasser erfolgte. An der Torfbildung beteiligten sich Schilfröhrichte, Großseggenrasen und Erlenbruchwälder.

3.1.4 Verhalten des Grundwassers – Fließrichtung und -geschwindigkeit (Abb. 2)

Fast stehendes Grundwasser führt ebenso zur Niedermoorbildung wie rasches Durchströmen. So geschieht die Verlandung eines Sees meist bei stehendem Wasser. Aus Erhebungen seitlich abfließendes Grundwasser hat zur Entstehung von Durchströmungsmoores geführt, die sich an Talränder anlehnen bzw. Täler zu beträchtlichen Teilen ausfüllen können. Eine besondere Erscheinung sind die Quellmoore (Abb. 2), die ihre Entstehung und Entwicklung starken Wasserschüttungen verdanken, welche die Umgebung des Austrittes stark durchfeuchten. Ihre Größe ist gegenüber den anderen Niedermoorarten meist gering. Deshalb können sie oft übersehen werden. Dieses gilt besonders für die Talränder der klei-

nen nordwestdeutschen Flüsse (Wümme, Este, Oste u. a.), wo meist nur „Miniatur-Torflagerstätten“ übriggeblieben sind; denn die Vegetation fiel der landwirtschaftlichen Intensivierung zum Opfer. Ihre Vegetation, die moosreichen Kleinseggenrasen, gehört zu den stark bedrohten Pflanzengesellschaften. Im Bereich der baltischen Jungmoränenlandschaft (Succow 1988) und in den Mittelgebirgstälern sind sie noch häufiger zu finden. Dort haben sich an Austritten kalkreichen Quellwassers die sogenannten Kalk-Quellmoore entwickelt, auf denen sich noch viele bedrohte Pflanzenarten erhalten haben. Oft sind diese Quellmoore recht junge Bildungen, die ihre Entstehung erst menschlichen Eingriffen (Waldrodung) verdanken, wie wir in der Eifel nachweisen konnten.

3.1.5 Wachstumsrichtung und -geschwindigkeit (Abb. 3, 4 und 5)

Torfbildende Pflanzengesellschaften können mit ihren Sukzessionen langsam in ein Gewässer hineinwachsen und dieses allmählich verlanden lassen (Abb. 3). In diesem Fall spricht man von einer sukzedanen Torfbildung (Steffen 1931). Bei Seefällungen (Abb. 4) entstehen großflächig semiterrestrische Standorte, die gleichzeitig von einer torfbildenden Vegetation besiedelt werden (simultane Torfbildung).

Zu den Besonderheiten verlandender und versumpfender Standorte gehört die von Schilfinseln ausgehende Torfbildung (Abb. 5). Auf erhöhten Stellen in Flachseen entstehen Anhäufungen von Schilfresten und Getreibseln anderer Röhrichtarten, die sich letztendlich über den Seewasserspiegel erheben und eine artenreiche Sumpf- und Wasserpflanzenvegetation tragen können. Seitliche Ausbreitung und Zusammenwachsen dieser „Inselebryonen“ schaffen Voraussetzungen für ein weitflächiges Niedermoorwachstum. Manchmal werden auch schwimmende Röhrichtinseln beobachtet, die sich erst nach geraumer Zeit am Seegrund festsetzen und so zur Erblindung des Gewässers beitragen. Besonders im Donau-

delta gibt es solche (Horvat, Glavac & Ellenberg 1974) torf- und moorbildenden Vorgänge; diese Inseln werden dort als „Plaur“ bezeichnet, ein rumänisches Wort, das auch in der wissenschaftlichen Nomenklatur Eingang gefunden hat.

3.1.6 Zoo- und anthropogene Ursachen der Niedermoorbildung

Biber mit ihren Dammbauten und die damit verbundene Vernässung dürften in der Vergangenheit zur Entstehung von Niedermoores beigetragen haben. In nördlichen Gebieten und in Feuerland (ausgesetzte Biber!) kann heute noch Entsprechendes beobachtet werden. Verfallene und aufgegebene Dämme ließen Biberseen verschwinden und sorgten für gebüsch- und waldfreie Standorte, die Elchäsung auf lange Zeit offenhielt. Mühlenstau und ähnliche technische Zweckbauten haben in der Vergangenheit Einfluß auf die Niedermoorbildung ausgeübt (Schwaar 1976).

3.1.7 Das Ende der Niedermoorbildung

Die Niedermoorbildung erfolgt solange, wie die torfbildende Vegetation mit ihrem Wurzelwerk das nährstoffreiche Grundwasser erreichen kann. Ist solches nicht mehr möglich, kommt es zum Wachstumsstillstand oder – im humiden Klima – zu einer nur von Regenwasser abhängigen Hochmoorbildung. Zusätzlich haben menschliche Eingriffe (Grünlandnutzung) wachsende Niedermoores verschwinden lassen, so daß heute zunehmend – wenn möglich – eine Wiederherstellung gewünscht wird.

4. Hochmoore

4.1 Ursachen der Hochmoorbildung

Wird der Zugang der torfbildenden Niedermoorvegetation zum nährstoffreichen Grundwasser zunehmend schwieriger, bilden sich oft Birken- und Kiefernbruchwälder

aus, die einen Übergang zum nur vom Regenwasser abhängigen Hochmoor einleiten. Plötzlicher Abbruch der grundwasserabhängigen Nährstoffversorgung kann dazu führen, daß sich unmittelbar über den Schilf-, Radizellen- oder Erlenbruchwaldtorfen eine Hochmoorvegetation ansiedelt. Vielfach wachsen aber auch ohne Zwischenschaltung von Niedermooreschichten über einem podsolierten mineralischen Untergrund Hochmoore (wurzelechte Hochmoore) auf. Die Nährstoffversorgung erfolgt ausschließlich über Regenwasser und Staubeintrag. Deshalb sind diese Standorte extrem nährstoffarm und erlauben nur wenigen Arten ein Fortkommen. Hauptverbreitungsgebiete der Hochmoore sind Nordwest-, Nord- und Osteuropa, Sibirien, Alaska, Kanada und Feuerland.

4.2 Hochmoorwachstum

Spätglaziale und boreale Hochmoorbildungen sind bislang nicht bekannt geworden. Erst seit der Mittleren Wärmezeit (Atlantikum) läßt sich eine Ausbreitung feststellen. Etwas vereinfacht formuliert kann man sagen, daß erst mit der Seßhaftwerdung des Menschen in Mitteleuropa die Bildung von Hochmooren einsetzte. Die Haupttorfbildner sind Sphagnum (Bleichmoose). Diesen sind Wollgräser (*Eriophorum vaginatum* und *E. angustifolium*), Ericaceen (*Calluna vulgaris*, *Erica tetralix*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus*), *Rhynchospora alba*, *Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* beige mischt, um nur die wichtigsten Arten zu nennen. Bei den Sphagnum gibt es starke regionale Unterschiede: In Nordwesteuropa findet sich *Sph. imbricatum*, in Osteuropa überwiegend *Sph. fuscum*, in Sibirien herrschen *Sph. jensenii* und *Sph. lenense* vor. Der nordseennahe Raum ist für seine zweigeteilten Hochmoore bekannt. Die unteren Teile werden von einem stark zersetzten, älteren Hochmoortorf (Schwarztorf) eingenommen, während die oberen Schichten aus einem schwach zersetzten, jüngeren Hochmoortorf (Weißtorf) bestehen. Der Kontakt

beider Torfarten wird nach C. A. Weber (1856-1931), dem ersten Botaniker der Preußischen Moorversuchsstation in Bremen, auch Weberscher Grenzhorizont genannt; er ist nicht zeitgleich (Schneekloth 1970). Der Zersetzungswechsel war von Moor zu Moor verschieden, ja sogar innerhalb eines Hochmoores nicht einheitlich. Als übergeordneter Auslösungsmechanismus wird heute der Wechsel zu einem kühleren Klima angenommen. Ohne die nachwärmezeitliche Abkühlung hätte es keinen Weißtorf gegeben. Örtlich verschiedene hydrologische Verhältnisse haben jedoch eine Modifizierung herbeigeführt, die einmal früher oder später zu dem Umschwung führte.

4.3 Oberflächenformen und Mikrorelief

Verschiedene Oberflächenformen (Mikrorelief) prägen das Erscheinungsbild der Hochmoore, die aber in Nordwestdeutschland und den Niederlanden heute nur noch undeutlich wahrgenommen werden können; Moorbrandkultur, Abtorfung und landwirtschaftliche Nutzung haben diese Konturen verwischt. Feinstratigraphische Untersuchungen lassen aber Rückschlüsse auf ehemalige Oberflächenformen zu. „In situ“ können diese heute noch in Nord- und Osteuropa und überseeischen Gebieten studiert werden. Einmal gibt es weitflächige, teppichartige Strukturen ohne deutliche Höhenunterschiede. Das andere Extrem ist eine starke Differenzierung in Bulten und Schlenken. Dazwischen finden sich mannigfaltige Übergänge. Die in der Literatur erwähnte Besiedlung durch verschiedene Pflanzengesellschaften (Schlenken- und Bultgesellschaften) ist nicht überall vorhanden. Im „teppichartigen“ Relief wachsen die typischen Bult- und Schlenkenarten nebeneinander. Die früher vertretene Ansicht von einem alternierenden Bult-/Schlenkenwechsel hat sich als irrig herausgestellt. Ein Bult wächst über lange Zeit immer als Bult und eine Schlenke über lange Zeit immer als Schlenke auf. Oft kann man eine ausgeprägte Häu-

fung von stark differenzierten Höhenunterschieden am Moorrand beobachten, während das Innere von einer flachwelligen und teppichartigen Oberfläche eingenommen wird. Der Formenschatz des Mikroreliefs könnte erweitert werden, wenn man Form und Ausdehnung der Schlenken betrachtet. Dieses leitet aber bereits zu den verschiedenen Hochmoortypen über.

4.4 Hochmoortypen

Es fällt schwer, hier umfassend über die Fülle der verschiedenen Hochmoortypen zu berichten. Einerseits ist – wie bereits dargelegt – in Deutschland vieles unwiederbringlich verlorengegangen, so daß nur noch über Großrestuntersuchungen der Torfe Aussagen möglich sind; andererseits gibt es in der übrigen Welt eine solche Fülle an Hochmoortypen, deren Beschreibung den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde. Zusätzlich kommt hinzu, daß vieles überhaupt nicht bekannt und erforscht ist.

Wir lehnen uns an Overbeck (1975) an. Danach war das Plateaumoor mit Randsumpf (Lagg), verbuschtem Randgehänge und baumloser, uhrglasförmig aufgewölbter Hochfläche in Norddeutschland sehr verbreitet. In flachen Küstengebieten entstanden Planhochmoore ohne Lagg und Randgehänge, aber ebenfalls baumlos. In kälteren Gebieten (Finnland) haben sich Schildhochmoore entwickelt, die eine ringförmige Schlenkenanordnung haben (Kermihochmoore). In hügeligen Regionen und an schwach geneigten Hanglagen breiteten sich exzentrische Hochmoore aus, die im oberen Teil hangwasserbeeinflusst sind und am unteren Ende ein steiles Randgehänge aufweisen. Die schon erwähnten Planhochmoore gehen in extrem ozeanischen Gebieten in Deckenmoore (blanket bogs) über, die sich der Oberfläche des mineralischen Untergrundes anschmiegen und deren Sphagnen über Berge und Täler wuchern. Gegen Osten nimmt in Europa die Bewaldung der zentralen Hochmooraufwölbungen zu, bis schließlich Waldhochmoore entste-

hen konnten, in denen Sumpfporst (*Ledum palustre*) und *Sphagnum fuscum* dominieren. Wir wollen die niederschlagsreichen Gebirgslagen nicht vergessen, wo Hochmoore sich als Kamm-, Sattel- und Hangmoore ausbilden. Sonderbildungen von Hochmooren, die zu den Niedermooren vermitteln, sind die Aapa-Hochmoore (Stranghochmoore) mit ihren strangförmigen Hochmooran-teilen. Ähnliches gilt für die Torfhügel (Palsa) in Nordskandinavien und auf der Kola-Halbinsel.

Nicht zu vergessen sind die versunkenen Hochmoore des nordwestdeutschen Küstengebietes. Der Meeresspiegelanstieg ließ in der Vergangenheit das Grundwasser ansteigen und brachte das Hochmoorwachstum zum Erliegen; auf dem Hochmoor wuchs wieder ein Niedermoor auf. Diese Umkehrung dieses Gesetzes der abnehmenden Hydrophilie konnte auch in Flußtälern nachgewiesen werden, wo Staumaßnahmen bei der Errichtung einer mittelalterlichen Wasserburg über einem Hochmoor ein Nieder-Overbeckmoor entstehen ließen (Schwaar 1985).

4.5 Ausblick und Zusammenfassung

Die Vielfalt der Hochmoortypen und die damit verbundenen Entstehungsmechanismen ließe sich noch vermehren, wenn man noch Nordamerika, Sibirien, Ostasien und Feuerland mit einbeziehen würde. Von dort tätigen Wissenschaftlern liegen bereits umfangreiche Untersuchungen vor. Dennoch ist die Genese der Moore noch lange nicht vollständig erforscht, wovon sich der Verfasser bei Forschungsreisen nach Übersee überzeugen konnte.

Dank

Meinen Mitarbeiterinnen Frau R. Wolters und Frau R. Corzelius danke ich für die sorgfältige technische Assistenz und die graphische Umsetzung wissenschaftlicher Ergebnisse.

Literatur

Horvat, I.; Glavac, V. & Ellenberg, H. (1974): Vegetation Osteuropas. – 768 S.; Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart.

Overbeck, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. – 719 S.; Wacholtz Verlag, Neumünster.

Schneekloth, H. (1970): Das Ahlen-Falkenberger Moor. Eine moorgeologische Studie zur Altersfrage des Schwarz-/Weißtorfkontaktes und zur Stratigraphie des Küstenholozäns. – Geol. Jb. 89, S. 63–69; Hannover.

Schwaar, J. (1976): Paläogeobotanische Untersuchungen im Belmer Bruch bei Osnabrück. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 38, S. 335–354; Bremen.

Schwaar, J. (1979): Spät- und postglaziale Pflanzengesellschaften im Dümmer-Gebiet. – Abh. Naturw. Ver. Bremen 39, S. 129–152; Bremen.

Schwaar, J. (1985): Subfossile Kleinseggenrieder, versunkene Hochmoore, natürliche Kiefernorkommen und bis in das Mittelalter überdauernde Ulmenmischwälder bei Lauenbrück, Krs. Rotenburg/Wümme. – Jb. Naturw. Ver. Fürstent. Lüneburg 37, S. 161–175; Lüneburg.

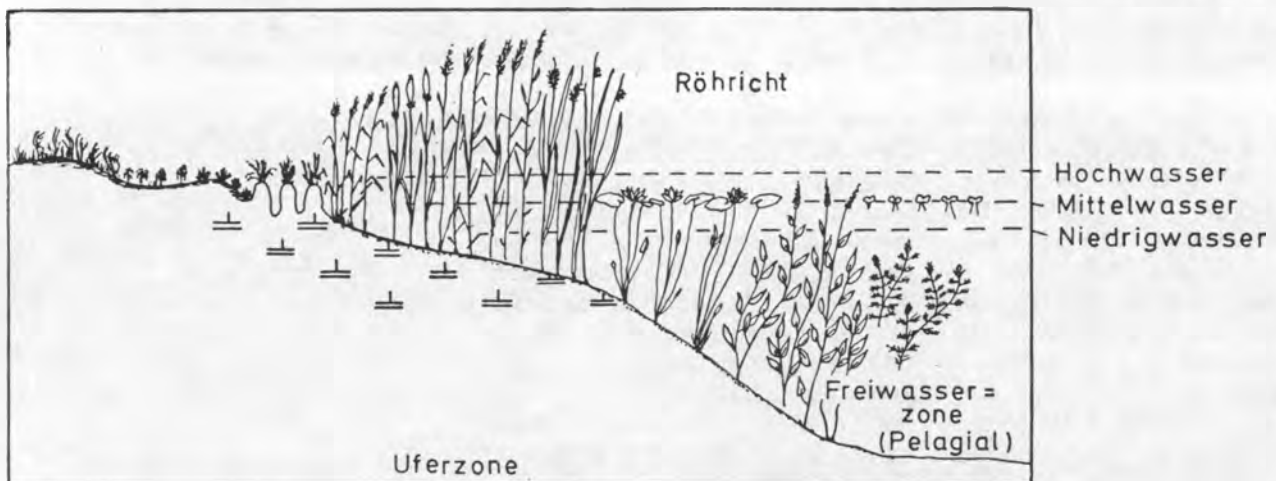
Succow, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. – 340 S.; Gebr.-Bornträger-Verlag, Berlin/Stuttgart.

Steffen, H. (1931): Vegetationskunde von Ostpreußen. – 406 S.; Gustav-Fischer-Verlag, Jena.

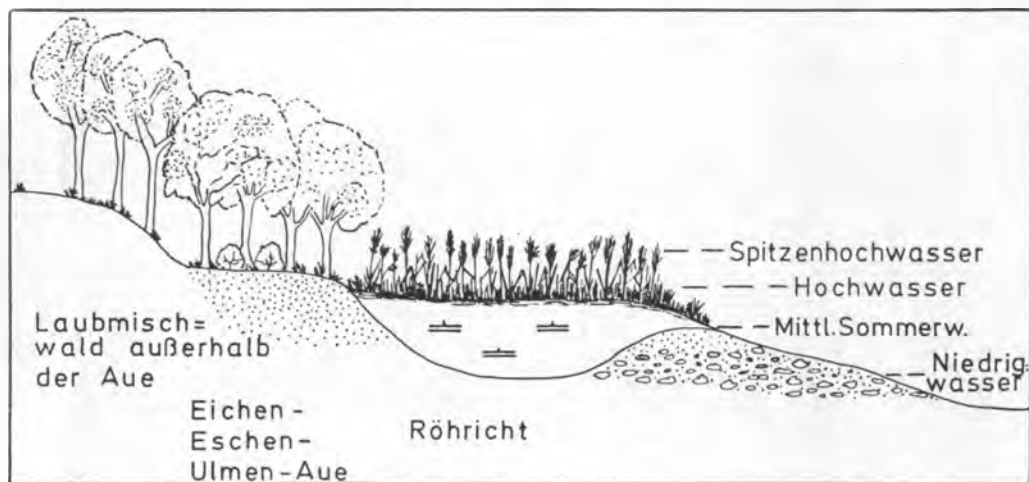
Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen Schwaar
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches
Institut Bremen
Friedrich-Mißler-Str. 46/50
28211 Bremen

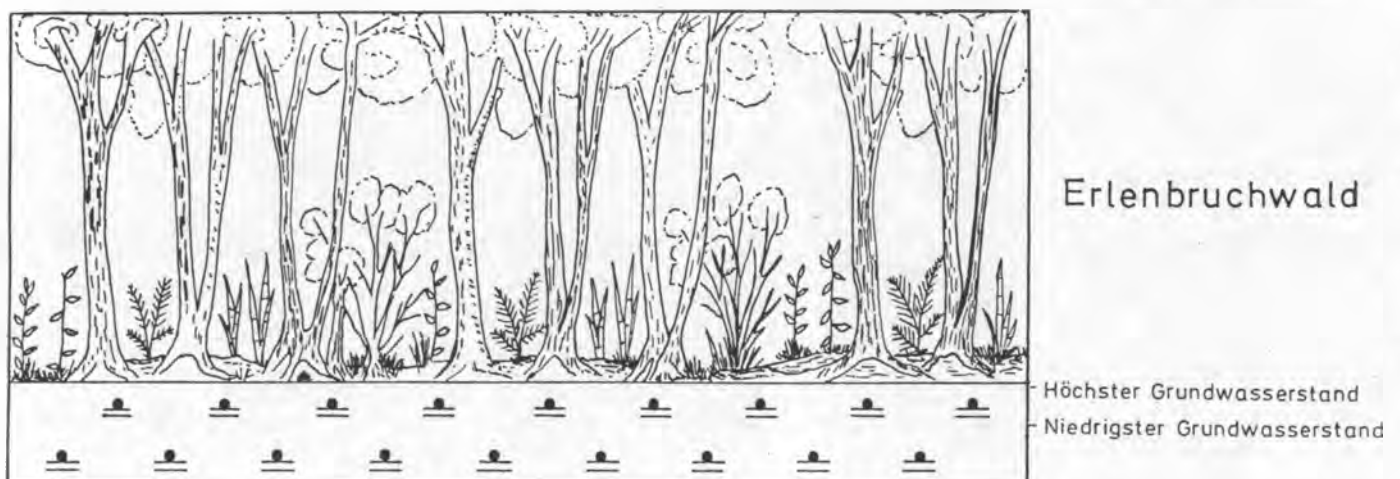
Abb. 1: Ursachen der Niedermoorbildung



Verlandung

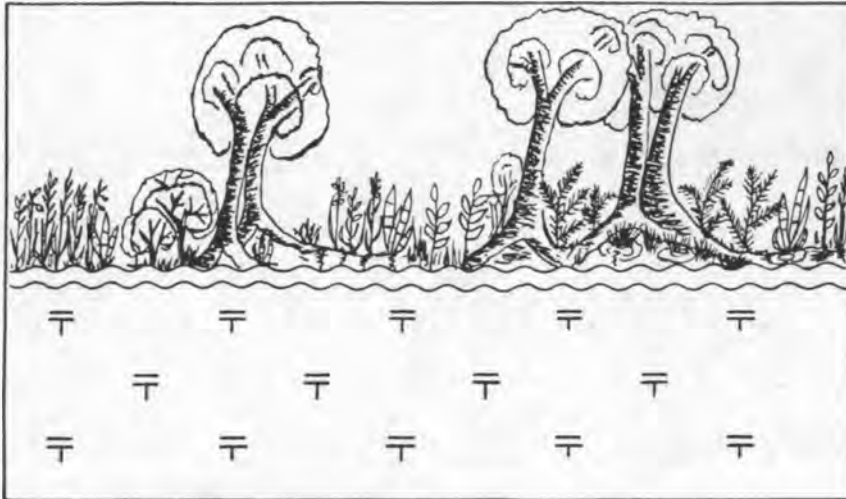


Überflutung

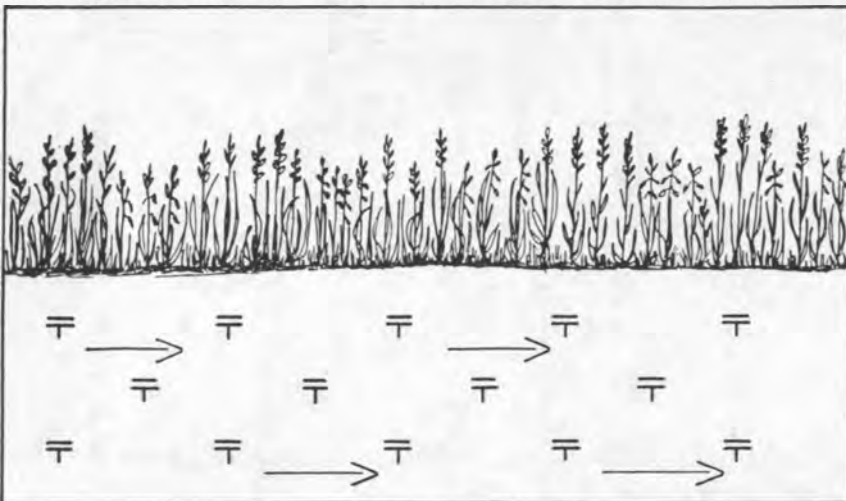


Versumpfung

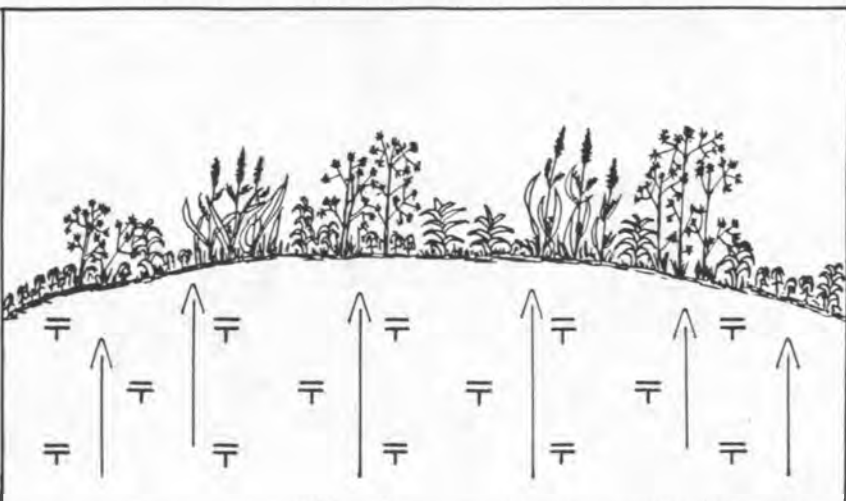
Abb. 2: Ursachen der Versumpfung



Stehendes
Grundwasser



Strömendes
Grundwasser



Quellwasser

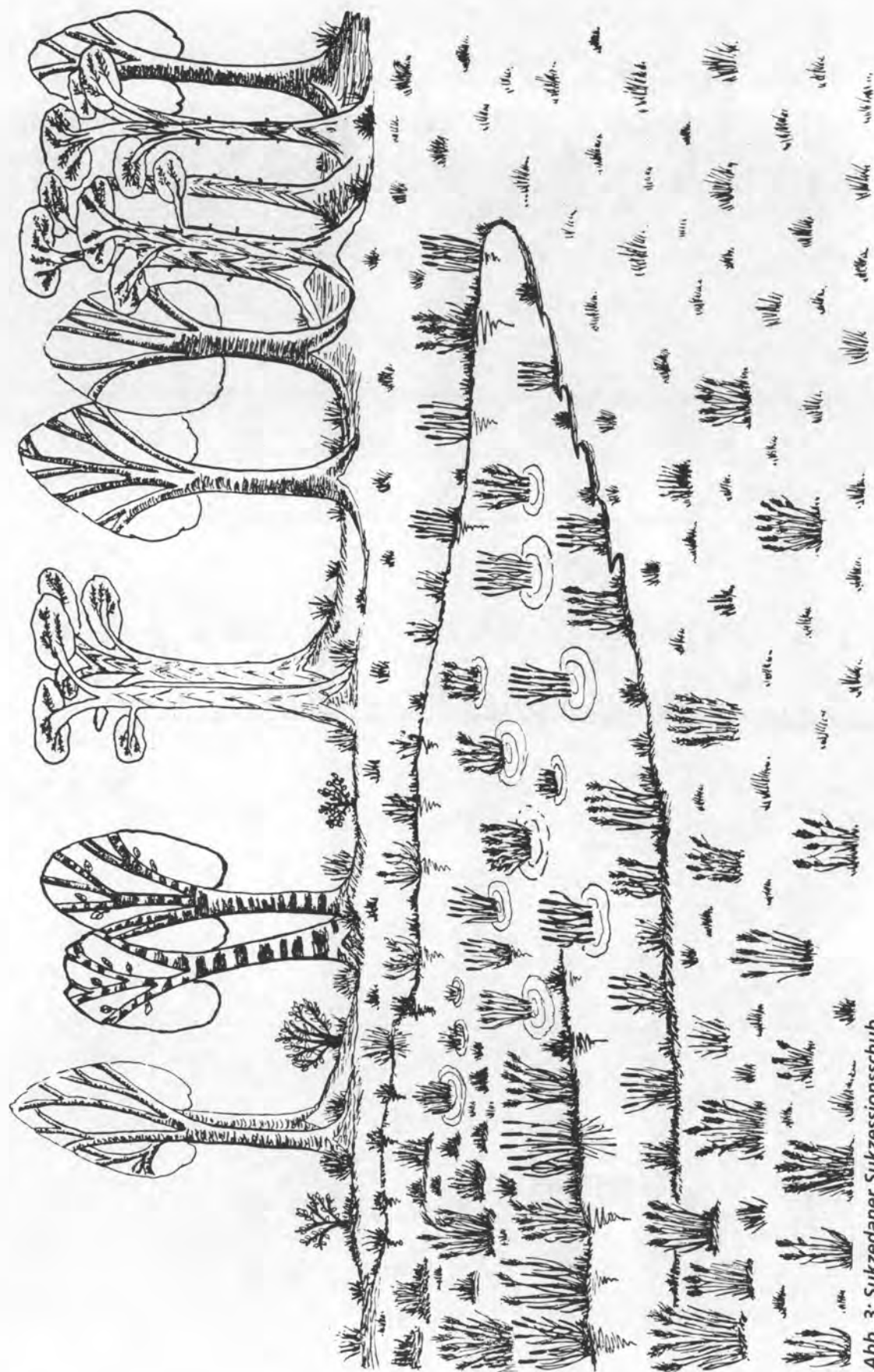


Abb. 3: Sukzedaner Sukzessionsschub



15 Abb. 4: Simultaner Sukzessionsschub

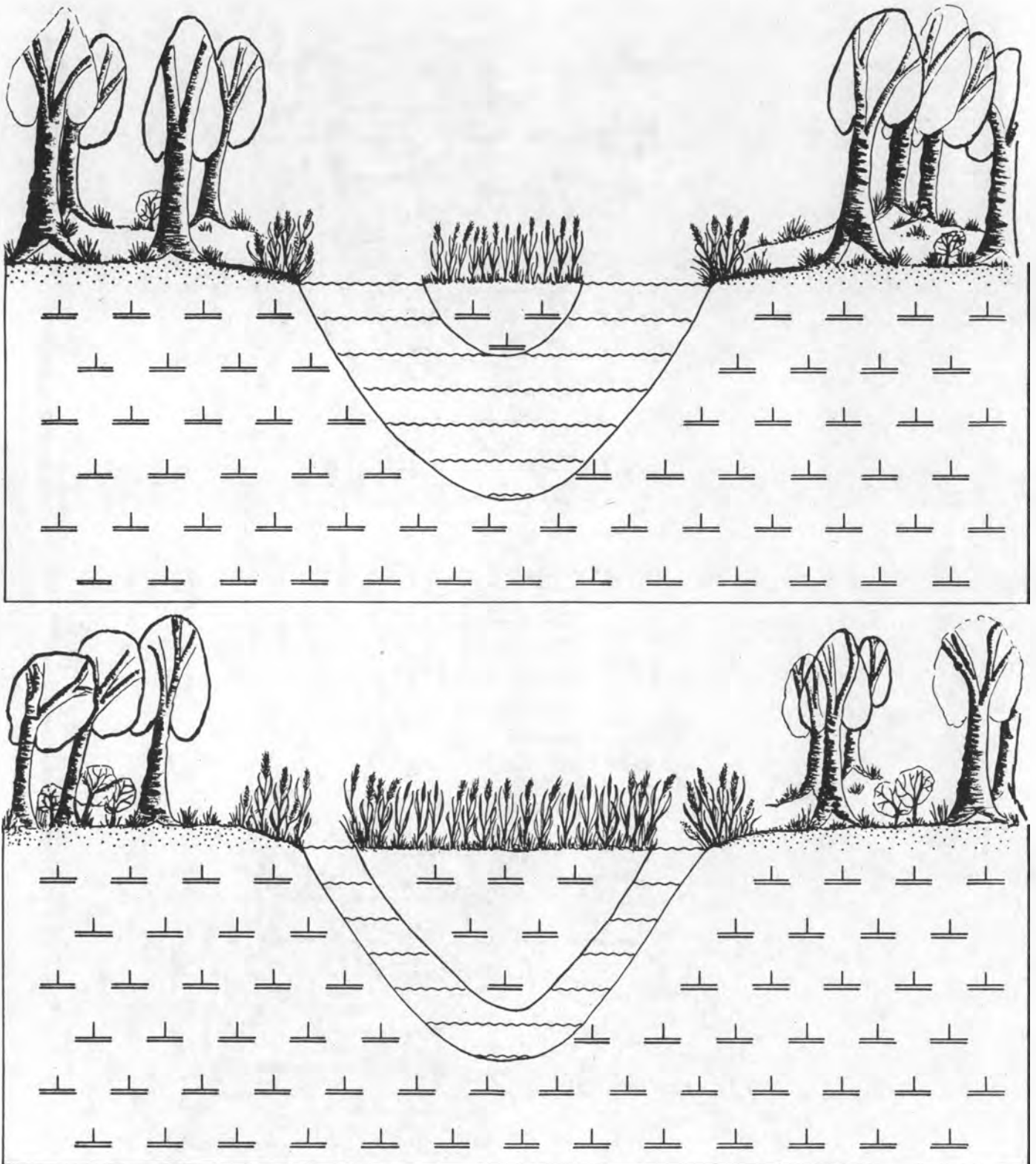


Abb. 5: Verlandung durch schwimmende Schilffinseln (Plaur)

Entwicklung und Systematik der Moorböden

Von Herbert Kuntze

1. Fossile Vertorfung – rezente Pedogenese

Aus moorbildenden Torfen entstehen durch anthropogene Einflüsse (Entwässerung, Düngung, Bearbeitung) Moorböden. Schon während der Moorbildung können infolge klimatischer und hydrographischer Wechsel bei vorübergehend saisonalen wie besonders längerfristig trockeneren und wärmeren Bedingungen erste Bodenbildungen stattfinden. Diese fossilen Bodenbildungen werden durch den Zersetzungs- (Z), besser Humifizierungsgrad (H) der Torfe (1–10 n. v. POST) beschrieben.

Fossile wie rezente Bodenbildungen aus Torfen verlaufen unterschiedlich schnell und weit in Abhängigkeit vom natürlichen bzw. anthropogenen Grad der Trophie und Azidität/Basizität. Die nur bis zu einem mittleren Zersetzungs-/Humifizierungsgrad aus Großresten makroskopisch ableitbare torfbildende Pflanzengesellschaft ist ein Spiegelbild der hydrologischen und trophischen Randbedingungen einer Vermoorung und Vertorfung. Wenn immer möglich, sollten deshalb mindestens die botanischen Torfarteneinheiten (Moos-, Kräuter-, Ried-, Reiser- und Holztorfe) mit angegeben werden.

Für rohstoffwirtschaftliche und landeskulturelle Erschließung der $\pm$ unberührten Moore war diese moorgeologische und geobotanische Beschreibung und Klassifizierung bisher ausreichend. Die Niedermoore jedoch sind großflächig in Deutschland seit Jahrhunderten (Beginn mittelalterliche Erschließung durch die Klöster), die Hochmoore dagegen teilweise erst seit dem 18. Jh. kultiviert. Natürliche, unberührte, „wachsende“ Niedermoore sind nur noch sehr kleinflächig am Rande von Gewässern vorhanden. Auch wachsende Hochmoore sind nur noch kleinflächig vorhanden. Ca. 20 % der vormaligen Hochmoorfläche in Niedersachsen befinden sich durch rand-

liche Entwässerung, Moorbrandkultur und Immissionen in einem Stillstands- bzw. Degenerationsstadium. In der Entscheidung – Rekultivierung oder Renaturierung – müssen die inzwischen mit unterschiedlicher Intensität abgelaufenen rezenten Bodenbildungsprozesse stärker berücksichtigt werden. Sie sind durch charakteristische Horizonte mit Gefügeformen ausgewiesen. Dazu reichen Differenzierungen nach dem Zersetzungsgrad und nach botanischen Torfartengruppen nicht mehr aus.

2. Bodenbildende Prozesse

Nach- und nebeneinander laufen folgende bodenbildende Prozesse in entwässerten, gedüngten und landbaulich genutzten Mooren ab:

Sackung – Torfschwund (Mineralisierung/Humifizierung) – Vererdung – Vermulmung – (Torf-) Schrumpfung – Vermurschung.

Sackung:

Je nach vorhandener Lagerungsdichte und Moormächtigkeit innerhalb fünf bis zehn Jahren nach Entwässerung Zunahme der Rohdichte und Höhenverluste zwischen 10 und 30 %. Dabei vorrangig Verlust an dränenden Grobporen und solange verbesserte Tragfähigkeit, wie Flurabstand des Grundwassers > 50 cm u. GOF bleibt. Dann werden neue, wiederholte Entwässerungsmaßnahmen erforderlich. Je nach Vorflut und Moormächtigkeit endet diese Sackung mit stau- bis haftnassen Moorböden.

Torfschwund:

Nach Belüftung durch Entwässerung und Bearbeitung setzt sich die unter Luftabschluß bei Wasserüberschuß unterbrochene *primäre* biochemische, aerobe Mineralisierung und Humifizierung fort anstelle einer vorher anaeroben Verwesung. Abhängig von Zersetzungsgrad und

Trophie (C/N, pH) erfolgt dieser Torfschwund unter Verlust leicht abbaubarer organischer Substanzen mit relativer Anreicherung schwerer abbaubarer organischer Reste (z. B. Lignine) bzw. oxidativem Aufbau makromolekularer Huminstoffe (Humifizierung). Je nach Nutzungsintensität (Acker > Grünland) und Klima ist dieses ein kontinuierlicher Vorgang mit jährlichen Höhenverlusten zwischen 5 und 70 mm. Man kann einen Moorboden also „herunterwirtschaften“.

Vererdung:

Ausbildung eines schwammigen Krümelgefüges $\pm$ humifizierter Torfe mit mikroskopisch noch erkennbaren pflanzlichen Strukturen ist das 1. Gefügestadium. Diese optimale Gefügeform der Moorböden ist bei nicht zu intensiver Entwässerung und Belüftung (Grünland) in Feuchtgebieten vorherrschend.

Vermulmung:

Ein feinkörniges bis staubiges, schwer benetzbares, leicht ausblasbares („Mulm“), huminstoff- und aschereiches Feinstkorngefüge in ackerbaulich oder bei häufigerem Grünlandumbruch stärker belüfteten, wiederholt bis zum Welkepunkt austrocknenden Krumen. Diese tritt unter trockenem Klima (Ostdeutschland) deutlicher auf als unter humidem in Westdeutschland.

Schrumpfung:

Vom primären Zersetzungsgrad bzw. sekundären Humifizierungsgrad abhängig entsteht im Einflußbereich der Grund-/Stauwasseramplitude bei *gelegentlicher* Austrocknung aus einem kohärenten Gefüge durch Absonderung ein grobes Säulen-Prismengefüge. Dabei ist der ursprüngliche Torfcharakter an vereinzelter Pflanzenteilen in der $\pm$ humifizierten Matrix noch erkennbar. Im Unterboden weniger

weit austrocknend, ist dieses Gefüge weitgehend durch Quellung reversibel zum Kohärentgefüge.

Segregierung:

Bei häufigerer und intensiver Austrocknung im oberen Bereich zwischen Torfschrumpfung (Unterboden) und Vermulmung (Oberboden) entsteht ein Grobpolyedergefüge mit koksartiger Beschaffenheit („Mursch“). Diese Segregate sind sehr dicht und stabil infolge weitgehend irreversibler Ausprägung. Ihr Vorkommen bedeutet ungünstige Eigenschaften für Bodenwasserhaushalt und Nährstoffdynamik durch Unterbrechung der Kapillarität. Dieser Murschhorizont ist kaum durchwurzelt. Tiefe und Mächtigkeit dieser insgesamt als Vermurschung bezeichneten Pedogenese ist in ariden Klimaten deutlicher ausgeprägt als in humiden Klimaten.

In Abb. 1 sind typische Horizontabfolgen von durch o. a. Prozesse besonders geprägten Niedermoorböden dargestellt. In kultivierten Hochmoorböden bleiben diese Horizontdifferenzierungen auf die durch Kalkung und Düngung meliorierten oberen 1–3 dm begrenzt.

3. Klassifikation

Moorböden werden wegen ihrer Eigenständigkeit in Entstehung und Substraten als eigene Abteilung in der bodenkundlichen Systematik zusammengefaßt. Sie werden in zwei Klassen untergliedert:

- a) natürliche/naturnahe Moore und
- b) anthropogen stärker veränderte Moore.

Natürliche Moore haben, von pedogenetischen Differenzierungen abgesehen, den ursprünglichen Profilaufbau. In anthropogen stärker veränderten Mooren sind die Profile z. B. durch Spatenkultur oder Tiefpflügen völlig umgestaltet. Deutsche Hochmoorkulturen und Niedermoor-schwarzkulturen zählen bodensystematisch daher noch zu den natürlichen/naturnahen Mooren. Da diese ökologisch von besonderem Wert als Feuchtbiotop sind, sollen sie hier ausführlicher als die anthro-

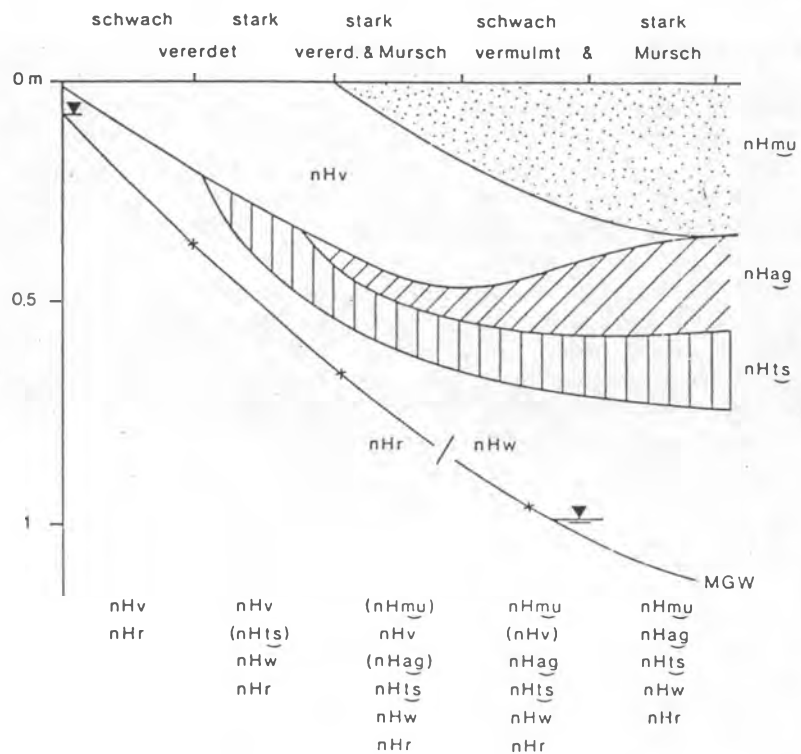


Abb. 1: Typische Horizontabfolgen von Niedermoorböden

pogen veränderten Moore behandelt werden.

3. 1. Natürliche und naturnahe Moorböden

Bodentypen sind durch charakteristische Horizontabfolgen und spezifische Eigenschaften der Horizonte definiert. Wegen des überraschenden trophischen Einflusses auf Torfarten und ihre Bodenbildung werden zwei bodenkundliche Torfartengruppen und Moorbodentypen unterschieden (s. Tab. 1).

I. Aus minerotrophen Torfen – Niedermoor (HN)

II. Aus ombrotrophen Torfen – Hochmoor (HH)

Für diese bodentypologische Einordnung ist die bodenkundliche Torfartengruppe der obersten mindestens 3 dm maßgebend.

Beim Moorbodentyp „Niedermoor“ werden drei Subtypen unterschiedlicher Trophie, unterschiedlichen Karbonatgehaltes und

pH-Wertes unterschieden, Übergangsmoor ist ein Niedermoorstyp. Beim Moorbodentyp „Hochmoor“ wird nur noch ein Subtyp ausgewiesen. Der bisherige Subtyp „wurzelechtes Hochmoor“ wurde aufgegeben.

Durch Indikatorpapier oder Bleine-Feld-pH-meter sind die pH-Werte in situ zu messen. Sie gestatten zusätzlich zur Karbonatdiagnose (Salzsäureprobe) die Zuordnung zum jeweiligen Subtyp. Typische Torfabfolgen sind mit entsprechenden Torfartensymbolen für die jeweiligen Subtypen anzugeben. In Klammern gesetzte Symbole deuten mögliche Abfolgen an. Weitere Untergliederungen der Subtypen sind nach der Torfmächtigkeit des gesamten Profils und seiner bodenkundlichen Feuchtestufe möglich. Die jeweiligen Torfschichten werden, sofern pedogenetisch überprägt, durch die Zusätze vererdet, vermulmt, vermurscht, ergänzt. Fossile Bodenbildungen aus Torfen

Tab. 1: Klasse a) Natürliche/naturnahe Moore

Typ subf. Vegetationsreste	Niedermoor (HN) minerotrophente Pflanzen			Hochmoor (HH) ombrotrophente Pflanzen
Subtyp pH (H ₂ O) Profil	typ. Niedermoor (HNn) > 4,8 nH/(F)/II MB*	carb.halt. Niedermoor (HNc) > 6,5 nHc/(F)/II MB	Übergangsmoor (HNu) < 4,8 uH/(nH)/(F)/II MB	typisches Hochmoor (HHn) < 3,0 hH/(uH)/(nH)/(F)/II MB
Moorbodenform	Weitere Untergliederungen			bodenkundliche Feuchtestufe (BF)
Torfmächtigkeit	Pedogenese (rezent)			
flach 3–7 dm	vererdet } schwach vermulmt } mittel vermurscht } stark			BF 11 = offenes Wasser
mitteltief 8–12 dm				BF 5 = mittelfrisch
tief 12–20 dm				BF 0 = dürr
sehr tief > 20 dm				je nach GW-Stufe u. physik. Substrateigensch.
	Pedogenese fossil – Zersetzungsgrad			zw. 11–4,5 (HN) 11–3 (HN)

* MB = Mineralboden, II = fossil
F = Mudde
nH, uH, hH = Nieder-, Übergangs-, Hochmoortorf
c = carbonathaltig

werden (im Unterboden) mit dem Zersetzungsgrad angegeben. Botanische Torfarteneinheit (biogenes Ausgangsgestein) und Mineralbodensubstanzanteile sowie die pedogenetischen Merkmale ergeben zusammen mit dem Moorbodentyp bodensystematisch die *Moorbodenform*, z. B. stark vermulmter/vermurschter, typischer Niedermoorboden über mäßig zersetzten Schilfseggentorfen über Talsand (= Versumpfungsmoor).

3.2. Anthropogen veränderte Moore

In Tab. 2 sind für diese Klasse zwei Typen: Moordeckkulturboden (vorwiegend aus Niedermooren) und Moormischkulturboden (nur aus Hochmooren) mit ihren verfahrenstechnisch (Spaten, Bagger, Kuhlmaschine, Tiefpflug) stark veränderten Profilen vergleichend mit ihren Abkürzungen dargestellt.

4. Ausblick

Wie für die Moorkultur sind auch für die Beantwortung ökologischer Fragen im Rahmen von Moorschutz und -renaturierung Kenntnisse über die Stratigraphie und Genese der Moore und Moorböden in ihrer flächenhaften Verbreitung und Eigenschaften vor Einleitung *nachhaltig* angestrebter Nutzung bzw. Funktion im Landschaftshaushalt aus vorhandenen Bodenkarten bzw. durch Kartierung zu verschaffen. Sie objektivieren den Bedarf, die Eignung und den Erfolg von Meliorations- wie Schutzmaßnahmen. Das Klimaxstadium der Moorböden ist die Vererdung. Häufig ist dieses inzwischen überschritten. Je weiter die Entwicklung der Moorböden über dieses Klimaxstadium hinausreicht, um so schwieriger werden Rekultivierungen wie Renaturierungen.

5. Literatur

AG Bodenkunde: Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Auflage, E. Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1982 (4. Aufl. in Vorber.).

Roeschmann, G., G. Große-Brauckmann, H. Kuntze, J. Blankenburg u. J. Tüxen: Vorschläge zur Erweiterung der Bodensystematik der Moore, Geol. Jb, R. F. Heft 29, 1993.

Kuntze, H. (Hrsg.): Nutzung und Düngung der Moorböden, Bodentechnologisches Institut Bremen 1984.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Herbert Kuntze
Niedersächsisches Landesamt für
Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Str. 46/50
28211 Bremen

Tab. 2: Klasse b) Anthropogen veränderte Moore

Typen	Moordeckkulturboden YHD (überw. HN)		Moormischkulturboden YMH (nur HH!)	
Subtypen	Sanddeckkultur	YDHn	Fehnkultur	YMHf
	Kuhldeckkultur	YDHk	Kuhlmischkultur	YMHk
	Baggerdeckkulturboden	YDHB	Baggermischkultur	YMHb
	Tiefpflugdeckkultur	YDHu	Sandmischkultur	YMHu
	Leegmoordeckkultur	YDHI	Spittkultur	YMHt

Zum Niedersächsischen Moorschutzprogramm (Kurzfassung)

Von Erich Bierhals

Niedersachsen ist das an Hochmooren reichste Land der Bundesrepublik. Der starke Rückgang der Hochmoorflächen durch „Kultivierung“ und Torfabbau führte zu einer Inventur der niedersächsischen Torflagerstätten und zu Untersuchungen ihrer Schutzwürdigkeit (u. a.: *Birkholz/Schmatzler/Schneekloth* 1980, *Schmatzler* 1983, *Tüxen* 1983), auf denen das Moorschutzprogramm aufbaute.

Durch die Bestandserfassung wurden noch ca. 2500 qkm Hochmoor im geologischen Sinn ermittelt. Davon waren:

- natürliches Hochmoor ca. 36 qkm
- naturnahes Hochmoor ca. 86 qkm
- degeneriertes Hochmoor ca. 92 qkm
- stark verändertes Hochmoor ca. 325 qkm
- Hochmoor-Grünland ca. 1367 qkm
- Hochmoor-Acker und -Forst ca. 182 qkm
- Abtorfungsflächen ca. 260 qkm

Das Niedersächsische Moorschutzprogramm wurde in zwei Teilen vom damals für den Naturschutz zuständigen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten veröffentlicht:

- Teil I (1981) für die Hochmoore mit torfwirtschaftlicher Bedeutung,
- Teil II (1986) für die sonstigen Hochmoore und Kleinsthochmoore des Flachlandes.

In einer Übersichtskarte des Landes wurden 91 „Hochmoore mit abbauwürdigen Teilflächen“ dargestellt, ferner die sonstigen Hochmoore (nach Naturnähe differenziert) und die Kleinsthochmoore.

In Karten des Maßstabs 1:25 000 erfolgten detaillierte Darstellungen zu den 91 Mooren des Moorschutzprogramms T. I (Torfart, Mächtigkeit, Nutzungsempfehlungen).

Ziel des Moorschutzprogramms ist es,

- naturbetonte Hochmoor- und Moorrandbereiche von ca. 540 qkm als NSG auszuweisen und durch Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen zu verbessern,
- Kleinsthochmoore im naturnahen Zustand zu NSG oder ND zu erklären,
- Hochmoorbereiche im Umfang von ca. 300 qkm, die abgetorft sind oder noch abgetorft werden, als NSG mit dem Schutzzweck Regeneration einzurichten.

Dieses Ziel ist gegenwärtig quantitativ zu rund einem Drittel erreicht: Ca. 300 qkm sind zu NSG erklärt oder befinden sich im Verfahren. In qualitativer Hinsicht befinden sich jedoch viele der Schutzgebiete noch nicht im erforderlichen Zustand.

Neben der Ausweisung von Naturschutzgebieten gibt es weitere Möglichkeiten zur Umsetzung des Moorschutzprogramms:

- Nach den Besonderen Vorschriften über den Bodenabbau im NNatG § 19 ist die Genehmigung zum Torfabbau nur dann zu erteilen, wenn gewährleistet ist, daß das Abbauvorhaben mit dem Naturschutzrecht, dem öffentlichen Baurecht und sonstigem öffentlichen Recht vereinbar ist. Abbauanträge in für den Naturschutz wertvollen Bereichen sind damit i. d. R. nicht vereinbar.
- Durch § 28 a NNatG sind Hochmoore besonders geschützte Biotope, in denen alle Handlungen verboten sind, die zu einer Zerstörung oder sonst erheblichen Beeinträchtigung führen können.
- Im Entwurf des Landesraumordnungsprogramms Niedersachsen sind die „roten Flächen“ des Moorschutzprogramms (die „Flächen für den Naturschutz“) als „Vorranggebiete für Natur und Landschaft“ dargestellt.

Die Koalitionsvereinbarung zwischen SPD und GRÜNEN vom 19. 6. 1990 gibt dem Hochmoorschutz besonderes Gewicht: „Alle naturnahen Hochmoorflächen in Niedersachsen sollen auf der Grundlage des Moorschutzprogrammes gesichert werden. Neue Torfabbaugenehmigungen sollen (soweit rechtlich möglich) nicht erteilt, die laufenden Genehmigungen überprüft werden.“

Torfabbauanträge sind daher i. d. R. nur noch auf kultivierten Hochmoorflächen erfolgreich, die durch intensive Nutzung für den Naturschutz z. Zt. von geringer Bedeutung sind.

Der Konflikt Naturschutz/Torfabbau verlagert sich somit von den naturbetonten Hochmoorbereichen zu den Hochmoor-Grünlandbereichen, zu denen das Moorschutzprogramm keine Aussagen macht („weiße Flächen“).

Viele Hochmoor-Grünlandbereiche und sonstige „weiße Flächen“ des Moorschutzprogramms sind aber für den Schutz von Pflanzen und Tieren und des Landschaftsbildes und zur Erweiterung, Pufferung und Vernetzung kleiner und isolierter naturbetonter Hochmoorbereiche von besonderer Bedeutung.

In einer Aktualisierung des Moorschutzprogramms werden daher z. Zt. in der Fachbehörde für Naturschutz die für den Naturschutz derzeit wertvollen Bereiche innerhalb der „weißen Flächen“ des Moorschutzprogramms dargestellt.

Grundlage dafür sind die Ergebnisse der landesweiten Biotopkartierung und die Daten der Tier- und Pflanzenarten-Erfassungsprogramme der Fachbehörde, Kartierungen und Bewertungen der Landkreise (§ 28 a Erfassungen, Landschaftsrahmenplan-Kartierungen) sowie sonstige Kategorien von Vorranggebieten für Natur und Landschaft nach dem Entwurf des LROP (Grünlandschutzkonzept, Feuchtgebiete intern. Bedeutung, IBA). Darüber hinaus wird der Rund-erlaß des ML von 6. 5. 1988 (Genehmigung des Bodenabbaus) überarbeitet,

- um die Antragsunterlagen zur Bestandsaufnahme von Natur und Landschaft,
- den Vollzug der Eingriffsregelung und
- die Technischen Hinweise für die Herrichtung von Hochmoorflächen nach Torfabbau zu verbessern.

Das Moorschutzprogramm von 1981/1986 und die gegenwärtige

Aktualisierung ist auf die Bereiche innerhalb der geologischen Hochmoorgrenze beschränkt.

Eine Weiterführung des Moorschutzprogramms muß über diese Grenzen hinausgehen und die Moorrandbereiche und Zwischenbereiche in Entwicklungsprogramme für ganze Moor-Naturräume einbeziehen. Derartige Konzeptionen liegen für einzelne Moor-Regionen in Niedersachsen bereits vor.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Erich Bierhals
Niedersächsisches Landesamt für
Ökologie
Fachbehörde für Naturschutz
Scharnhorststr. 1
30175 Hannover

Feuchtgrünlandschutzprogramm des Niedersächsischen Umweltministeriums – Grünlandentwicklung und Grünlandschutz durch Gesetz und Programme

Von Margret Brahms

Das Norddeutsche Tiefland ist weiträumig durch Feuchtgrünland geprägt. Landschaftsräume wie die Marsch, die Flußniederungen, die Hoch- und Niedermoore sind trotz Meliorationsmaßnahmen in vielen Gebieten durch hohe Grundwasser bzw. Stauwasseranreicherungen geprägt oder weisen bei entsprechenden Renaturierungsmaßnahmen ein hohes Entwicklungspotential für die Wiederherstellung des Feuchtgrünlandes auf.

Die Grünlandnutzung hat in den vergangenen 30 Jahren zwar insgesamt landesweit nur um ungefähr 15 % abgenommen, in einzelnen Regionen jedoch weit stärker. So z. B. in der Wümmeniederung bei Fischerhude und Ottersberg und in der Allerniederung, zwei Bereiche im Landkreis Verden. Der Grünlandanteil ist hier um ca. 70 % zurückgegangen. Auf den verbliebenen Flächen hat sich die Bewirtschaftungsintensität stark verändert: Das Grünland wurde melioriert, d. h. trittfest gemacht, so daß es bei der heute dort üblichen Stallhaltung des Rindviehs i. d. R. zu jeder Jahreszeit befahren werden kann, um Grünfütter zu schneiden oder Gülle bzw. Mineraldünger auszubringen. Daher haben in den letzten Jahrzehnten gerade die Dauerwiesen um 47 % und die Hutungen um 88 % abgenommen.

Seit dem 1. November 1993 ist das neue Niedersächsische Naturschutzgesetz in Kraft. Mit ihm wurde der § 28 b eingeführt, der nunmehr das Grünland auf nassen bis wechselfeuchten Standorten mit Pflanzengesellschaften der Pfeifengraswiesen, Brenndoldenwiesen, Sumpfdotterblumenwiesen und Flutrasen direkt unter Schutz stellt. Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung oder sonst erheblichen Beeinträchtigungen des besonders geschützten Grünlandes führen

können, werden verboten. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen, die den Wasserabfluß oder den Wasserstand ändern, sofern sie nicht der ordnungsgemäßen Gewässerunterhaltung dienen, für das Aufbringen oder Abgraben von Boden, für die Beseitigung der Narbe sowie den Grünlandumbruch in Ackerland. Die Grünlandflächen, die nicht direkt gem. § 28 NNatG einem gesetzlichen Schutz unterworfen sind, sollen wie bisher auch weiterhin als Naturschutzgebiete ausgewiesen werden. Sowohl in Naturschutzgebieten als auch in Bereichen, die nach § 28 a und b NNatG direkt geschützt sind, wird Erschwernisausgleich gezahlt

werden. Die Richtlinie für den bisher gezahlten Erschwernisausgleich wird gegenwärtig überarbeitet.

Die Extensivierungsprogramme, so auch das Feuchtgrünlandschutzprogramm, werden im Rahmen der flankierenden Maßnahmen der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik von der EG kofinanziert. Grundlage hierfür ist die EG-Verordnung 2078 vom 30. 6. 1992 für umweltgerechte und die natürlichen, lebensraum-schützenden landwirtschaftlichen Produktionsverfahren.

Im folgenden ist das Gesamtkonzept für die Umsetzung der flankierenden Maßnahmen in Niedersachsen abgebildet:

EG-Verordnung 2078/92		Finanzielle Beteiligung durch:	Verbleibende Landesbetg. in %	Jahr der 1. Antragstellung
- Basisprogramm	Verzicht auf chemisch-syn. Düngemittel im Betriebszweig Ackerbau und Dauerkulturen	EG; GA;	20*	93
	Verzicht auf Herbizide im Betriebszweig Ackerbau und Dauerkulturen	EG; GA;	20*	93
	Förderung des ökol. Landbaus	EG; GA;	20*	93
	Extensive Grünlandnutzung auf dem ges. Betrieb	EG; GA;	20*	93
	Umwandlung von AL in ext. GL	EG; GA;	20*	94
	Grünlandschutz ML	EG; (HP93)	50	94
- Programm mit gezielt problemorientierter Ausrichtung (ML)	Umweltger. Gülleausbringung	EG;	50	94
	Ackerrandstreifenprogramm	EG;	50**	94
	20jährige Stilllegung von AL	EG;	50	94
	Kooperationsmodell zw. Naturschutz und Landwirtschaft (Demo.-Vorhaben)	EG;	50	94
	Bedrohte lokale Rassen	EG;	50	94
	Grünlandschutz MU	EG;	50	94
- " - (MU)	Berglandwiesenprogramm	EG;	50	94
	Freiwillige Zusatzvereinbarung zum Erschwernisausgl. in Nat'schutzgeb. u. Nat'parken	EG;	50	vor. bis 93
	- wird abgelöst durch:			
	Vertragsnaturschutz in Schutzgebieten	EG;	50	vor. ab 94
	Weißstorchprogramm	EG;	50	alt
	Lehrgänge und Praktika zum Thema Landwirtschaft und Umwelt	EG;	50	94
- Programm zur Aus- u. Fortbildung				

* soweit i. R. der GA abzuwickeln, sonst 50 %

** EG-Beteiligung nur bis zum förderfähigen Höchstbetrag

Das Gesamtkonzept setzt sich aus zwei Teilen zusammen: dem Basisprogramm, welches landesweit angeboten wird, und den gebietsspezifischen Programmen.

Das Feuchtgrünlandschutzprogramm ist Teil dieses Gesamtangebotes an die Landwirtschaft. Das Feuchtgrünlandschutzprogramm dient der Erhaltung und Entwicklung größerer, zusammenhängender Grünlandflächen. Das Fördergebiet des Niedersächsischen Umweltministeriums umfaßt ca. 140 000 ha Feuchtgrünland. Hiervon entstammen ca. 70 000 ha der landesweiten Biotopkartierung des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie. Diese 70 000 ha setzen sich im wesentlichen aus folgenden Ökosystemtypen zusammen: Feuchtgrünland, Marschgrünland, Feuchtgrünland als Lebensraum gefährdeter Tierarten, Talniederungen, Hochmoor und Niedermoor sowie Sumpf. Diese 70 000 ha stellen die Kernbereiche des Feuchtgrünlandschutzprogramms dar. Diese Fläche reicht jedoch langfristig nicht aus, um die Ziele des Naturschutzes im Feuchtgrünland zu verwirklichen. Der Flächenanspruch des Naturschutzes geht über die aus landesweiter Sicht als wertvoll kartierten Flächen hinaus. Ziel muß es vielmehr sein, entsprechende Pufferzonen um diese Kernbereiche herum mit in das Programm einzubeziehen und in diesen Bereichen das bestehende Grünland zu extensivieren und die nicht standortgerechte Ackernutzung wieder in Grünland umzuwandeln.

Die 140 000 ha des Feuchtgrünlandprogramms verteilen sich auf die Bezirksregierungen wie folgt:

Bezirksregierung Braunschweig
4500 ha mit dem eindeutigen Schwerpunkt im Drömling.

Bezirksregierung Lüneburg
ca. 71 000 ha mit den Schwerpunkten in Nordkehdingen, der Osteniederung, dem Ahlenfalkenberger Moor, den Norderländer Wiesen, den Hammewiesen und den Fischerhuder Wümmewiesen.

Bezirksregierung Weser-Ems
mit insg. 50 000 ha mit Schwerpunkten in der Friedeburger Marsch, im Flumm-Fehntjer Tief, im Rheiderland sowie im Jümminger Hammrich

Bezirksregierung Hannover
mit ca. 14 000 ha mit Schwerpunkten im Suhlinger Bruch, im Neustädter Moor, im Ochsenmoor und in den Meerbruchwiesen.

Das Programm beruht, wie alle anderen Förderprogramme auch, auf der freiwilligen Teilnahme der Landwirte, die für die extensive Bewirtschaftung, je nach Auflagen, entsprechende Prämien vom Land erstattet bekommen. Das Förderpaket des Umweltministeriums beinhaltet folgende Maßnahmen:

1. Angebot von Vereinbarungen zur Festlegung einer extensiven Nutzung von Flächen im Sinne des Naturschutzes mit unterschiedlichen Prämien von 300 DM, 550 DM, 650 DM und 800 DM.
2. Maßnahmen zur Umstellung oder zum Aufbau von zweckgebundenen Betrieben oder Einrichtungen sowie die Anschaffung spezieller Geräte und einheimischer Weideviehrassen und
3. Maßnahmen der Biotopentwicklung und -pflege.

Für alle Bewirtschaftungsvereinbarungen gelten generell folgende Bedingungen:

■ **Umbruchverbot und Verbot der Grünlanderneuerung** durch Einsaat.

■ **Keine Veränderung des Bodenreliefs**, wie Verfüllen von Senken und Flutmulden oder Aufschütten von Sand, Bauschutt usw. Dies sind wichtige Lebensräume für viele Tier- und Pflanzenarten wie Amphibien, nasselliebende Insekten, aber auch als Nahrungsgebiet für Weißstorch, Großen Brachvogel u. a.

■ **Keine Neuanlage von Entwässerungsanlagen** wie Gräben, Gruppen und Drainagen. Die ordnungsgemäße Unterhaltung bestehender Gräben, Gruppen und Drainagen bleibt unberührt, wobei aber eine Beseitigung der Entwässerungsanlagen erwünscht ist. Insgesamt sollte der Grundwasserspiegel erhöht oder zumindest erhalten wer-

den, da er Grundbedingung für feuchtes Grünland ist.

■ **Keine Verwendung chemischer Pflanzenschutzmittel**, eine Tipula-Bekämpfung ist im Einzelfall zulässig.

■ Bei einer **Wiesennutzung** ist nur **1-2schürige Nutzung** erlaubt. Gemäht werden darf beim ersten Schnitt nur von innen nach außen oder nur einseitig. Es soll damit verhindert werden, daß Tiere – insbesondere sich versteckt haltende Jungtiere – ausgemäht werden.

■ Bei einer **Weidennutzung** darf bis zum 15. Juni mit **nicht mehr als 2 GV/ha** beweidet werden. Die Nutzung als Portionsweide ist verboten, da hierbei die Trittschäden zu groß sind und v. a. bei wiesenbrütenden Vögeln hohe Brutverluste auftreten.

■ Maximal 110 kg N/ha.

Daneben gelten für die einzelnen Flächen gesonderte Bewirtschaftungsbedingungen, die in der Bewirtschaftungsvereinbarung je nach Höhe der Ausgleichszahlung festgelegt werden. Im wesentlichen sind dies zeitliche Einschränkungen bei der Bearbeitung und Düngungsbeschränkungen:

■ Vom 1. März bis zu einem festgelegten Mähtermin sind Bodenbearbeitungen, wie z. B. Walzen und Schleppen, nicht erlaubt.

■ Vom 1. März bis zu einem festgelegten Mähtermin darf auf das Grünland weder organischer (Festmist und Flüssigkeit) noch mineralischer Dünger aufgebracht werden. Bei ganzjährigem Verzicht oder weiterer Einschränkung wird ein weiterer finanzieller Ausgleich erstattet.

■ Der Zeitpunkt des ersten Schnittes bei Wiesennutzung kann je nach Vereinbarung nach dem 15. Juni, 30. Juni oder 31. Juli liegen oder auch erst als Pflegeschnitt im Herbst bestimmt werden.

■ Neben der Wiesennutzung können die Flächen je nach Vereinbarung auch als Mähweide genutzt werden oder ausschließlich beweidet werden. Beschränkungen bei der Beweidung liegen bei maximal 3 Stück Rindvieh je ha bzw. 2 Stück Rindvieh je ha.

Bei Betrachtung der Maßnahmen des Programms wird deutlich, daß Grundziel einerseits die Erhaltung

der Nutzungsstruktur bzw. die Entwicklung in Richtung naturverträgliche Nutzung, andererseits die Förderung und Sicherung der Existenz bäuerlicher, landwirtschaftlicher Betriebe ist. Es soll versucht werden, in Kooperation zwischen Landwirtschaft und Naturschutz diese Niedersachsen prägenden Räume zu erhalten und im Sinne des Naturschutzes zu entwickeln. Die Richtlinie beinhaltet die nötige Flexibilität, um auf die jeweilige Rahmensituation entsprechend reagieren zu können. Die oberen Naturschutzbehörden bei den Bezirksregierungen haben Zielvorgaben für die Extensivierung in den unterschiedlichen Naturräumen formuliert und entsprechende Bewirtschaftungspakete für die unterschiedlichen naturräumlichen Besonderheiten erarbeitet. In diesem Zusammenhang sind auch die im Aufbau befindlichen Naturschutzstationen in großräumigen Schutzbereichen zu nennen. So z. B. wird die Naturschutzstation in Nordkehdingen die Betreuung und Öffentlichkeitsarbeit für das Feuchtgrünlandschutzprogramm in dem ca. 5000 ha großen Fördergebiet übernehmen.

Mit den Bewirtschaftungsvereinbarungen zur Nutzungsextensivierung von Dauergrünland wird erstmals in Niedersachsen ein Weg

beschritten, für einen bestimmten Ökosystemtyp, hier das Feuchtgrünland, auf vertraglicher Basis zwischen Landwirtschaft und Naturschutz eine naturschutzgerechte Nutzung zu erreichen. Mit den gebietsspezifischen Bewirtschaftungsvereinbarungen wird versucht, einerseits den Belangen des Naturschutzes, andererseits aber auch den Belangen der landwirtschaftlichen Betriebe entgegenzukommen. Die Landwirte schließen ihren Bewirtschaftungsvertrag mit dem Amt für Agrarstruktur. Wünschenswert ist, daß die unteren Naturschutzbehörden die Beratung der Landwirte übernehmen und mit ihnen zusammen den Bewirtschaftungsvertrag besprechen, um dann die aus Naturschutzsicht und für den Landwirt günstigste Variante auswählen zu können. Der Bewirtschaftungsvertrag wird dann an das Amt für Agrarstruktur weitergeleitet und – soweit Haushaltsmittel zur Verfügung stehen – bewilligt. Für die Umsetzung dieses Förderpaketes stehen im Haushalt des Umweltministeriums ab 1994 ca. 14 Mio. DM zur Verfügung. Diese Gesamtsumme verteilt sich auf die unterschiedlichen Naturschutzprogramme, das Weißstorchprogramm, das Feuchtgrünlandschutzprogramm, das Berglandwiesenprogramm und das Fließgewässerprogramm. Da die

Bewirtschaftungsvereinbarungen über eine Laufzeit von mindestens fünf Jahren, möglichst aber zehn Jahren abgeschlossen werden sollen, sind entsprechende Verpflichtungsermächtigungen vorgesehen. Konsens besteht in der Auffassung, daß sowohl für die Landwirte als auch für den Naturschutz eine möglichst langfristige Vereinbarung über eine extensive Nutzung angestrebt werden soll. Die landwirtschaftlichen Betriebe können sich mit diesem Angebot in ihrer betrieblichen Entwicklung entsprechend längerfristig einrichten. Naturschutzrelevante Erfolge werden sich in einem Zeitraum nicht unter fünf Jahren einstellen. Die Richtlinie zum Feuchtgrünlandschutzprogramm liegt derzeit mit dem Basisprogramm des Landwirtschaftsministeriums der EG zur Notifizierung vor. Wir gehen davon aus, daß ab 1994 entsprechende Bewirtschaftungsverträge abgeschlossen werden können.

Anschrift der Verfasserin:

Margret Brahms
Niedersächsisches
Umweltministerium
Archivstr. 2
30169 Hannover

Die Aufgaben der Staatlichen Moorverwaltung Weser-Ems im Wandel der Zeit

Von Gerhard Wieking

Niedersachsen ist aufgrund der besonders günstigen natürlichen Bedingungen klimatischer, geologischer und hydrologischer Art das moorreichste Land der Bundesrepublik. Besonders der nördliche und nordwestliche Teil dieses Bundeslandes gehören zum Gebiet der großen Hochmoore. Diese bedeckten im 18. Jahrhundert während ihrer größten Ausdehnung etwa 1/12 der Fläche des heutigen Landes Niedersachsen. Sie prägten ein typisches Landschaftsbild. Bis heute blieben davon allerdings nur noch etwa 60 000 ha in einem naturnahen, mehr oder weniger degenerierten Zustand erhalten.

Seit Beginn des 17. Jahrhunderts gab es eine vom jeweiligen Landesherrn vorgegebene Nutzungsmöglichkeit der norddeutschen Hochmoore. Diese Entwicklung und deren Einfluß auf die Urbarmachung der Hochmoore bis zur Gründung der Staatlichen Moorverwaltung Weser-Ems soll zunächst kurz beschrieben werden.

Das Bourtanger Moor im Grenzgebiet zwischen Deutschland und den Niederlanden war mit ehemals rd. 120 000 ha einer der größten zusammenhängenden Hochmoorkomplexe Westeuropas. Seine Entwicklung setzte mit dem Beginn des Atlantikums, etwa 5500 v. Chr., ein. Seinen Namen trägt dieses Moorgebiet nach der holländischen Stadt und Festung Bourtange.

Früher, bis hin zur jüngsten Vergangenheit, war das Hochmoor für die Bevölkerung des norddeutschen Raumes in erster Linie unwirtliches Ödland, in das der Mensch zur Gewinnung von Rohstoff und zur Schaffung von Siedlungsraum erst relativ spät eindrang. Die ersten Versuche, die weiten Hochmoorflächen zu kultivieren und landwirtschaftlich zu nutzen, sind nicht älter als drei- bis vierhundert Jahre.

Neben der Nutzung als Schaf- und Bienenweide ist die Moorbrandkultur

die älteste Form einer landwirtschaftlichen Nutzung gewachsener Hochmoorflächen. Nach wenigen Jahren war ein in solcher Art genutztes Hochmoor totgebrannt. Man ließ es jahrzehntelang liegen. Nach Regeneration und neuerlicher Torfbildung konnte die Brandkultur wieder einige Jahre angewandt werden.

Nahezu alle norddeutschen Hochmoore wurden bis in das 20. Jahrhundert hinein von der Moorbrandkultur überzogen und damit in einen Stillstandkomplex übergeführt. Auf Luftbildaufnahmen kann man noch heute die mit Bentgras bewachsenen, flachen Entwässerungsgräben (Grüppen) im Abstand von 5–10 m gut erkennen. Die Moorbrandkultur wurde jedoch als Raubbau und umweltschädigend erkannt und nach dem Preußischen Moorschutzgesetz vom 20. 8. 1923 und 1. 7. 1929 (*Preußisches Staatsministerium* 1920, 1929) verboten.

In den benachbarten Niederlanden entwickelte sich bereits im 13., intensiv aber seit Anfang des 17. Jahrhunderts mit dem Torfabbau die holländische Fehnkultur. Aus Mangel an ausreichenden Kohle- und Holzvorkommen hatten die Holländer schon zu diesem Zeitpunkt sehr intensiv mit dem Schwarztorfabbau für die Brenntorfproduktion begonnen. Für den Abtransport des Brenntorfes hatten sie ein umfangreiches Kanalnetz zur Entwässerung und als Transportweg ausgebaut. An diesen Kanälen entstanden die ersten Moorkolonien.

Bei der Fehnkultur wurde nach dem Abbau des Schwarztorfes der zurückgesetzte Weißtorf mit dem Sand aus dem Untergrund von Hand vermischt. An einem zehnstündigen Arbeitstag konnte ein Arbeiter etwa 20 qm kultivieren, also in knapp zwei Jahren einen Hektar. In den Niederlanden entstanden so etwa 150 000 ha Fehnkulturflächen. In Norddeutschland erreichte die Fehn-

kultur mangels Torfabsatzes nur eine geringe Bedeutung.

Die erste systematische Besiedlung der emsländischen Moore wurde mitten im 30jährigen Kriege durch den Erbdrosten des Emslandes, *Dietrich von Velen*, eingeleitet. Dieser bekam 1630 von seinem Landesherrn die Papenburg mit den dazugehörigen Gerechtigkeiten und einem großen Moorgebiet zu Eigentum übertragen. Nach holländischem Vorbild leitete *von Velen* die Kultivierung und Besiedlung der Papenburger Moore ein. Jeder Siedler, der sich in Papenburg niederlassen und eine Moorparzelle zum Torfabbau und zur späteren Kultivierung erwerben wollte, mußte sich verpflichten, zunächst den Ausbau des Kanals vor seinem Grundstück bis zur Mitte durchzuführen. Damit wurden die Voraussetzungen für die Entwässerung des Hochmoores und für den Abtransport des Torfes geschaffen.

Am Südrand des Bourtanger Moores entstanden die ersten Hochmoorsiedlungen 1663 in der Grafschaft Bentheim. Der regierende Graf *Ernst Wilhelm* hatte den holländischen Theologen, Arzt und Kolonisator *Johann Piccard* aus Coevorden mit der Kultivierung und Besiedlung der Grafschafter Moore beauftragt. *Piccard* teilte den Siedlern zwar ausreichend große Hochmoorparzellen zu, konnte aber die Entwässerungs- und Transportprobleme nicht lösen. Die Moorbauern konnten folglich ihre Flächen nur durch Buchweizenanbau, Schafbeweidung und als Bienenweide nutzen.

Ende des 18. Jahrhunderts setzte eine neue Besiedlungsphase im Bourtanger Moor ein. In den Dörfern an der Ems wurde der Bevölkerungsdruck immer größer. Denn die landwirtschaftliche Nutzfläche, die im Westen vom Hochmoor und im Osten von der Ems begrenzt wurde, war bereits in fester Hand.

Besonders kritisch war die Situation für die nachgeborenen Bauernsöhne und für die Heuerleute. Sie waren auf der Suche nach einer neuen Existenz. Sie wollten sich im Hochmoor niederlassen. Immer wieder wandten sie sich an den Vertreter des fürstbischöflichen Landesherrn, den Amtrentmeister *Lipper* in Meppen, um eine Ansiedlungsgenehmigung zu erhalten, jedoch ohne Erfolg.

Die alteingesessenen Hofbesitzer in den Dörfern an der Ems widersetzten sich diesen Ansiedlungsbestrebungen, da sie der Auffassung waren, über die ungeteilte Mark nach eigenem Ermessen und das Hochmoor als Schaf- und Bienenweide uneingeschränkt verfügen zu können.

1784 fiel in Münster die Entscheidung zugunsten der Siedler. *Maximilian Franz*, Sohn *Maria Theresias* aus dem Hause Habsburg, Kurfürst von Köln und Fürstbischof von Münster, befahl seinem Rentmeister *Lipper*, den Siedlern im Tal der Aa auf der Grenze zwischen Hoch- und Niedermoor ausreichend große Parzellen zur Ansiedlung und Kultivierung zuzuteilen. Ein Jahr vorher hatte der Graf von Bentheim auf der gegenüberliegenden Grafschafter Seite die ersten Flächen zur Besiedlung verteilt.

Trotz der bodenmäßig relativ günstigen Standorte dieser und anderer Moorkolonien befriedigte die Entwicklung in den nächsten Jahren überhaupt nicht. Für eine infrastrukturelle Erschließung des Moores hatte der Landesherr nicht gesorgt. Buchstäblich aus dem Nichts, fast ohne Verbindung mit der Außenwelt mußten sich die Siedler Unterkünfte und Einrichtungen beschaffen. Unter drei Landesherrn, dem Fürstbischof von Münster, dem Herzog von Arenberg und dem König von Hannover, kamen sie aus der Not nicht heraus. Die Gründe hierfür waren schlechte Entwässerung, Mißernten und der unglaublich schlechte Zustand der Verkehrswege. Allein 1840 wanderten 60 Personen aus der Moorgemeinde Twist nach Amerika aus.

Auch nach 1866, als sowohl die Grafschaft Bentheim und das ems-

ländische Münsterland preußisch wurden, änderten sich die Verhältnisse zunächst nicht.

Erst mit dem Ausbau der linksemischen Kanäle von 1871 ab wurde ein neuer Abschnitt in der Erschließung und Urbarmachung der emsländischen Moore eingeleitet. Schon 1896 waren alle geplanten Kanalstrecken ausgebaut und sowohl an Ems und Vechte als auch an das holländische Kanalsystem angeschlossen.

Etwa zur gleichen Zeit war die Abtorfung der großen Hochmoorflächen in den Niederlanden zum Abschluß gekommen. Die holländischen Torfunternehmer sahen sich nach neuen Abtorfungsflächen um und verlegten ihre Tätigkeit in das Emsland. Im Fullener Moor, dem heutigen Schöninghsdorf, entstanden die ersten TorfstreuFabriken am Süd-Nord-Kanal. Zunächst wurde die obere Weißtorfschicht abgebaut, die als getrockneter Streutorf per Schiff über den Wasserweg zu den Verbrauchern, hauptsächlich städtischen Tierhaltern, transportiert wurde.

Aber auch der Schwarztorf fand als Brenntorf in Holland guten Absatz. Der gesamte Torfabbau wurde in Handarbeit durchgeführt. Während der Sommersaison waren in den emsländischen Mooren über 1000 Torfstecher beschäftigt.

In Bremen hatte die 1877 gegründete Preußische Moorversuchsstation damit begonnen, die großen Hochmoorgebiete zu erforschen und neue Kultivierungs- und Nutzungsverfahren zu entwickeln. In wenigen Jahren hatte die von der Moorversuchsstation entwickelte „Deutsche Hochmoorkultur“ die Moorbrand- und die Fehnkultur abgelöst. Das gewachsene Moorprofil bleibt bei diesem Verfahren erhalten. Nur die Oberfläche wird nach der Entwässerung eingeebnet und mit den fehlenden Nährstoffen Ca, P, K, Cu und N angereichert. Mit der Deutschen Hochmoorkultur wurde bei einer Dauergrünlandnutzung eine naturnahe Nutzungsweise entwickelt. Über 300 000 ha Deutsche Hochmoorkultur-Fläche wurden in den letzten 100 Jahren in Nordwestdeutschland angelegt.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatte die Marken-

teilung eingesetzt. Nach dem festgesetzten Erbesfuß wurde die ungeteilte Mark den Besitzern der Höfe in den Dörfern an der Ems zugeteilt. Damit jeder seinen Anteil an hochwertigen und minderwertigen Moorflächen erhielt, kamen in der Regel äußerst ungünstig geformte Flächen zustande, die häufig nur 10 bis 30 m breit waren und dafür bis an die Gemarkungsgrenze gingen, also oft eine Länge bis zu 5 km und mehr hatten. Bei dieser Besitzzersplitterung war keine intensive Nutzung möglich.

Im Bereich des heutigen Regierungsbezirks Weser-Ems befinden sich seit Jahrhunderten umfangreiche Ödland- und Hochmoorflächen in staatlichem Eigentum. Im ehemaligen Fürstentum Ostfriesland, das 1744 preußisch wurde, hatte *Friedrich der Große* 1765 alle Ödländereien und Moore durch Edikt zu staatlichem Eigentum erklärt. Im früheren Herzogtum Oldenburg wurde der umfangreiche Hausbesitz im 20. Jahrhundert im Zuge der Markenteilung erheblich aufgestockt.

Mit der Verabschiedung des Reichssiedlungsgesetzes vom 11. 8. 1919 (*Haack* 1954) und der Ödlanderschließungsverordnung vom 11. 2. 1924 (*Hilleke* 1987) waren die Voraussetzungen für den Ankauf weiterer unkultivierter Grundstücke durch den preußischen Staat gegeben. Im Emsland und in der Grafschaft Bentheim kauften eine preußische Sonderkommission mit dem Sitz in Sögel und später die Ankaufsabteilung der Landeskulturverwaltung von 1924 bis 1968 über 37 000 ha Ödland, hauptsächlich Hochmoorflächen im Bourtanger Moor und im Bereich des Küstenkanals, zur Kultivierung und Besiedlung an. Das Niedersächsische Kulturstückamt in Meppen, heute Amt für Agrarstruktur, teilte den staatlichen Grundbesitz in 17 sogenannte Rentengutsgebiete ein. Rentengutsverfahren gehören zu den klassischen Siedlungsverfahren. Sie werden vom Siedlungsunternehmen, hier in Niedersachsen von der Niedersächsischen Landgesellschaft, als rechtlichem und finanziellem Träger im Eigengeschäft durchgeführt.

Im Jahre 1930 schließlich richtete das Preußische Landwirtschaftsministerium die Staatliche Moorverwaltung im Emsland ein, die auf landeseigenem Gebiet nach und nach 14 Mooradministrationen und Wirtschaftsinspektionen als Kultivierungstützpunkte errichtete. Auf diesen Niederlassungen im Moor wurden über 450 Stammarbeiter, 50 Angestellte und dazu im Laufe des Jahres über 1000 Saisonarbeiter beschäftigt. Die Verbindung aus den Mooren zur „Außenwelt“ wurde über Feldbahnen hergestellt, da ausgebaute Wege nicht vorhanden waren.

Neben einem umfangreichen Gerätepark für die Kultivierung und landwirtschaftliche Bearbeitung standen als Zugkräfte Diesellokomotiven, Dampflokomobile, Zugrauen und 150 Arbeitspferde zur Verfügung. Für den Ausbau der Infrastruktur war die Wasserwirtschaftsverwaltung zuständig, die auf den Kultivierungsstützpunkten Bauleitungen einrichtete. In der Zeit von 1930 bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges wurden hauptsächlich Vorfluter und Wege gebaut. Eine Kultivierung von Flächen wurde nur in geringem Umfang durchgeführt. In diesem Zeitraum wurden unter anderem politische Häftlinge, Kriegs- und Strafgefangene, die in den Emslandlagern während der nationalsozialistischen Gewaltherrschaft gefangen gehalten wurden, zur Arbeit im Moor eingesetzt.

Mit der Gründung der Emsland GmbH am 7. 3. 1951 auf Beschluß des *Deutschen Bundestages* vom 5. 5. 1950 wurde ein neuer Abschnitt in der Kultivierung und Besiedlung der emsländischen Moore eingeleitet.

Die Gründe für die Schaffung des Emslandplanes waren innen- und außenpolitischer Natur:

■ Das dünn besiedelte Emsland hatte nach dem verlorenen Zweiten Weltkrieg über 150 000 Flüchtlinge aus den Ostgebieten aufgenommen, die überwiegend aus der Landwirtschaft kamen und auf den staatlichen Flächen eine neue Existenz hofften.

■ Die Niederländer hatten 1947 auf der Außenministerkonferenz in London einen Antrag auf Verlegung

der Grenze bis nahe an die Ems gestellt. Bei der Begründung dieses Antrages spielte der schlechte landeskulturelle Zustand der Emslandmoore eine Rolle. Der Antrag wurde abgelehnt, eine erneute Antragstellung wurde jedoch befürwortet. Dadurch entstand ein Handlungsbedarf auf deutscher Seite.

Der Landbedarf für die Ansiedlung der heimatvertriebenen Landwirte, der Pächter und Heuerleute war groß und mußte kurzfristig gedeckt werden. Mit den herkömmlichen Kultivierungsmethoden war dies jedoch nicht zu schaffen. In erster Linie mußte die Leistungsfähigkeit der im Zweimaschinensystem von Dampflokomobilen am Seil gezogenen Tiefpflüge verbessert werden. Diese Dampfpflugapparate waren schon 1890 von dem bekannten Unternehmer *Wilhelm Ottomeyer* aus Bad Pyrmont in England bei dem Hersteller *John Fowler* in Leeds angekauft und zur Ödlandkultivierung eingesetzt worden. Der Tiefgang der Pflüge lag zuerst bei 70 cm, konnte dann aber auf 120 cm verbessert werden.

Für die Kultivierung der landeseigenen Moor- und Abtorfungsflächen waren jedoch Pflugtiefen bis 2,20 m erforderlich, um die verdichteten Ortsteinschichten im Mineralboden unter dem Torf brechen zu können. Gleichzeitig mußten Ortstein und Sand gemischt und mit Torf in einer Schräglage geschichtet werden, um eine optimale Wasserführung im Boden zu gewährleisten.

Ottomeyer baute diesen Pflug in seinen Werkstätten in Bad Pyrmont und brachte ihn erstmals 1950 zum Einsatz.

Der unter dem Namen „Mammut“ bekannt gewordene Pflug ist zum Symbol der Emslanderschließung geworden. Nachfolgend einige technische Daten zum Mammutpflug:

Gewicht: 30 t

Pflugtiefe: 2,00–2,20 m

Pflugrad: 4 m Durchmesser

Geschwindigkeit: 6 km/Std.

Hydraulische Steuerung

Zugkraft:

Lokomobilen: „Thüringen“ und

„Magdeburg“, mit je 480 PS am Seil Wasserverbrauch: 12 000 l pro Tag Steinkohle: 80 dz pro Tag Seillänge: 600 m

Leistung: 3 ha pro Tag

Bedienungspersonal für vier Loks und Mammutpflug: zehn Arbeiter

Durch die in mehreren Zeitabschnitten ausgeführten Kultivierungs- und Besiedlungsmaßnahmen ist im Emsland und in der Grafschaft Bentheim – aber auch darüber hinaus in den ostfriesischen und oldenburgischen Mooren – eine völlig neue Landschaft entstanden. Wo sich früher Moor- und Heideflächen ausdehnten, so weit das Auge reichte, ist heute eine Kulturlandschaft zu sehen, die diesem Raum ein völlig neues Gepräge gegeben hat.

Seit dem Urbarmachungsdekret von *Friedrich dem Großen* wurden in Ostfriesland bis zu den Napoleonischen Kriegen 82 Moorkolonien gegründet. 22 000 Einwohner fanden auf 17 000 ha staatlichen Flächen eine neue Heimat.

1888 wurde die Kultivierung und Besiedlung des menschenleeren, rd. 11 000 ha großen Wiesmoores eingeleitet, die mit Vorlage des Rentengutsregresses für den letzten Besiedlungsabschnitt im Jahre 1977 beendet wurde.

Im Emsland und in der Grafschaft Bentheim konnten nach dem Zweiten Weltkrieg auf den staatlichen Moorflächen 620 Vollbauernstellen und 350 Nebenerwerbsstellen errichtet werden.

In vielen Teilgebieten des Bourtanger Moores sind neue Dörfer mit allen dazugehörigen Versorgungseinrichtungen gebaut worden – in der Grafschaft Bentheim z. B. das Dorf Neugnadenfeld.

Mitte der 60er Jahre wurde klassische Besiedlung, d. h. die Begründung neuer Siedlerstellen auf Ödland, eingestellt. Landwirtschaftlicher Grundbesitz des Landes Niedersachsen wird noch zur Durchführung dringender öffentlicher Aufgaben abgegeben, wie z. B. zur Erweiterung des Papenburger Hafengebietes durch Aussiedlung landwirtschaftlicher Betriebe in die moorfiskalischen Flächen nach Schöninghsdorf oder zum Erwerb von Bau- und Industriegelände in der Stadt Nordhorn durch

Umsiedlung landwirtschaftlicher Betriebe nach Scheerhorn-Bathorn.

Neben der Aussiedlung und Bereitstellung von Ersatzflächen für die vom Bau der Emslandautobahn A 31 bzw. der A 30 bei Bentheim betroffenen Landwirte werden landeseigene Flächen heute fast ausschließlich als Tauschgrundstücke zum Erwerb ökologisch wertvoller Landschaftsteile und Grundstücke abgegeben.

Als moorreichstes Land der Bundesrepublik hat Niedersachsen eine besonders hohe Verantwortung dafür, daß dieser Landschaftstyp nicht gänzlich aus der Landschaft verschwindet. Die niedersächsische Landesregierung hat dieses klar erkannt und sich mit der Verabschiedung des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes (*Niedersächs. Ministerpräsident, Albrecht, Nieders. Minister E., L., F., Glup, 1981*) und des Moorschutzprogramms (*Nieders. Minister E., L., F., 1981, 1986*) zum Ziel gesetzt, die noch vorhandenen natürlichen und naturnahen Moore zu schützen, gestörte Moorebereiche in einen naturnahen Zustand zurückzusetzen und diese ebenfalls unter Naturschutz zu stellen. Mit dieser politischen Aussage hat die niedersächsische Landesregierung dem Moorschutzprogramm eine hohe Priorität zugewiesen. Die Ziele des Moorschutzes werden wie folgt zusammengefaßt:

■ Erhaltung der noch verbliebenen weitgehend natürlichen und naturnahen Hochmoorrestflächen mit den hier natürlich vorkommenden Tieren und Pflanzen als oberstes Ziel.

■ Erhaltung und Entwicklung der verbliebenen degenerierten Hochmoore. Diese Moore lassen sich durch Renaturierungsmaßnahmen – insbesondere durch Wiedervernässung mit dem Ziel der Regeneration – oft wieder zu wichtigen Lebensräumen für die Pflanzen- und Tierwelt herrichten.

■ Teilabgetorfte Moore – dazu werden auch die durch bäuerlichen Torfstich veränderten Moorflächen gezählt – sollen langfristig als „Ersatzlebensräume“ hergerichtet werden, d. h., es wird eine Wiedervernässung mit dem Ziel der Hoch-

moor-Regeneration eingeleitet. Allerdings ist nicht nachgewiesen, ob sie wieder die Mooreigenschaft im ökologischen Sinne erreichen werden. Sollte dieses Ziel nicht zu erfüllen sein, sind derartige Flächen als Feuchtgebiete oder auch als Trockengebiete, wie z. B. Heiden, für den Naturschutz wertvoll.

■ Randzonen zu Hochmooren sollen als nicht oder nur extensiv genutzte, feuchte Flächen erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden.

Gegenwärtig sind in Niedersachsen noch rund 250 000 ha Hochmoorflächen vorhanden, die wie folgt genutzt werden:

■ naturnahe und durch Entwässerung und Torfstich veränderte Moore 60 000 ha,

■ land- und forstwirtschaftliche Nutzung auf Hochmoor rund 160 000 ha,

■ torfwirtschaftliche Nutzung auf 30 000 ha.

Weiterhin sind noch rund 150 Kleinsthochmoore vorhanden. Diese gehören zu den ganz wenigen, mehr oder weniger natürlichen Ökosystemen, die in Niedersachsen noch vorhanden sind.

Im Regierungsbezirk Weser-Ems sind rund 16 500 ha Hochmoorfläche im Eigentum der Staatlichen Moorverwaltung. Darunter befinden sich rund 6 000 ha naturnahe Hochmoorflächen. Etwa 7 000 ha stehen zur Zeit der Torfindustrie zur Verfügung.

Mit der Verabschiedung des Teils I des Niedersächsischen Moorschutzprogramms im Jahre 1981 wurde auch eine klare Aussage über die künftige Nutzung dieses landeseigenen Grundbesitzes im Gebiet Weser-Ems gemacht. Dabei sind folgende Grundsätze zu beachten:

■ Alle für Naturschutz, Landschaftsschutz oder Artenschutz interessanten Flächen werden so bald wie möglich diesem Verwendungszweck zugeführt, soweit dieses bislang noch nicht erfolgt ist.

■ Landwirtschaftlich genutzter Streubesitz, der nicht zur Existenzsicherung bäuerlicher Familienbetriebe verpachtet ist, wird verkauft.

Der Erlös wird dem Agrarstrukturfonds zugeführt, die Einnahmen werden ausschließlich zum Ankauf neuer Naturschutzflächen verwendet.

■ Größere, landwirtschaftlich genutzte Flächeneinheiten werden zur Deckung des Flächenbedarfs dringender öffentlicher Maßnahmen, z. B. Autobahnbau oder Erwerb ökologisch wertvoller Landschaftsteile durch Umsiedlung größerer landwirtschaftlicher Betriebe, eingesetzt.

■ Industrielle Abbaugelände, die nach Angaben der Naturschutzbehörde für den Naturschutz nicht geeignet sind, werden aufgeforstet. Es ist erklärter Wille der niedersächsischen Landesregierung, zur Vergrößerung des Waldbestandes in waldarmen Gebieten, z. B. im Emsland, Abtorfungsflächen aufzuforsten.

Bei den zuständigen Stellen der niedersächsischen Fiskal- und Naturschutzverwaltung besteht Klarheit darüber, daß aufgrund der gegenwärtigen vertraglichen Verhältnisse in den industriellen Abbaugeländen umfangreiche Naturschutz- und Wiedervernässungsmaßnahmen erst Ende der 90er Jahre durchgeführt werden können, größere Teilflächen stehen sogar erst nach dem Jahre 2000 zur Verfügung.

Besonders belastet durch langfristige Torfabbaumaßnahmen ist der im südlichen Teil des Bourtanger Moores gelegene landeseigene Grundbesitz von rd. 4 670 ha Größe.

Lediglich 1 065 ha dieser Fläche befinden sich, in viele einzelne Parzellen in der Größenordnung von 5 bis 200 ha im Gesamtgebiet gestückelt, noch in einem naturnahen Zustand. Zum Teil befinden sich extensiv genutzte Hochmoorgrünlandflächen darunter, die in Gemengelage mit naturnahen Hochmoorflächen liegen.

Die im Niedersächsischen Moorschutzprogramm als besonders wertvoll eingestuften Hochmoorflächen

■ Heseper Moor, Gebiet Meerkolk, 50 ha,

■ Alexisdorf, Hochmoor bei Ringe, 108 ha,

■ Osterwald, Hootmannsmeer, 35 ha,
 ■ Twist, Hengstkampkuhlen, 35 ha, wurden inzwischen durch Verordnung der Bezirksregierung Oldenburg unter Naturschutz gestellt.

Diese Moore weisen noch hochmoortypisches Arteninventar auf. Eine Besonderheit ist die rund 15 ha große, intakte, nach Durchführung intensiver Wiedervernässungsmaßnahmen unbegehbare Schwingrasenfläche im Gebiet „Meerkolk“. Das Naturschutzgebiet (NSG) „Hootmannsmeer“ konnte inzwischen um 25 ha renaturierte Abtorfungsflächen erweitert werden. Die bäuerlichen Grünlandflächen im NSG „Hochmoor“ bei Ringe mit 6 ha wurden durch Abgabe moorfiskalischer Ackerflächen erworben.

Die Unterschutzstellung der Flächen

■ Gebiet Rühler Moor 200 ha,
 ■ Wesuweer Moor 60 ha,
 ■ Schwartenpohl 25 ha,
 ■ Fullenermoor 35 ha,
 ■ Dalumermoor 60 ha

soll in Kürze durch die Bezirksregierung Weser-Ems erfolgen.

Diese Flächen sind im Niedersächsischen Moorschutzprogramm als besonders wertvolle Bereiche für den Naturschutz dargestellt.

Die Obere Naturschutzbehörde der Bezirksregierung Weser-Ems hat (Fuhs & v. d. Mühlen 1984) die industriellen Abtorfungs- und naturnahen Restmoorflächen im Bourtanget Moor wissenschaftlich untersuchen lassen, um zu prüfen, ob die abgetorften Flächen die Voraussetzungen für die Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen bieten und für den Naturschutz hergerichtet werden können.

Im Gebiet Versener/Wesuweer Moor wurden die Flächen als ungeeignet für eine Hochmoorregeneration bewertet. Als Begründung wird angegeben, daß der Schwarztorfabbau auf großen Teilflächen bereits relativ weit fortgeschritten ist. Das Entwässerungssystem wurde in früheren Jahren bis in den mineralischen Untergrund ausgebaut, und einige Erhebungen des mineralischen Untergrundes ragen als

Sandkuppen schon aus dem Abbaugelände heraus. Lediglich eine Fläche von 53 ha im nordöstlichen Teilbereich, die inzwischen aus dem Vertragsverhältnis herausgenommen werden konnte, erfüllt die Voraussetzungen für eine Wiedervernässung mit dem Ziel einer Hochmoorregeneration, zumal da hier noch ausreichend viele hochmoortypische Pflanzenarten vorhanden sind.

Weitere Kriterien für die Nichteignung der Flächen im Versener/Wesuweer Moor für eine Regeneration – besonders in den südlichen und östlichen Teilbereichen – sind ihre Zerschneidung und die Immissionsbelastung durch die Ende der 60er Jahre ausgebaute Kreisstraße in Ost-West-Richtung und die geplante Autobahn A 31 mit dem vorgesehenen Zubringerkreuz und den sonstigen Anlagen auf landeseigenem Gebiet.

Diese Auffassung wird jedoch von der Oberen Naturschutzbehörde und auch vom Verfasser nicht in vollem Umfange geteilt. Nach den Erfahrungen über die Renaturierung und Wiedervernässung in anderen Abbaugeländen mit ähnlichem Abtorfungsstand ist die Herichtung der landeseigenen Flächen im Teilbereich Wesuweer Moor mit 185 ha sowie einer rund 80 ha großen Teilfläche im Versener Moor zu einem Feuchtgebiet durchaus machbar. Ob jedoch die Wiedervernässung mit dem gewünschten Ziel einer vollständigen Hochmoorregeneration möglich ist, kann aus heutiger Sicht noch nicht abschließend beurteilt werden. Zu erwarten ist jedoch, daß hier über dem mineralischen Untergrund im Grundwasserbereich eine Niedermoorbildung einsetzen wird, wie sie an vielen Stellen schon heute beobachtet werden kann.

Es besteht Einigkeit mit den Vertretern der Oberen Naturschutzbehörde darüber, daß auf ein Feuchtgebiet in der Größenordnung von rund 250 ha im Versener/Wesuweer Moor auf keinen Fall verzichtet werden kann, auch wenn die gesteckten Ziele einer Hochmoorregeneration nicht voll erreicht werden können.

Die im Bereich der Autobahn gelegenen Flächen sollen nach der Abtorfung aufgeforstet werden.

Nach Auffassung der mit der Untersuchung befaßten Wissenschaftler bietet der Komplex des 1700 ha großen Dalumer/Wietmarscher Moores von allen im Bourtanget Moor untersuchten Gebieten die besten Möglichkeiten, nach Beendigung des Torfabbaues ein großflächiges Schutzgebiet verwirklichen zu können.

Dafür sprechen folgende Gründe:

■ Das Gebiet erfüllt die Minimalanforderungen an die Arealgröße der hier zu entwickelnden Ökosysteme.

■ Es ist ein zusammenhängender, nach außen geschlossener Komplex, der im Innern nicht durch Straßen, große Vorfluter oder andere Anlagen zerschnitten wird.

■ Aufgrund seiner geschlossenen Form und der Lage zu den umgebenden Nutzflächen läßt sich das Gebiet vom vorhandenen Vorflutersystem abhängen“, ohne daß sich dadurch nachteilige Auswirkungen auf benachbarte Flächen ergeben. Verlegungen von Vorflutern sind nicht notwendig.

■ Bei der Größe des Komplexes können sich im Gebiet selbst ausreichend breite Pufferzonen ausbilden, ohne daß dadurch die Minimalgrößen der angestrebten Biototypen unterschritten werden. Dadurch erübrigt sich die Ausweisung von hydrologischen und Immissions-Schutzzonen mit Nutzungsbeschränkungen für die Land- und Forstwirtschaft außerhalb des Gebietes.

Voraussetzung ist allerdings die Sicherung und Entwicklung der in diesem Gebiet noch im Moorheidestadium verbliebenen Vegetationsflächen zur Erhaltung des Pflanzenpotentials für die spätere Wiederbesiedlung. Der größte Teil dieser Flächen ist nicht verpachtet. Diese Standorte werden bereits durch Wiedervernässungsmaßnahmen der Staatlichen Moorverwaltung gesichert.

Das Gebiet Georgsdorfer Moor einschließlich der im nördlichen Randbereich gelegenen Flächen in Scheerhorn, Bathorn und Hoogstede wurde in dem obengenannten

Gutachten der Bezirksregierung Weser-Ems aus dem Jahre 1984 nicht beurteilt. Die Fachleute der Oberen Naturschutzbehörde sind jedoch der Auffassung, daß hier dieselben Kriterien, die für die Beurteilung der Regenerationsfähigkeit des Hesper/Dalumer Moores ausschlaggebend sind, zutreffen.

Von den bereits vorhandenen und geplanten über 40 Natur- und Landschaftsschutzgebieten, die Eigentum des Landes Niedersachsen – Moor- und Naturschutzverwaltung – sind, werden drei Gebiete wegen ihrer überregionalen Bedeutung besonders herausgestellt und beschrieben.

1. Naturschutzgebiet „Hahnenmoor“, Landkreis Emsland/Osnabrück

Das Hahnenmoor liegt im Grenzbereich zwischen den Landkreisen Emsland und Osnabrück und steht im Niedersächsischen Moorschutzprogramm wegen seiner hohen Bedeutung für den Naturschutz an hervorragender Stelle. Das ursprünglich rd. 1250 ha große Hochmoor wurde in den 30er Jahren von einer preußischen Sonderkommission aus bäuerlicher Hand zum Zwecke der Besiedlung und Kultivierung angekauft.

Nach Abschluß der Kultivierungs- und Besiedlungsmaßnahmen befanden sich gegen Ende der 60er Jahre noch rund 500 ha in einem naturnahen Zustand. Davon wurden etwa 300 ha aufgrund einer vertraglich vereinbarten Rückgabeverpflichtung zur Torfgewinnung für die Hausbrandversorgung an 250 ehemalige Besitzer rückübertragen. Die torfwirtschaftliche Nutzung dieser Moorparzellen stand diesem Personenkreis schon seit Übernahme durch den preußischen Staat zu.

Weitere 190 ha im Zentrum des Hahnenmoores wurden nach der grundbuchlichen Regelung durch die Eigentümer zur Weißtorfgewinnung verpachtet. Der Torfabbau wurde 1988 eingestellt.

Aus fachlicher Sicht wird dieser kompakte, über 500 ha große Hochmoorrest mit Torfaufträgen von 1,50 bis 2,50 m Mächtigkeit als

geeigneter Lebensraum für das Birkwild, von dem noch ein Restbestand vorhanden ist, beurteilt.

Im Jahre 1984 hat die Bezirksregierung Weser-Ems das gesamte Hahnenmoor mit den östlich angrenzenden Hochmoorgrünlandflächen im Grafelder Bereich und dem im Besitz des Stiftes Börstel befindlichen Feuchtgebiet „Otternschlag“ in einer Gesamtgröße von ca. 650 ha unter Naturschutz gestellt.

Kleinere Teilflächen dieses Gebietes waren schon 1977 vom damaligen Regierungspräsidenten in Osnabrück unter Naturschutz gestellt worden bzw. gehörten zum Landschaftsschutzgebiet „Nördlicher Teutoburger Wald/Wiehengebirge“.

Von den bäuerlichen Torfstichflächen konnten inzwischen 240 ha durch die Staatliche Moorverwaltung angekauft werden. Dazu ca. 15 ha Hochmoorgrünlandflächen im Grafelder Bereich, die nunmehr intensiv bewirtschaftet werden.

Seit 1980 werden in Zusammenarbeit mit dem Fachdezernat 507 der Bezirksregierung Weser-Ems und den zuständigen Unteren Naturschutzbehörden der Landkreise Osnabrück und Emsland umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen von den Facharbeitern der Staatlichen Moorverwaltung, die auf der Außenarbeitsstelle in Meppen, Ortsteil Versen, stationiert sind, ausgeführt.

Auf großen Teilflächen wurde das gesamte Graben- und Grüppennetz systematisch abgedichtet, der Birkenaufwuchs wurde beseitigt oder aufgelichtet. Auf über 250 ha konnte dadurch das hochmooreigene Grundwasser inzwischen so weit angehoben werden, daß nunmehr günstige Wachstumsbedingungen für die hochmoortypischen Pflanzen gegeben sind – besonders für das Wollgras und das Torfmoos.

Auf einigen Wasserflächen kann die Ausbildung von Schwingrasenflächen erwartet werden; auch Rosmarienheide, Schnabelried, Moosbeere und Sennentau treten immer häufiger auf.

Da das Hahnenmoor in das Birkwildschutzprogramm des Landes Niedersachsen aufgenommen wurde, soll der noch vorhandene Restbe-

stand an Birkwild durch laufende Ausbürgerung von Volierentieren aufgestockt werden. 1989 wurden zwei Volieren errichtet, die langfristig mit Alttieren besetzt wurden.

Inzwischen wurden im Hahnenmoor 150 Birkhühner ausgesetzt. Anfang März 1991 hat eine Besichtigung des Gebietes durch Vertreter des Niedersächsischen Landwirtschaftsministeriums, der Bezirksregierung Weser-Ems und des Instituts für Wildtierforschung der Tierärztlichen Hochschule Hannover in Ahnsen stattgefunden. Dabei wurde festgelegt, daß nunmehr die Birkwildauswilderung im Hahnenmoor wissenschaftlich begleitet werden soll. Noch in diesem Jahr 1991 werden die Volieren erneut mit Brutpaaren besetzt. Dabei sind bestimmte Ergänzungsbaumaßnahmen notwendig, sie werden zur Zeit durchgeführt.

Um das Hahnenmoor als Lebensraum für das Birkwild optimal herzurichten, ist der mehrjährige Einsatz einer Schafherde erforderlich. Bereits im Jahre 1986 wurde versuchsweise eine Beweidung der Flächen mit rund 1000 Tieren des Schäfers *Gerold Meyer* aus Hude durchgeführt, nach Feststellung der Naturschutzexperten mit bestem Erfolg.

2. Naturschutzgebiet „Ewiges Meer“, Landkreis Aurich/Wittmund

Der ursprünglich rd. 3300 ha große Komplex „Großes Moor“ bei Aurich wurde nach der Gründung der Norderfehngesellschaft im Jahre 1794, die in den folgenden Jahrzehnten ein umfangreiches Kanal- und Wegenetz anlegte, durch Torfstich, Buchweizenkultur und Besiedlung vollständig umgestaltet.

Lediglich die Kernzone dieses Gebietes, das rund 500 ha große, landeseigene Naturschutzgebiet „Ewiges Meer“, weist heute noch ein hochmoortypisches Arteninventar auf.

Mit seinen Randbereichen und Restmoorflächen im „Meerhusener Moor“ hat dieses Schutzgebiet deshalb eine hohe floristische und faunistische Bedeutung.

Die im NSG befindlichen Hochmoorseen „Ewiges Meer“, „Dobbenmeer“ und „Krickmeer“ mit einer Wasserfläche von rund 100 ha geben dieser Hochmoorlandschaft ein besonderes Gepräge und unterstreichen den hohen Stellenwert dieses Gebietes für den Naturschutz.

Mit der Intensivierung des Torfabbaues etwa von 1880 ab und der Ausbreitung der Buchweizenbrandkultur wurden einschneidende Entwässerungsmaßnahmen – auch im Bereich des heutigen NSG – durchgeführt. Ein engmaschiges Graben- und Grüppensystem wurde angelegt. Der Moorkomplex wurde zusehends trockener – in den Randbereichen setzte eine starke Verbuschung ein, Pfeifengras und Besenheide verdrängten in den folgenden Jahrzehnten die hochmoortypischen Pflanzen. Inzwischen wurde das gesamte Graben- und Grüppennetz im Naturschutzgebiet durch die Arbeitskräfte der Außenarbeitsstelle der Staatlichen Moorverwaltung in Wiesmoor abgedichtet. Das hochmooreigene Grundwasser konnte bis an die Vegetationsdecke angehoben werden. Dabei wurde im Zentrum des Gebietes mit den Abdichtungsmaßnahmen begonnen, um so eine möglichst gleichmäßige Vernässung der Flächen zu erreichen.

Die Hauptgräben am Mannsfelder Weg sowie die niedrig gelegenen Torfstichflächen, über die ein starker Wasserabfluß zu verzeichnen war, wurden durch starke Verwallungen abgedichtet. Durch Stauvorrichtungen kann der Wasserstand reguliert werden. Die nach dem Torfabbau zurückgebliebenen Steilböschungen wurden abgeschrägt, Gehölzgruppen wurden aufgelichtet und verschiedene Trampelpfade unpassierbar gemacht.

Zur Zeit entwickelt sich das Kerngebiet des „Großen Moores“ bei Aurich vom Degradationsstadium zum wieder wachsenden Hochmoor. Dominierende Pflanzenbestände sind in vielen Bereichen Feuchtheiden mit sich ausbreitenden Sphagnumpolstern. *Molinia* und *Calluna* finden keine günstigen Wachstums-

bedingungen mehr vor und gehen langsam zurück.

Im Bereich „Dobbenmeer“ nehmen die Schwingrasenflächen in den Verlandungszonen an Umfang zu. In den angestauten kleinen Torfstichen sind Wollgras und Sonnentau zu beobachten.

Zur Verbesserung der Lebensbedingungen der feuchtgebietstypischen Avifauna wurden in den nördlichen und südlichen Grünlandgebieten rd. 143 ha bäuerliches Hochmoorgrünland als Brut-, Rast- und Äsungsstandort angekauft. Die Bewirtschaftung dieser Flächen darf nur in äußerst extensiver Form, d. h. ohne Mähen, Schleppen und Walzen vor dem 15. Juni, ohne Gülleauftrag und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln erfolgen. Der Viehbestand ist auf maximal zwei GVE/ha festgelegt.

Nach Angaben der Vogelkundler ist in den letzten Jahren ein Zuzug der feuchtgebietstypischen Vogelarten mit steigender Tendenz zu beobachten. Viele Arten kehren nach jahrelanger Abwesenheit wieder in das Gebiet zurück. Fast alle stehen auf der „Roten Liste“ und sind in ihrer Existenz hochgradig gefährdet.

Neben seiner Bedeutung für die Vogelwelt ist das NSG „Ewiges Meer“ Lebensraum für Lurche, Schmetterlinge, Libellen und andere wirbellose Tierarten. Darunter sind viele, die nach der „Roten Liste“ als besonders gefährdet gelten, wie Erdkröte, Moorfrosch, Teichmolch, Kreuzotter und Waldeidechse.

In Anbetracht des überregionalen Wertes dieses einmaligen Hochmoorkomplexes ist es eine besondere Aufgabe der Staatlichen Moorverwaltung Weser-Ems, durch ständige Verbesserung des Gesamtzustandes das vorhandene Arteninventar zu fördern, um den hier inzwischen wieder angesiedelten Tier- und Pflanzenarten optimale Lebensbedingungen zu schaffen.

Zur Vermeidung von Störungen in diesem Gebiet und zur Steuerung des Publikumsverkehrs wurde ein etwa zwei km langer Bohlenweg im Bereich der Mooreseen gebaut,

der auch kleinere Feuchtgebiete berührt.

3. Naturschutzgebiet „Neudorfer Moor“, Landkreis Leer

Das Neudorfer Moor ist ein ca. 360 ha großes Restmoor, das früher den Südrand des ehemaligen Wiesmoor-Komplexes bildete. Vor dem Zweiten Weltkrieg wurde auf kleineren Flächen Hochmoorgrünlandwirtschaft betrieben. Im Jahre 1943 begannen die Nordwestdeutschen Kraftwerke in diesem Moor mit dem großflächigen Schwarztorfabbau zur Brenntorfproduktion für das Torfkraftwerk in Wiesmoor. Nach der Umstellung des Kraftwerkes auf Erdgasbetrieb im Jahre 1964 wurde der Torfabbau eingestellt.

Das Neudorfer Moor wurde sich selbst überlassen. Zurück blieben drei mächtige Hochmoorbänke, die das ehemals zusammenhängende Hochmoorgebiet stark zergliederten, und ein völlig intaktes Entwässerungssystem mit tief bis in den mineralischen Untergrund ausgebauten Vorflutern und einem Netz von Nebengräben und Dränagen. In wenigen Jahren trocknete das Moor völlig aus, und großflächig siedelten sich Birken an.

1976 forderten Vertreter der Landwirtschaft eine Kultivierung der Flächen und ihre Verwendung zur Verbesserung der Agrarstruktur der Siedlerbetriebe im Raum Uplengen.

1980 wurde das Moor jedoch durch Beschluß des Niedersächsischen Landtages für den Naturschutz bestimmt. Ausgenommen blieb ein Geländestreifen von 30 ha an der Nordgrenze des Gebietes, auf dem damals noch Torfstich für die Hausbrandversorgung stattfand. Diese Fläche soll zur Hochmoorgrünlandnutzung hergerichtet werden.

Im Jahre 1981 gab die Staatliche Moorverwaltung einen Pflege- und Entwicklungsplan in Auftrag, um den Landtagsbeschluß kurzfristig in die Tat umzusetzen. Ziel der Planung war es, durch Wiedervernässung die Voraussetzungen für eine Hochmoorregeneration zu schaffen.

Inzwischen wurden umfangreiche Arbeiten ausgeführt. Das Ent-

wässerungsnetz wurde abgedämmt, der Birkenaufwuchs auf großen Teilflächen beseitigt. Ein System von Verwallungen wurde angelegt, um die unterschiedlich hoch gelegenen Abbauflächen zu vernässen. Der Erfolg war durchschlagend.

Die im Süden gelegenen Abbauflächen sind inzwischen so stark vernäßt, daß ein Ausbreiten der typischen Hochmoorvegetation beobachtet werden kann. Als Brut-, Äsungs- und Raststandort hat diese über 150 ha große Feuchtfläche inzwischen überregionale Bedeutung für die hochmoortypischen Vogelarten.

Seit dem 29. September 1983 steht das Neudorfer Moor unter Naturschutz.

Zur Durchführung der ökotechnischen und landbautechnischen Maßnahmen sowie zur Unterhaltung der wasserwirtschaftlichen Anlagen, des Wege- und Straßennetzes, der Windschutz- und Vogelschutzgehölze unterhält die Staatliche Moorverwaltung Weser-Ems im Dienstbezirk vier Außenstellen, die in Papenburg, Wiesmoor, Vechta und Meppen stationiert sind.

Auf diesen Betrieben werden vier technische Angestellte als Betriebsleiter und 28 Facharbeiter beschäftigt.

In der Dienststelle in Meppen sind ein Beamter und neun Angestellte tätig.

Eine besonders verantwortungsvolle Aufgabe ist ferner die Überwachung der industriellen Abtorfung auf den landeseigenen Flächen. Auf rd. 7600 ha sind 30 Pachtfirmen tätig. Jährlich werden rd. 3,5

Millionen cbm Rohtorf gefördert, die zur Produktion von Industrietorf sowie zur Herstellung von Torfkultursubstraten für den Erwerbsgartenbau verwendet werden.

Literatur

Deutscher Bundestag (1950): Stenographischer Bericht, Band 3, 1. Wahlperiode 1949, S. 2253–2260; Bonn.

Fuhs, M. & Mühlen, G. v. d. (1984): Untersuchungen über die Regenerierbarkeit von Teilgebieten des Hochmoorkomplexes Bourtanger Moor. – Unveröff. Manuskript, erstellt i. Auftr. d. Bez.-Reg. Weser-Ems, 80 S., zahlr. Abb. u. Tab.; Oldenburg.

Haack, R. (1954): Reichssiedlungsgesetz 1919. Neudruck d. Arb.-Gem. d. gemeinnützig. Siedlungsträger, Gesetzestext mit Ergänzungen. (Darin zitiert: Reichsgesetzblatt 1919, S. 1419–1436.)

Hilleke, A. (1987): 150 Jahre Landeskulturbehörden im Emsland. – Emsländische Landschaft 3; Sögel. (Darin zitiert: Ödlanderschließungsverordnung von 1924, Reichsgesetzblatt, 1924, I, S. 111–112, Berlin.)

Niedersächsischer Ministerpräsident, Albrecht, Niedersächsischer Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Glup (1981): Niedersächsisches Naturschutzgesetz. Vom 20. März 1991. – Nds. Gesetz- und Verordnungsblatt, 35, Nr. 8, S. 31–45, Hannover.

Niedersächsischer Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1981): Niedersächsisches Moor-

schutzprogramm – Teil I –, Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutze der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore mit näheren Festlegungen für rund drei Viertel der noch vorhandenen geologischen Hochmoorfläche in Niedersachsen vom 1. Dezember 1981. – Nd. Min. E. L. F., Mappe mit Erläut., 37 S., 82 Karten 1:25 000, Hannover.

Niedersächsischer Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (1986): Niedersächsisches Moorschutzprogramm – Teil II –, Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutz der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore und Kleinsthochmoore vom 14. Januar 1986. – Nds. Min. E. L. F., Mappe m. Erläut., 12 S., 3 Anl. mit 29 S., Tab., Register u. Listen, 1 Übersichtskarte 1:500 000, 4 Karten 1:25 000; Hannover.

Preußisches Staatsministerium (1923): Moorschutzgesetz vom 20. August 1923. – Nieders. GVBl., Sb. II, S. 923, Hannover. (S. auch Preuß. Gesetzsammlung Nr. 49, 1923: 400–403; Berlin.)

Preußisches Staatsministerium (1929): Moorschutzgesetz für den Landesteil Oldenburg vom 1. Juli 1929. – Nieders. GVBl., Sb. II, S. 925, Hannover.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Gerhard Wieking
Leiter der Staatlichen
Moorverwaltung Weser-Ems
Postfach 1717
49707 Meppen

Wasserhaushalt der Hochmoore

Von Jos Schouwenaars

1. Klima und Wasserbilanz

Nur wassergesättigte Böden bieten die Möglichkeit zur Moorbildung. Hochmoore werden allein

über die Niederschläge mit Wasser versorgt; dementsprechend ist die Hochmoorentwicklung nur in Klimabereichen mit hohen Niederschlägen möglich. In Europa sind Hoch-

moore vor allem in küstennahen Regionen mit atlantischem Klima und in Mittelgebirgen anzutreffen (Niederschläge über 700 mm/Jahr).

Die natürlichen Gefälleverhältnisse der Hochmoore in Niedersachsen und Bayern werden in Abb. 1 veranschaulicht. Die Hochmoore in Bayern haben allgemein eine geringere Ausdehnung als die Hochmoore Niedersachsens bei einem stärkeren Oberflächengefälle zu den Rändern. Infolge der Entwässerung, Kultivierung und Abtorfung hat sich die Morphologie der Hochmoore in Niedersachsen stark verändert. Viele Hochmoore in Bayern sind auch heute noch relativ unberührt.

Von den Hochmooren fließt in regenreichen Perioden und nach der Schneeschmelze Wasser oberflächlich ab. In diesen Perioden sind die Moorböden völlig wassergesättigt, und es kann kein Wasser zusätzlich gespeichert werden (Eggelsmann, 1967; Uhden, 1967).

Daten von Eggelsmann (1990) weisen für Mooregebiete mit oberflächennahem Grundwasser eine um 10 bis 15 % höhere Verdunstung auf als Mineralböden im selben Klimabereich. Unter trockenen Bedingungen wird die Verdunstung der Torfmoose eingeschränkt. Schouwenaars (1993) hat für Torfmoose eine beschränkte Wassernachlieferung und Verdunstung nachgewiesen für Grundwasserstände von weniger als 15 cm unter Geländeoberfläche. Vereinfacht lassen sich die verschiedenen Wasserbilanzfaktoren einschätzen, wie in Tab. 1 aufgezeigt.

In monatlichen und jährlichen Wasserbilanzen ist mit einer Wasservorratsänderung zu rechnen; die jährlichen Schwankungen der Niederschlagshöhe hängen damit zusammen. Ein Anstieg tritt in einer Periode mit hohem Niederschlag dann auf, wenn in dieser Zeit die Summe von Verdunstung und Versickerung überschritten wird. Andererseits sinkt das Wasserniveau in einer Periode mit einem Niederschlagsdefizit. Als Beispiel wird in Tab. 2 die für die Regenerations-Versuchsfläche im Lichtenmoor berechnete Wasserbilanz aufgeführt.

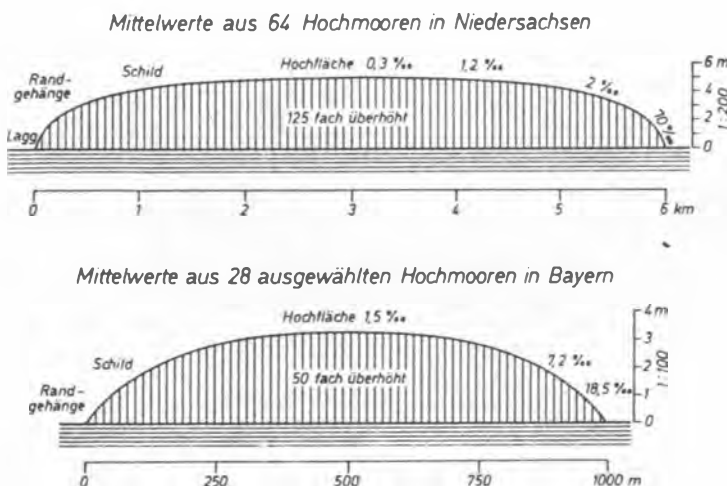


Abb. 1:
Oberflächenprofile von Hochmooren in Niedersachsen und Bayern vor der Jahrhundertwende (Eggelsmann, 1990)

Tabelle 1:
Durchschnittliche Jahressummen (mm) der Wasserbilanz eines Hochmoores in Niedersachsen und Änderungen in entwässerten und wiedervernässten Hochmoorresten (Beispielswerte; geschätzt)

	Unberührtes Hochmoor	Nach Entwässerung teilweise Abtorfung	Nach Wiedervernässung
Niederschlag	750	750	750
Verdunstung	500	450-500	475-523
Abfluß	200	100-150	125-175
Versickerung	50	100-150	50-100

Tabelle 2:
Wasserbilanz Lichtenmoor (1983 bis 1986) (Schouwenaars et al., 1992)

	1983	1984	1985	1986
Niederschlag	747	726	675	704
Verdunstung	568	511	466	514
Abfluß	273	40	97	151
Versickerung	64	86	116	104
Speicherung	- 158	89	- 4	- 65

2. Hydrophysikalische Bodeneigenschaften und Verdunstung

In den obersten Dezimetern einer jungen Torfmooschicht (Akrotelm) herrschen sehr spezielle hydrologische Bedingungen vor (Joosten, 1993), der Volumenanteil des Wassers beträgt etwa 95 % und der der organischen Substanz etwa 5 % (Trockengewicht 0,02 bis 0,08 g/cm³). In den vernässten Partien, wie z. B. in den Schlenken eines Bult-Schlenken-Komplexes, sind die Poren fast völlig mit Wasser gefüllt; in den Bulten können dann die Grobporen schon mehr oder weniger ausgetrocknet sein.

Einerseits ermöglichen die vielen Grobporen eine hohe Wasserspeicherung, dadurch ist das Wasser in den oberen 10 cm für die Pflanzen leicht verfügbar. Torfmoose haben keine Wurzeln, und die Wassernachlieferung aus tieferen Bodenschichten wird vom kapillaren Wasseraufstieg bestimmt. Bei tieferen Grundwasserständen ist die Wasserversorgung der Torfmoose stark eingeschränkt, weil über die Grobporen kein Wasser nachgeliefert wird.

Abb. 2 zeigt die Abhängigkeit des kapillar gebundenen Wassers von der Höhe des Grundwasserstandes.

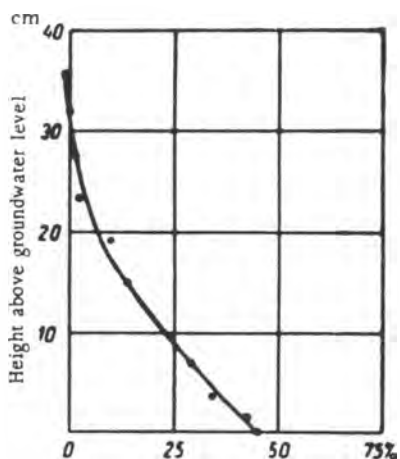


Abb. 2:
Kapillar gebundenes Wasser in
einer Torfmooschicht
(Romanov, 1968)

Ein völliges Austrocknen der oberen Torfmooschichten ist in Trockenperioden im Sommer oft schon nach fünf bis zehn Tagen zu beobachten. Die Köpfchen der Sphagnum werden gelb und weiß, und wegen der geringen Wassernachlieferung sinkt der Wasserstand meist nicht tiefer als 30 cm ab. Im atlantischen Klimabereich können die Torfmoose nur kurze Trockenperioden überleben.

In Hochmoorresten haben Entwässerung und Abtorfung dazu ge-

führt, daß die Eigenschaften der heute an der Oberfläche liegenden Torfschichten sich sehr stark von denen der ehemaligen „Akrotelm“-Schicht unterscheiden.

Nach Entwässerung nimmt die mikrobielle Aktivität zu, die Porenverteilung ändert sich, und eine erhöhte Mineralisierung bewirkt ein höheres Nährstoffangebot. Wenn der Weißtorf vollkommen abgebaut wurde, entsteht sogar die ehemalige „Katotelm“-Schicht an der Oberfläche. Dadurch gibt es kaum Grob-

Tabelle 3:
Wasserspeicherkapazität verschiedener Torfmooschichten
(nach Schouwenaars und Vink, 1992)

Jung, lebend	0,23–0,34	Probeentnahme (0–15 cm Tiefe)
Wenig zersetzt (H2–4)	0,11–0,17	(10–40 cm Tiefe)
Stark zersetzt (H6–7)	0,05–0,10	(tief, ohne Wurzeln)
	0,14–0,33	(0–35 cm, viele Wurzeln)

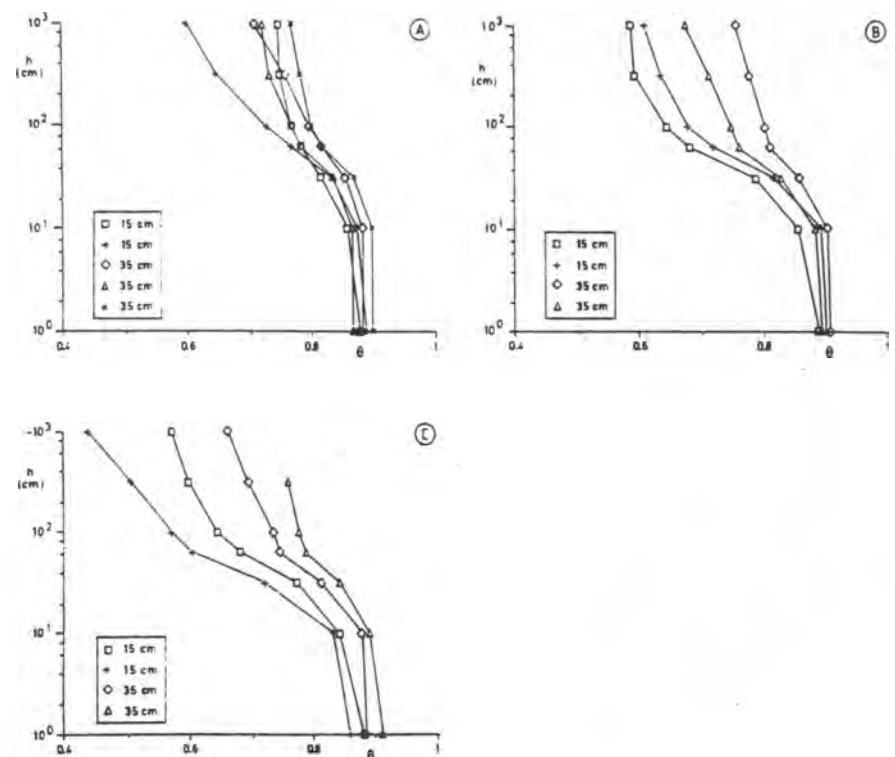


Abb. 3:
Wasserretentionskurven aus den Engbertsdijkvenen
(bei Amelo, Niederlande, nach Schouwenaars und Vink, 1992)

- A = Schwarztorf; Zersetzungsgrad H 6–7
B = wenig zersetzter Weißtorf; H 3
C = 0–15 cm: junge Torfmooschicht; H 1–2
tiefer als 15 cm: wenig zersetzter Weißtorf; H 3

poren und die Luftkapazität ist entsprechend gering. Die Kapazität des Bodens, überschüssiges Wasser zu speichern, liegt bei 10–30 %. Wasservorratsänderungen von 10 mm führen zu 3–10facher Schwankung des Grundwasserstandes. Tab. 3 enthält einige Daten zur Wasserspeicherkapazität verschieden stark zersetzter Torfmoose.

In Böden mit geringen Speicherkapazitäten treten relativ große Wasserstandsschwankungen auf. Daraus resultieren die niedrigen Sommerwasserstände solcher Böden und die ungünstigen Bodenwasserverhältnisse für die Wiederansiedlung von Torfmoosen. Meistens dominieren auf solchen Standorten andere tieferwurzelnde Pflanzen, wie Ericaen und Molinia, das Pfeifengras. Diese Pflanzen sind nicht auf einen hohen Wassergehalt in den oberen Zentimetern der Torfprofile auf diesen Standorten angewiesen; sie schöpfen ihr Wasser aus tieferen Schichten. Wasserverluste durch Verdunstung können in Trockenperioden dementsprechend für diese Pflanzen höher sein als bei Torfmoosen. In den meisten Flächen, in denen Schwarztorf an der Oberfläche ansteht, sinken die Wasserstände im Sommer auf mehr als 60 cm Tiefe ab.

3. Sickerwasserverluste in Abhängigkeit von der Wasserdurchlässigkeit

Bei hohen Sickerwasserverlusten (Torfe mit hoher Wasserdurchlässigkeit und Mineralböden an der Moorbasis) kann das mooreigene Grundwasser im Winterhalbjahr nicht bis an oder über die Oberfläche ansteigen, daher ist hier auch nur mit geringen oberirdischen Abflüssen zu rechnen. Im trockenen Sommerhalbjahr sinkt das mooreigene Grundwasser u. U. sehr tief unter Gelände ab. Bei niedrigen Sickerwasserverlusten kann das mooreigene Grundwasser im Winter bis an die Geländeoberfläche ansteigen; es kann auch zu Überstauungen und oberirdischen Abflüssen kommen.

Nur wenn im Winterhalbjahr Abflüsse auftreten, wird die Wasser-

speicherkapazität der Wiedervernässungsflächen vollständig genutzt. Davon hängen auch hohe Grundwasserstände im Sommerhalbjahr ab.

Aus den wenigen Daten, die hier zur Verfügung stehen, ist abzuleiten, daß in unberührten Hochmooren die Sickerwasserverluste z. T. weniger als 50 mm/Jahr betragen (Tab. 1). Sogar mit hohen Unterschieden zwischen dem Druckniveau des mooreigenen Grundwasserregimes und dem tieferen Grundwasserstockwerk garantieren die sehr gering durchlässigen Schwarztorfschichten (Katotelm) eine sehr geringe vertikale Wasserbewegung. In den obersten Torfschichten (Akrotelm) ist die Wasserdurchlässigkeit viel höher, vor allem in den obersten 10 cm der jüngeren Torfmoose. Bei sehr hohen Wasserständen im Moorkörper wird Wasser aus diesen Schichten horizontal abfließen. In unberührten Hochmooren fließt der größte Teil des Überschußwassers auf diese Weise an der Oberfläche ab.

In Hochmoorresten sind die vertikalen Wasserverluste von mehreren Faktoren abhängig. Mächtigkeit und Zersetzungsgrad der Torfe, Druckniveau des Grundwassers und Eigenschaften des Liegenden sind dabei von Bedeutung. Die Meßwerte des Grundwasserniveaus im Moor (m über NN) und des Grundwasserdruckniveaus im mineralischen Untergrund sowie Werte für den hydraulischen Widerstand (c in Tagen) des gesamten Moorkörpers ermöglichen die Berechnung der Versickerungsrate (q, in m/Tag) nach dem Filtergesetz von Darcy wie folgt:

$$q = \frac{\text{Moorwasserniveau} - \text{Druckniveau Grundwasser}}{\text{hydraulischer Widerstand}} \quad (\text{m/Tag})$$

Der hydraulische Widerstand c des gesamten Moorkörpers ist zu ermitteln wie folgt:

$$c = d_1/k_1 + d_2/k_2 + \dots + d_n/k_n \quad (\text{Tage})$$

mit
 d_n = Mächtigkeit einer Torfschicht n (m)
 k_n = Durchlässigkeit einer Torfschicht n (m/Tag)

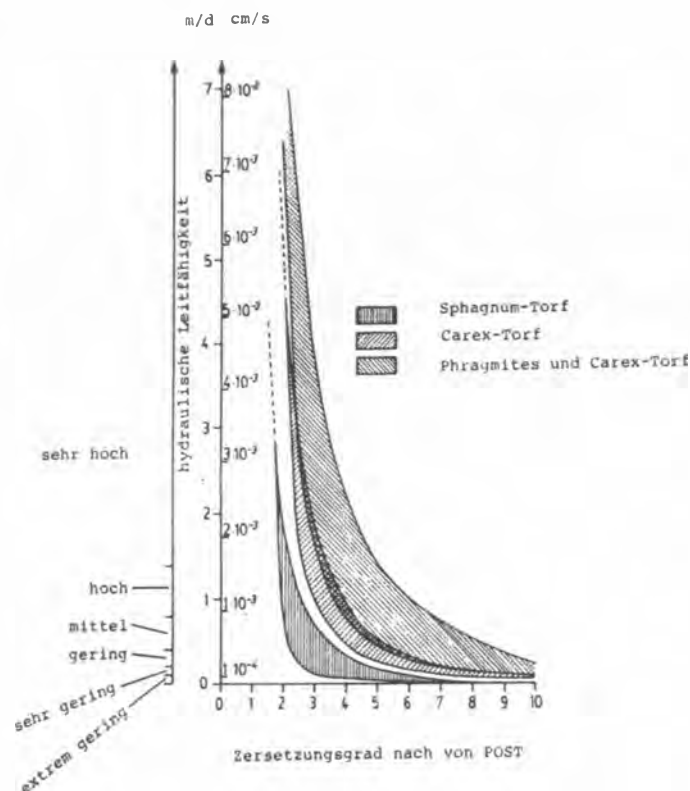


Abb. 4:
 Beziehung zwischen hydraulischer Leitfähigkeit und Zersetzungsgrad (nach Schweikle, 1990)

Durchschnittliche k-Werte für Torfe aus unterschiedlichen Pflanzenresten bei unterschiedlichem Zersetzungsgrad sind in Abb. 4 dargestellt.

In Resthochmooren mit einem Staukörper aus stark zersetztem Schwarztorf (H7–8) wird bei einer Wasserdurchlässigkeit von nur 0,0001 m/Tag selbst bei einer Torfmächtigkeit von nur 0,5 m nur extrem wenig Wasser versickern (*Blankenburg und Kuntze, 1987; Abb. 5*).

In Resttorfschichten mit einem Humositätsgrad von 5–7 ist die vertikale Wasserbewegung um das Zweibis Dreifache höher als bei den o. g. Humositätsgraden der stark zersetzten Torfe (H7–8). Wenn das Druckniveau des Grundwassers nicht bis in den Torfkörper hineinreicht, kann die Versickerung von der Torfmächtigkeit unabhängig werden. Dies ist der Fall, wenn die mit zunehmender Mächtigkeit linear zunehmenden Druckunterschiede auch mit einem linear zunehmenden hydraulischen Widerstand verbunden sind. Wird bei einer Wiedervernässung eine Fläche überstaut, nehmen die Sickerwasserverluste zu, da sich der hydraulische Widerstand der Torfe nicht ändert. Hier ist nur das Verhältnis zwischen Überstauhöhe und Torfmächtigkeit von Bedeutung. Die Beispiele in Abb. 6 erläutern dieses Prinzip.

Mit den Ergebnissen der hydrologischen Untersuchungen ist es möglich, Richtlinien zur Beschränkung der Sickerwasserverluste abzuleiten. In Tab. 4 wird zwischen küstennahen Flächen mit einem Niederschlagsüberschuß von etwa 200 mm/Jahr und küstenfernen Mooren unterschieden. Letztere reagieren wegen des geringeren Niederschlagsüberschusses empfindlicher auf Sickerwasserverluste.

Für Staukörper aus stark zersetztem Schwarztorf reicht für die Beschränkung der Sickerwasserverluste eine Resttorfmächtigkeit von 0,5 m häufig aus. Wenn aber weniger zersetzte Resttorfschichten überwiegen, ist für eine erfolgreiche Wiedervernässung ein guter Grundwasser-

Tabelle 4:

Richtlinien für das Druckniveau des Grundwassers im Untergrund von Regenerationsflächen

	Mächtigkeit der Resttorfschichten ¹⁾ (Staukörper) (Schwarztorf mit Zersetzungsgrad H ≥ 6)			
	0,5 m	0,5–1 m	1–2 m	2 m
Jährl. Niederschlag minus Verdunstung (mm)	100 → 200	100 → 200	100 → 200	100 → 200
Druckniveau im Untergrund zur Beschränkung der Sickerverluste	innerhalb	innerhalb → unabhängig	unabhängig	unabhängig
Minimale Fläche zur Beschränkung horizontaler Wasserverluste	unabhängig	unabhängig	1–10 ha	10 ha

¹⁾ Resttorfmächtigkeit = Höhe des Restblocks über umgebendem Gelände

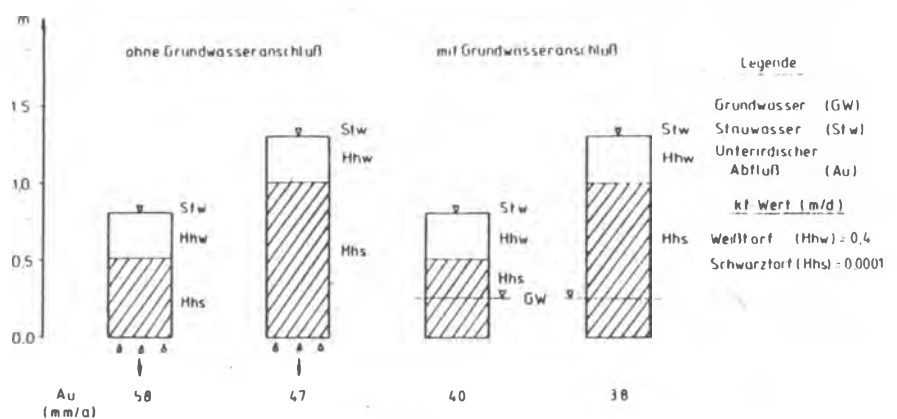


Abb. 5:

Abhängigkeit der Versickerung von der Mächtigkeit des Staukörpers und des Grundwasserstandes (nach Blankenburg u. Kuntze, 1987)

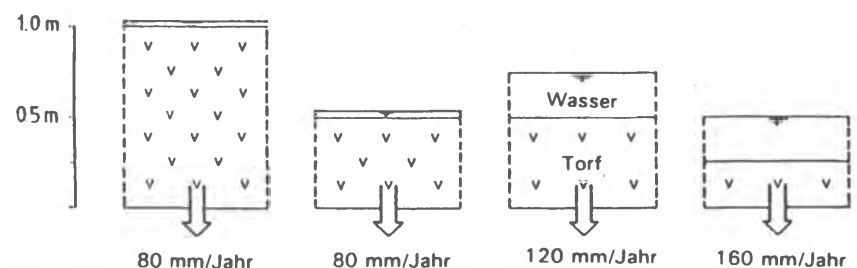


Abb. 6:

Sickerwasserverluste in Abhängigkeit von Torfmächtigkeit und Wasserhöhe ohne Grundwasseranschluß (Beispielswerte für die Engbertsdijksvenen)

anschluß erforderlich, d. h., die Druckhöhe des Grundwassers liegt relativ hoch im Torfkörper; häufig reicht eine Staukörpermächtigkeit von 0,5–1,0 m aus. Grundwasseranschluß kann häufig nur durch die Steuerung des Wasserhaushaltes der umliegenden Pufferzonen erreicht werden. Ohne Grundwasseranschluß wird bei Resttorfschichten mit $H < 7$ eine Staukörpermächtigkeit von mindestens 1 m gefordert. Die horizontale Wasserbewegung hat in Mooren mit einem Schwarztorkörper nur einen vernachlässigbar geringen Einfluß; das gilt nicht für schmale Resttorfbänke – vor allen Dingen aus Weißtorf. Eine ausreichende Beschränkung der horizontalen Wasserverluste setzt eine Mindestgröße von einigen Hektar Fläche voraus.

4. Regeneration, Eingriffe in den Wasserhaushalt

Zur Wiedervernässung von Hochmooren werden hohe Wasserstände gefordert. Eggelsmann (1990) nennt die folgenden Voraussetzungen:

- Nach der Abtorfung muß als Staukörper eine mindestens 50 cm mächtige Resttorflage aus stark zersetzten Hochmoortorfen verbleiben.
- Die Grabensohlen dürfen möglichst nicht in den Sanduntergrund einschneiden.
- Die Binnengräben sind nach der Abtorfung mit stark zersetzten Torfen zu verfüllen.
- Es sollte eine Bunkerdeschicht von mindestens 30 cm Mächtigkeit verbleiben.

Die Wiedervernässung kann nur durch Zurückhalten von Niederschlagswasser erfolgen. Dazu muß in vorhandenen Furchen, Gruppen, Gräben und Vorflutern das Wasser aufgestaut werden. Bei den Staumaßnahmen muß dafür gesorgt werden, daß nach Starkregen überschüssiges Wasser ungehindert abfließen kann. Nach erfolgten Staumaßnahmen sind während einiger Jahre sowohl der Grundwasserspiegel als auch das Auffüllen des Wasserspeicherraumes zu beobachten.

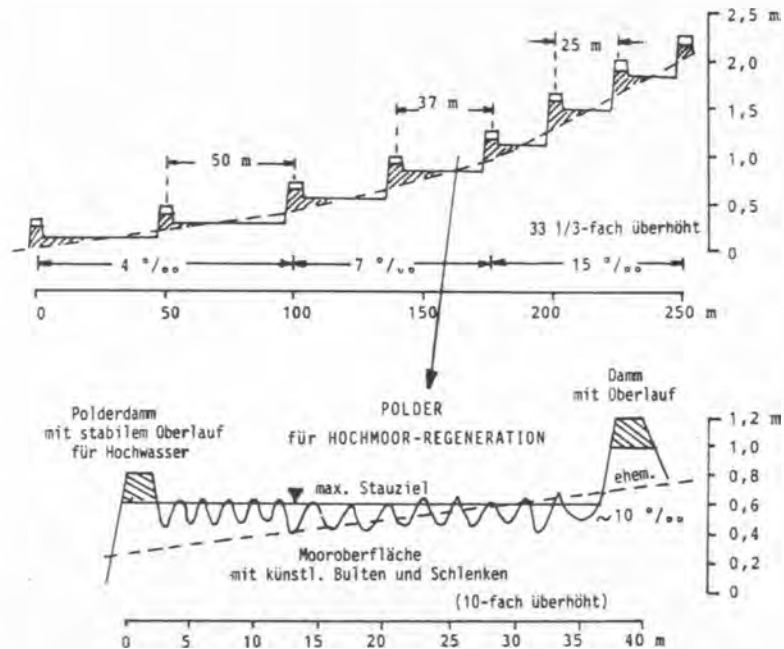


Abb. 7: Ökotechnisches Schema zur Hochmoorregeneration bei geneigter Mooroberfläche (Eggelsmann, 1990).

Verbleibt nach Torfabbau eine geneigte Mooroberfläche, sollten terrassenförmig mehrere Polder angelegt werden (Abb. 7).

Eggelsmann (1990) gibt als maximal erwünschte Stauhöhe das mittlere Niveau zwischen der Höhe von Bulten und Schlenken an, d. h., die Schlenken sollten in den Winter- und Frühjahrsmonaten normal überstaut werden. Am Anfang der Wiedervernässung, wenn noch keine oder nur wenige Torfmoose die Renaturierungsflächen besiedeln, ist für das Einstauen folgendes zu berücksichtigen:

- Wenn man bei der Renaturierung einen Schwingrasen anstrebt, sollte die Resttorffläche weitestgehend, d. h. ganzjährig, überstaut sein. Zur Einschränkung der Wellenbewegung sollte die Stauhöhe jedoch das Niveau der obersten Torfreste oder Monilia-Bulten nicht überschreiten.
- Wenn sich an einigen Stellen bereits Torfmoose angesiedelt haben, ist eine Einschränkung der Überstauung anzuraten. Um eine langsame Absenkung des Grundwasserstandes in den Sommermonaten zu erreichen, empfiehlt es sich, kleinflächig zerstreut offene Wasserflächen einzurichten.

■ Wenn, wie in Abb. 7 aufgezeichnet, einzelne Polder angelegt werden, sollte nach der Planierung die Oberfläche so bearbeitet werden, daß streifenförmig künstliche Schlenken und Bulten entstehen.

Am Beispiel der Engbertsdijkvenen wird erläutert, wie durch die Anlage von künstlichen Schlenken die Verringerung der Grundwasserabsenkung erreicht werden soll. In einem Teilgebiet dieses Hochmoorestes ist im Winter zur Zeit ein maximaler Anstau bis zur Geländeoberfläche möglich. Die im Pflegeplan für dieses Gebiet vorgesehene Polderung ermöglicht einen weiteren Anstau. Mit dem hydrologischen Modell SWAMP (Schouwenaars, Blankenburg und Sterk, 1992) wurde für drei Varianten berechnet, welche Wasserstände erreicht werden können:

- Variante 0:
heutige Situation (maximaler Anstau bis + 13,60 m NN)
- Variante 1:
weiterer Anstau bis + 13,80 m NN
- Variante 2:
Anstau bis + 13,90 m NN

Variante 3:

Anstau bis + 13,80 m NN, kombiniert mit der Anlage von kleinen Wasserflächen, die insgesamt 30 % der Fläche ausmachen

Für eine einfache Interpretation der Ergebnisse sind die berechneten Wasserganglinien in Dauerlinien umgesetzt worden. Sie deuten an, wie viele Tage pro Jahr im Mittel ein bestimmter Wasserstand überschritten wird. Für das hier analysierte Moor mit einem üppigen Bewuchs von Pfeifengras ist wahrscheinlich die Variante 2 zu bevorzugen, obwohl die Fläche relativ hoch überstaut wird. Wenn sich aber schon einige Sphagnumarten angesiedelt haben, ist Variante 3 zu bevorzugen; hier bleiben kurzfristige Grundwasserabsenkungen auf den Sommer beschränkt.

Durch die künstlich erhöhte Wasserspeicherung an der Geländeoberfläche werden die Grundwasserschwankungen reduziert. Auf diese Weise läßt sich die Speicherkapazität der Akrotelm-Schicht während einiger Jahrzehnte aufrechterhalten. In der folgenden Phase der Renaturierung wird diese Wasserspeicherung allmählich von dem wachsenden Torfmoosrasen übernommen (Regenerationsphase).

Beets (1993) beschreibt die Einrichtung einiger wiedervernässter Flächen in den Niederlanden sowie die Entwicklung des Wasserhaushaltes und der Vegetation auf diesen Hochmoorflächen.

Literatur

Beets, C., 1993: Hochmoorregeneration nach Wiedervernässung industriell abgetorfte Hochmoore in den Niederlanden. *Telma* 23: 271–286.

Blankenburg, J., und H. Kuntze, 1987: Moorkundlich-hydrologische Voraussetzungen der Wiedervernässung von Hochmooren. *Telma* 17: 51–58.

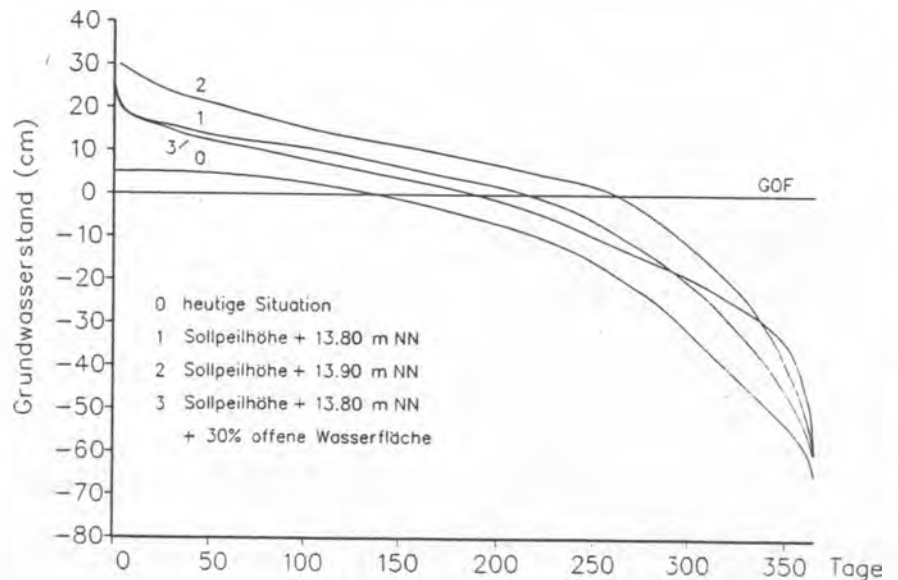


Abb. 8:
Dauerlinien der berechneten Wasserstände einer Fläche in den Engbertsdijkvenen (Niederlande) für drei Varianten

Eggelsmann, R., 1967: Oberflächengefälle und Abflußregime der Hochmoore. *Wasser und Boden* 19: 247–252. Hamburg.

Eggelsmann, R., 1990: Moor und Wasser. In: Göttlich (Hrsg.) *Moor- und Torfkunde*: 288–320. Stuttgart.

Joosten, H. J. H., 1993: Denken wie ein Hochmoor; Hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedervernässung und Restauration. *Telma* 23: 95–116.

Romanov, V. V., 1968: *Hydrophysics of bogs*. Ed. Monson Bindery Ltd., Jerusalem.

Schouwenaars, J. M., F. van Amerongen und M. Booltink, 1992: Hydraulic resistance of peat layers and downward seepage in bog relicts. *International Peat Journal* 4, 65–76.

Schouwenaars, J. M., und J. P. M. Vink, 1992: Hydrophysical properties of peat relicts in a former bog and perspectives for Sphagnum regrowth. *International Peat Journal* 4, 15–28.

Schouwenaars, J. M., J. Blankenburg und G. Sterk, 1992: Hydrologische Feld- und Modellversuche in Hochmoorregenerationsflächen. *Telma* 22: 37–52.

Schouwenaars, J. M., 1993: Möglichkeiten für die Wiedervernässung von Hochmooren in Abhängigkeit von der Torfmächtigkeit. *Telma* 23: 117–123.

Schouwenaars, J. M., 1993: Hydrological differences between bogs and bog relicts and consequences for bog restoration. *Hydrobiologia* 265, 217–224.

Schweikle, V., 1990: Physik des Torfes und der Moorböden. In: Göttlich (Hrsg.) *Moor- und Torfkunde*: 272–283. Stuttgart.

Uhden, O., 1967: Niederschlags- und Abflußbeobachtungen auf unberührten, vorentwässerten und kultivierten Teilen eines nordwestdeutschen Hochmoores. *Schriftenreihe Kuratorium f. Kulturbauwesen* 13. Hamburg.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jos Schouwenaars
Universität Groningen
Fachgruppe
Physische Geographie
Kerklaan 30
NL-9751 NN Haren
Niederlande

Physikalische Eigenschaften von Hochmoorböden

Von Walter Schäfer

Zwischen der Genese eines Hochmoores und den physikalischen Eigenschaften von Hochmoortorfen bestehen vielfältige Wechselwirkungen. So sind einerseits die physikalischen Eigenschaften von Hochmoortorfen geprägt durch die speziellen Entstehungsbedingungen im Hochmoor. Die folgenden Beispiele sollen dies verdeutlichen:

1. Die oligotrophen Ernährungsbedingungen im Hochmoor sind die Ursache der sehr geringen Mineralstoff-(Asche-)Gehalte in den Hochmoortorfen.
2. Die Morphologie der Haupttorfbildner (Sphagnen) hat entscheidenden Einfluß auf Porenvolumen, Porenraumverteilung und Wasserspeichervermögen der Torfe.
3. Der primäre Zersetzungsgrad der Torfe ist abhängig von Klima und Hydrologie während des Hochmoorwachstums.
4. Anthropogene Einflüsse (z. B. Entwässerung, Nutzung) führen z. B. über die Prozesse der Sackung und Humifizierung zu Veränderungen der physikalischen Eigenschaften der Torfe.

Andererseits werden z. B. die Hydrologie, das bodennahe Klima und damit auch die Vegetation eines Hochmoores entscheidend durch die physikalischen Eigenschaften der Torfe beeinflusst.

Im folgenden werden die wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Hochmoortorfe dargestellt.

1. Aschegehalt, spez. Gewicht, Lagerungsdichte

Die Mineralstoff-(Nährstoff-)Zufuhr in einem wachsenden Hochmoor erfolgt nahezu ausschließlich über das Niederschlagswasser. Die Physiologie der hochmoortypischen Pflanzen (Sphagnen) ist an eine mineralstoffarme Ernährung angepaßt. Dementsprechend sind die Mineralstoffgehalte (= Asche) dieser

Tab. 1:
Mittlere Aschegehalte (Glührückstand) und Reindichte von Torfen

Substrat	Asche Gew.-%	Reindichte g/cm ³
Hochmoortorf	1– 2 (5)	1,3–1,6
Niedermoor-torf	5–20	1,5–1,9
Bunkerde	5	
Hochmoortorf (vererdet/vermulmt)	15–35	

Tab. 2:
Lagerungsdichte von Hochmoortorfen

Substrat/ Lagerungsdichte	Substanz- volumen Vol.-%	Rohdichte tr. g/l	
		Weißtorf	Schwarztorf
Hochmoortorf			
fast schwimmend	< 3	< 50	100
dicht	> 12	180	250
Mineralboden			
gering	45–53	1200–1400	
hoch	60–68	1750–1950	

Pflanzen und auch der daraus hervorgehenden Torfe mit 1–5 Gew.-% sehr gering (vgl. Tab. 1).

Durch die überwiegend anthropogen bedingten Prozesse der Mineralisierung und Humifizierung kann es zu einer Ascheanreicherung im Oberboden von Hochmoorböden kommen. Diese Ascheanreicherung ist bei den wenig eutrophierten Bunkerden noch gering, bei den durch landw. Nutzung mit Nährstoffen angereicherten Oberböden hoch (vgl. Tab. 1).

Der Festsubstanzanteil (= Substanzvolumen) eines schwimmenden Hochmoortorfes liegt bei nur 3 Vol.-% (4–5 Gew.-% der FM), der eines entwässerten, konsolidierten Torfes bei maximal 16 Vol.-% (25 Gew.-% d. FM). Demgegenüber liegt der Substanzanteil bei Mineralböden bei 45 bis 68 Vol.-% (Tab. 2).

2. Porenvolumen, Porenraumverteilung, Wasserspeichervermögen

Aus dem geringen Festsubstanzanteil folgt ein hohes Porenvolumen der Hochmoortorfe mit 80 bis 95 Vol.-%. Tab. 3 zeigt die Porenraumverteilung von Moor- und Mineralböden. Torfe verfügen im Vergleich zu Mineralböden über ein etwa doppelt so großes Wasserspeichervermögen (Feldkapazität, FK), die Speicherkapazität für pflanzenverfügbares Wasser (nFK) ist etwa 2–3mal so groß wie bei Mineralböden. Noch deutlicher wird das unterschiedliche Wasserspeichervermögen von Torfen bei einer gewichtsbezogenen Betrachtung. So können naturfeuchte Hochmoortorfe 8–18 g Wasser je g Torfsubstanz (Weißtorf) bzw. 2,5–7,5 g Wasser je g Torfsubstanz (Schwarztorf) speichern, gegenüber 0,3–0,6 g Wasser je g Trockensubstanz bei Mineralböden.

Der Zersetzungsgrad der Torfe hat einen großen Einfluß auf die

Porenraumverteilung. Mit zunehmendem Zersetzungsgrad nimmt der Anteil an groben, luftführenden Poren (LK) ab, der Anteil an Feinporen bzw. der Totwasseranteil (PWP) nimmt zu (Tab. 3).

3. Wasserdurchlässigkeit

Die Verringerung des Grobporananteils wiederum hat starke Auswirkungen auf die gesättigte Wasserdurchlässigkeit der Torfe. Ist die Wasserdurchlässigkeit eines wenig zersetzten Hochmoortorfes (Weißtorf) mit der von Sand (hohe Wasserdurchlässigkeit) vergleichbar, entspricht die Wasserdurchlässigkeit eines stark zersetzten Hochmoortorfes (Schwarztorf) der eines kohärenten Tones (Abb. 1).

4. Benetzbarkeit

Eine Entwässerung der Torfe kann zu einer deutlichen Verringerung des Wasserspeichervermögens führen, was u. a. mit einer Verschlechterung der Benetzbarkeit der Torfe erklärt wird.

So kann bei einer sehr starken Austrocknung der Torfe (lufttrocken) die Wasserkapazität von schwach zersetzten Hochmoortorfen um 10 bis 25 %, bei stärker zersetzten Torfen um > 50 % vermindert werden (Roderfeld, 1992).

5. Thermische Eigenschaften der Torfe

Das thermische Verhalten von Torfen wird im wesentlichen von drei thermischen Eigenschaften bestimmt:

- der Wärmekapazität (WK),
- der Wärmeleitfähigkeit (WL),
- der Absorption der Energiestrahlung.

Die Wärmekapazität eines Bodens ist abhängig von der Lagerungsdichte, der Zusammensetzung der festen Substanz (org./mineralisch) und dem Wassergehalt.

Hochmoortorf hat im trockenen Zustand bei natürlicher Lagerung eine deutlich geringere Wärmekapazität als ein Mineralboden. Im feuchten Zustand ist dagegen die Wärmekapazität des Hochmoortorfes

Tab. 3:
Mittlere Porenraumverteilung (Vol.-%) von Mineral- und Moorböden

Bodenart	PV	LK	FK	nFK	PWP
Sand (mSfs)	36	24	12	9	3
Schluff (Ut2)	44	8	36	25	11
Ton (Tu2)	53	4	49	14	35
Hochmoortorf					
wenig zersetzt	95	23	72	60	12
stark zersetzt	85	5	80	60	20
vererdet/vermulmt	85	10	75	50	25

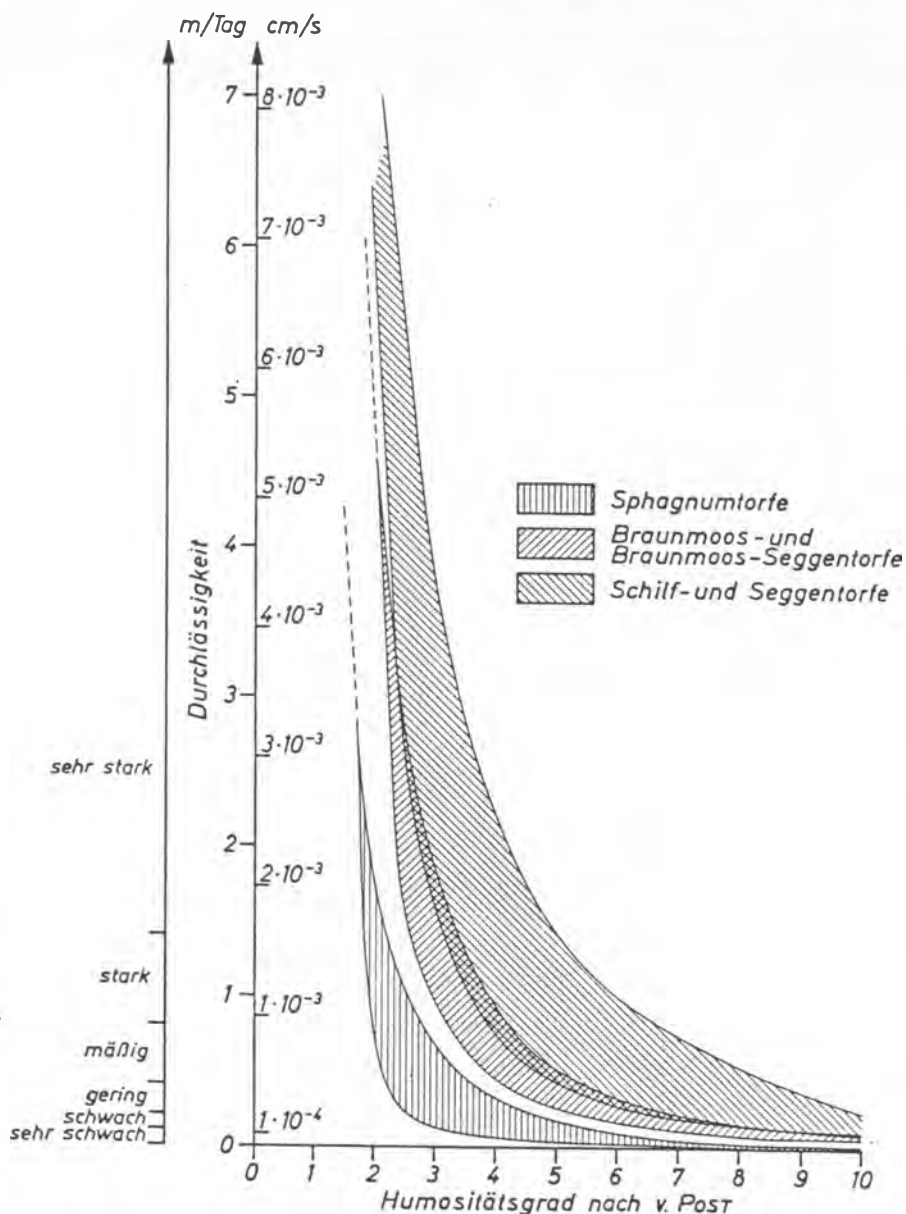


Abb. 1:
Wasserdurchlässigkeit in Abhängigkeit vom Zersetzungsgrad der Torfe (Baden u. Eggelsmann, 1963)

Tab. 4:
Wärmekapazität von Böden und Bodensubstanzen
(aus Hartge u. Horn, 1991)

Boden/ Substanz	Wassergehalt Vol.-%	Wärmekapazität $J \cdot cm^{-3} \cdot ^\circ C^{-1}$
Böden, natürl. Lagerung Sand (Quarz)	0	1,26–1,67
	20	1,67–2,50
	40	2,50–3,30
Hochmoortorf	0	0,08–0,42
	40	1,67–2,10
	80	3,35–3,77
Substanzen		
Quarz		2,13
Humus		2,34
Wasser		4,19
Luft		0,001

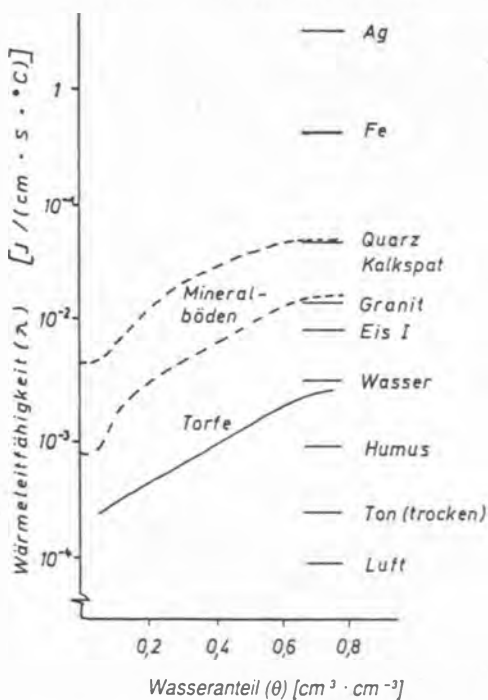


Abb. 2:
Wärmeleitfähigkeit von Böden in Abhängigkeit vom Wassergehalt
(Hartge u. Horn, 1991)

Tab. 5:
Anzahl der Tage mit Nachtfrost über unbewachsenem Erdboden
(Mittel aus 4 Jahren, Baden und Eggelsmann, 1958)

Boden/ Kulturbodentyp	Frühjahr			Herbst	
	April	Mai	Juni	Sept.	Okt.
Dt. Hochmoorkultur	14,3	5,5	1,8	4,8	11,1
Sanddeckkultur	13,8	5,0	0,8	2,5	10,5
Sandmischkultur	12,8	4,8	0,3	2,0	10,8
Heidekultur	12,5	5,0	0,3	2,0	10,5

fes deutlich größer, sie wird dann weitgehend von der Wärmekapazität des Wassers bestimmt (Tab. 4).

Die Wärmeleitfähigkeit (Abb. 2) ist ebenfalls stark vom Wassergehalt abhängig, d. h., die Wärmeleitfähigkeit ist um so geringer, je trockener der Boden ist. Trockene Torfe haben eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit.

Aufgrund dieser speziellen thermischen Eigenschaften der Torfe muß bei einem nassen Torf (Wassergehalt bei FK: 80 Vol.-%), verglichen mit einem ebenfalls bis zur FK aufgesättigten Sandboden (FK: 20 Vol.-%), die doppelte Energie aufgewandt werden, um die Bodentemperatur um 1 °C zu erhöhen.

Trockener Torf dagegen erwärmt sich aufgrund seiner geringen Wärmekapazität sehr schnell. Bei gleichzeitig geringer Wärmeleitfähigkeit kommt es bei hoher Einstrahlung am Tage zu einem Wärmestau, nachts infolge Rückstrahlung zu einer starken Abkühlung. Dies führt besonders auf unbewachsenen Moorflächen zu hohen Temperaturamplituden bis zu 60 °C und zum verstärkten Auftreten von Strahlungsfrösten (Tab. 5).

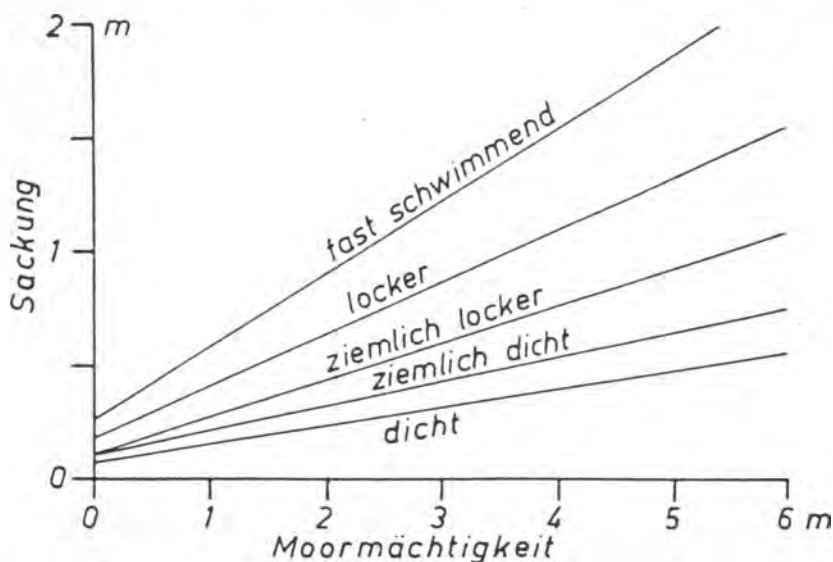
6. Anthropogen bedingte Veränderungen der physikalischen Eigenschaften von Hochmoor/Hochmoortorfen

In Abb. 3 sind die mit einer intensiven Entwässerung und landwirtschaftlichen Nutzung einhergehenden physikalischen Prozesse und Veränderungen von physikalischen Eigenschaften zusammenfassend dargestellt.

Initiiert durch die Entwässerung werden durch Wegfall des Auftriebes die Torfe unter ihrer Eigenlast zusammengedrückt. Dies führt zu Höhenverlusten durch Sackung, die nach Abb. 4 berechnet werden können. Die Sackung führt dabei in den Weißtorfschichten zu einem Verlust an Grobporen und damit zu einer verringerten Wasserdurchlässigkeit. Zunehmende Höhenverluste veranlassen weitere Entwässerungsmaßnahmen, die verringerte Wasserdurchlässigkeit zieht intensivere



Abb. 3: Die Entwicklung eines grundnassen Moorbodens zum stauhaftnassen Problemstandort durch intensive Entwässerung und Nutzung (Kuntze et al., 1988)



Rel. Lagerungs- dichte (Gerhardt)	Substanz- % vol (Segeberg)	Sackungs- formel (Hallakorpi)
dicht	>12	$S = 0,08 \times T + 0,07$
ziemlich dicht	7,5 – 12	$S = 0,11 \times T + 0,10$
ziemlich locker	5 – 7,4	$S = 0,16 \times T + 0,13$
locker	3 – 4,9	$S = 0,23 \times T + 0,18$
fast schwimmend	<3	$S = 0,32 \times T + 0,26$

Abb. 4: Moorsackung in Abhängigkeit von der Lagerungsdichte und Moormächtigkeit [nach DIN 19683, Teil 19, 1973] (aus Kuntze et al., 1988)

Dränmaßnahmen nach sich, was weitere Sackungen zur Folge hat.

Die zunehmende Dichtlagerung der Torfe mit starker Verringerung der Luftkapazität und Wasserdurchlässigkeit führt schließlich zur Staunässe mit Luftmangel.

Durch Nährstoffanreicherung im Oberboden wird in Verbindung mit regelmäßiger Bodenbearbeitung die biologische Aktivität und damit die Mineralisierung der Torfe angeregt. Bei sehr starker Mineralisierung (Vermulmung) kann es zur Ausbildung von Haftnässe mit verringerter Trittfestigkeit des Bodens kommen.

Literatur

Baden, W. & R. Eggelsmann (1958): Über das Bodenklima verschiedener Hochmoorkulturen und seinen Einfluß auf den Pflanzenwuchs. – Z. Acker- u. Pflanzenbau; 106, 127–152.

Baden, W. & R. Eggelsmann (1963): Zur Durchlässigkeit der Moorböden. – Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung; 4, 226–254.

Hartge, K. H. & R. Horn (1991): Einführung in die Bodenphysik, 2. Aufl., Enke Verlag, Stuttgart.

Kuntze, H., G. Roeschmann & G. Schwerdtfeger (1988): Bodenkunde, 4. Aufl., Ulmer, Stuttgart.

Roderfeld, H. (1992): Die ökologische Wertigkeit von Bunkerde in Nordwestdeutschland. Dissertation Universität Göttingen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Walter Schäfer
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Straße 46/50
28211 Bremen

Zur Stoffdynamik der Hochmoorböden

Von Bernhard Scheffer

1. Einleitung

Hochmoore entstehen ausschließlich niederschlagsabhängig oberhalb des Grundwasserspiegels und haben daher niedrige pH-Werte (3–5, in CaCl_2 gemessen). Die Ernährung der moorbildenden Pflanzen erfolgt durch Mineralstoffe aus dem Niederschlagswasser und den abgestorbenen Pflanzen. Daher ist der Mineralstoffgehalt der Hochmoorböden mit 1–3 Gew.-% sehr gering. Die Gehalte an den Pflanzennährstoffen Stickstoff und Phosphor steigen selten über 1 % N und 0,1 % P (Tab. 1). Einwertige Kationen (K und Na) werden in den sauren Hochmoorböden auf Grund ihrer geringen Selektivität gegenüber den zweiwertigen nur gering gebunden. Die Austauschplätze sind vorwiegend mit Calcium und Magnesium belegt.

Die in Hochmoorböden ablaufenden Stoffumsetzungen werden vom Wassergehalt und der Nutzung geprägt und sind daher so vielfältig, daß diese nicht in Kürze abgehandelt werden können. Nachfolgend können daher nur Aussagen zur Mineralisierung, zur Sorption von

Kationen, zu den Stickstoffumsetzungen und zur Phosphatdynamik gemacht werden.

2. Mineralisierung

Entwässerung (Dränung und Vorfluterausbau) der Hochmoorböden, um sie anschließend torf- und landwirtschaftlich nutzen zu können, fördert den biochemischen Abbau (Mineralisierung) der organischen Substanz.

Die Mineralisierung führt

■ zum verstärkten Abbau der organischen Substanz (Zunahme des Aschegehaltes und des Humifizierungsgrades),

■ zur Freisetzung organisch gebundenen Stickstoffs und Phosphats als Pflanzennährstoffe,

■ zur Erhöhung der Gefahr der Auswaschung von Nährstoffen in die Gewässer (Eutrophierung).

Die Mineralisierung der organischen Substanz der Moore wird, wie in Mineralböden, von Mikroorganismen durchgeführt. Sie ist abhängig von der Torfart, dem Zersetzungsgrad, also dem Gehalt an leicht abbaubarer organischer Substanz,

dem C:N-Verhältnis, dem Gehalt an Nährstoffen, dem pH-Wert sowie vom Wasser- und Lufthaushalt und von der Bodentemperatur.

Dies läßt sich in Brutversuchen unter Laborbedingungen nachweisen. Als Beispiel werden Untersuchungen von *Frercks* und *Puffe* (1958) dargestellt, die zeigen, daß die Bodenatmung oder CO_2 -Freisetzung vom Zersetzungsgrad und von der Torfart abhängig ist. In Niedermoorböden sind diese Umsetzungen deutlich höher als in Hochmoorböden (Abb. 1). Diese Prozesse der Mineralisierung werden durch Grundwasserabsenkungen gefördert, durch Anstieg des Grundwassers reduziert. Das so freigesetzte Kohlendioxid trägt zum Treibhauseffekt bei.

Die biochemischen Umsetzungen finden vorwiegend in dem oberen durchlüfteten Bodenbereich statt, ebenso wie in Mineralböden. Pflugarbeit fördert diese Umsetzungen noch zusätzlich. Daher beträgt der mittlere Abbau der organischen Substanz von Hochmoorböden unter Ackernutzung in Nordwestdeutschland ca. 1 cm/Jahr und 0,5 cm/Jahr bei Grünlandnutzung. Auf Grund des weiten C:N-Verhältnisses und der niedrigen pH-Werte der Hochmoorböden sind diese biochemischen Umsetzungen im Vergleich zu Niedermoorböden deutlich geringer. Kalkung und Düngung beschleunigen aber diese Prozesse. Das gilt dann auch besonders bei der Anwendung von Gülle und Stallmist.

3. Kalium im Hochmoorboden

Hochmoorböden haben infolge des hohen Anteils an organischer Substanz eine hohe Kationen-austauschkapazität. Diese beträgt, abhängig vom Zersetzungsgrad der Torfe, 50–450 mmol/z/1000 ml Boden (*Kuntze et al.*, 1988); sie steigt mit dem Zersetzungsgrad der organischen Substanz und ist pH-abhängig. Langjährige landbauliche Nutzung führt zur hohen Kationen-austauschkapazität im Oberboden infolge der zunehmenden Zersetzung und Humifizierung der organischen Substanz. Es sind also vorwiegend variable Ladungen.

Tab. 1:
pH-Werte, Asche-, N- und P-Gehalte unkultivierter Moorböden
(*Fleischer*, 1883)

	pH-Wert (CaCl_2)	Asche	N	P	K
				Gew.-%	
Hochmoor	2,5–4,0	1–3	< 1,2	< 0,1	< 0,1
Niedermoor	4,0–7,5	bis 20	2,5–4,0	< 0,3	< 0,2

Tab. 2:
Kationenaustauschkapazität (bei pH 4,5) und austauschbare Kationen
eines sauren Hochmoorbodens unter Grünlandnutzung
(*Scheffer u. Bartels*, 1982)

Tiefe (cm u. GOF)	pH (CaCl_2)	KAK (mmol/l)	H	K	Na	Ca	Mg
				(% der KAK)			
0–10	4,6	281	3	1	0	91	5
–20	3,7	140	16	0	0	76	8
–40	3,6	119	21	1	0	70	8
–60	3,1	83	41	1	0	42	16
–80	2,9	72	62	1	0	16	21

Die Austauscherplätze in Hochmoorböden sind auf Grund der spezifischen Selektivität dieser Kationen vorwiegend mit zweiwertigen Kationen belegt. Vor einer landwirtschaftlichen Nutzung dominierte küstennah Magnesium; durch Kalkung wurde allmählich Magnesium durch Calcium ersetzt. Daher findet man heute in landwirtschaftlich genutzten Hochmoorböden häufig eine Verteilung der Kationen an den Austauscherplätzen, wie in Tab. 2 dargestellt.

Einwertige Kationen, wie Kalium und Natrium, werden kaum oder nur in geringen Mengen sorbiert und unterliegen daher schnell der Auswaschung (Tab. 3). Auch in landwirtschaftlicher Nutzung befindliche Hochmoorböden sind häufig arm an Kalium.

4. Stickstoffumsetzung und -auswaschung

Hochmoorböden sind von Natur aus stickstoffarme Standorte mit einem weiten C:N-Verhältnis. Somit sind die Stickstoffumsetzungen im

Vergleich zu Niedermoorböden wesentlich geringer. Außerdem hemmt der niedrige pH-Wert der Hochmoorböden die Mineralisierung und Nitratabbildung. Wachsende Pflanzen müssen wie in Mineralböden mit Stickstoff gedüngt werden. Die Zufuhr organischer Stickstoffdünger (z. B. Gülle) kann aber die Mineralisierung, also den Abbau der organischen Substanz fördern. Daher sollten organische Wirtschaftsdünger auf Hochmoorstandorten nur bis zur Höhe des Nährstoffentzuges gedüngt werden. Die gehemmten Umsetzungen in den sauren Hochmoorböden machen sich in niedrigen N_{min} -Gehalten im Boden während der Vegetation bemerkbar.

Der Stickstoffaustrag ist aus sauren Hochmoorböden nicht höher als aus Mineralböden, falls die Standorte nicht überdüngt werden. So werden nach Literaturangaben zwischen 2 und 30 kg N/ha und Jahr ausgewaschen (Tab. 3). Höhere Nitratausträge werden bei Acker-nutzung von Hochmoorböden und auch bei überhöhter Kalkung beob-

achtet. Da aber die Nitratabbildung gehemmt ist, kommt es hier zu einem gegenüber Mineralböden wesentlich höheren Ammoniumaustrag (2–4 mg NH_4 -N/l Dränwasser).

5. Phosphatdynamik von Hochmoorböden

Im Gegensatz zu Mineralböden, aber auch zu Niedermoorböden haben Hochmoorböden eine besondere Phosphatdynamik mit dem Problem des hohen Phosphataustrages in oberflächennahe Gewässer.

Im sauren Hochmoorboden fehlen freie Eisen- und Aluminiumionen in der Bodenlösung zur Fällung und Festlegung von Phosphaten. Die wenigen freien Kationen werden von der organischen Substanz als Chelate gebunden und können somit nicht mit Phosphaten reagieren. Der niedrige pH-Wert der Torfe fördert außerdem den Aufschluß wasserunlöslicher Phosphatdünger, so daß diese relativ schnell nach der Düngung von Pflanzen aufgenommen werden können. Phosphate sind demnach in sauren Hochmoorböden besonders beweglich und unterliegen, wenn sie nicht von den Pflanzen aufgenommen werden, der Auswaschung. Wegen dieser guten Löslichkeit wird bei landwirtschaftlicher Nutzung eine Phosphatdüngung empfohlen, die dem Pflanzenentzug entspricht; eine Phosphatbevorratung der Hochmoorböden ist nicht möglich (Baden, 1963; Kuntze, 1984).

5.1 Phosphataustrag aus Hochmoorböden

In Tab. 4 sind Literaturdaten zum Phosphataustrag aus sauren Hochmoorböden dargestellt. Im Vergleich zu Mineralböden ist der Phosphataustrag um den Faktor 10–20 erhöht. Selbst aus einem unkultivierten Hochmoor werden jährliche Phosphatausträge um 1,5 kg P/ha gemessen (Foerster et al., 1981). Die so über Dräne ausgewaschenen Phosphate verursachen mit die Eutrophierung stehender Gewässer und Vorfluter. Aus Tab. 4 ist

Tab. 3: Mittlerer jährlicher Nährstoffaustrag aus Moorböden nach Eggelsmann, 1990, verändert

	N	K kg/ha-a	Ca
Hochmoor unkultiviert	8–13	10–20	12– 20
Hochmoor Grünland	2–30	20–30	30– 45
Niedermoor unkultiviert	0–10	3–10	0–100
Niedermoor Grünland	5–20	10–50	20–150
Niedermoor Acker	40–80	20–50	20–150

Tab. 4: Literaturdaten zum Phosphataustrag aus Hochmoorböden (siehe Scheffer et al. 1990)

Nutzung (Düngung)	P-Austrag (kg P/ ha-a)	Literatur
Unkultiviertes Moor	1,5	Foerster et al., 1981
Grünland (extensiv)	3,0	Scheffer et al., 1981
Grünland (Mineraldüngung)	10	Foerster et al., 1981
Grünland (80 kg $P_2 O_5$ /ha)	15	Scheffer et al., 1989
Grünland (Gülledüngung)	4–17	Scheffer et al., 1981
Grünland und Acker	4–16	Steenvoorden, 1976
Grünland und Acker	1–31	Duxberry et al., 1978
Grünland und Acker	1,5–3	Eggelsmann et al., 1972
Acker	20–25	Sorteberg, 1976
Acker	1,6–37	Miller, 1979
Acker (80 kg $P_2 O_5$ /ha)	8,6	Kuntze et al., 1979

bereits abzulesen, daß bei Grünlandnutzung stets mit geringeren Phosphatausträgen zu rechnen ist. Bei Grünlandnutzung werden die Nährstoffe auf die mineralstoffreichere Krume ausgebracht, so daß sich hier eine Sperrschicht mit pH-Werten über 6 bilden kann, die den Phosphataustrag hemmt. Wird diese Sperrschicht durch Bodenbearbeitung zerstört, werden auch aus Grünland so lange höhere Phosphatausträge gemessen, bis sich eine neue mineralstoffreiche Sperrschicht aufgebaut hat.

Bei der Mineralisierung der Torfe wird auch organisch gebundenes Phosphat freigesetzt. So dürften bei einem jährlichen biochemischen Torfabbau von 0,5 cm (Grünlandnutzung) zwischen 5 und 15 kg P/ha aus der organischen Substanz freigesetzt werden (Scheffer et al., 1990), die von den Pflanzen aufgenommen werden oder beim Fehlen von Vegetation aus dem Hochmoorboden ausgewaschen werden.

5.2 Reduzierung des Phosphataustrages

Der hohe Phosphataustrag aus landbaulich genutzten Hochmoorböden belastet die Vorfluter und auch flachen Seen. Daher stellt sich die Frage: Mit welchen Maßnahmen kann man diesen Phosphataustrag senken? Eine Kalkung der Hochmoorböden auf pH-Werte deutlich über 6 kommt nicht in Frage, da dabei die Torfmineralisierung unnötig gefördert würde und dabei auch die günstigen physikalischen Eigenschaften wie z. B. die Wasserspeicherung verlorengehen.

Neben der Anwendung wasserunlöslicher Phosphate und der Begrenzung der Höhe der Phosphatdüngung auf den Pflanzenentzug, der Nutzung und auch der Bedeckung oder Vermischung von Moorböden mit Sand (Sanddeckkultur oder Sandmischkultur) kann der Phosphataustrag durch die Zufuhr eisenhaltiger Substanzen gesenkt werden. Daher ist der Phosphataustrag beim Einsatz eisenhaltiger Phosphatdünger, wie z. B. Thomasphosphat, stets niedri-

ger als beim Einsatz wasserlöslicher Phosphatdünger (Scheffer et al., 1978).

Es lag daher nahe, zu prüfen, ob durch eine Düngung mit Eisen tatsächlich der Phosphataustrag aus sauren Hochmoorböden gesenkt werden kann. Dazu wurde im Bützflether Moor bei Stade ein Feldversuch angelegt; Eisen wurde hier in Form von Rotschlamm (Abfallprodukt der Aluminiumoxidindustrie) und Grünsalz (Eisen[II]sulfat, Abfallprodukt der Stahlindustrie bzw. Titandioxidproduktion) ausgebracht (Scheffer et al., 1990).

Abb. 2 zeigt die mittleren Phosphatgehalte der Dränwässer aus den Varianten ohne Eisenzugabe und 10 t Rotschlamm/ha und 10 t Grünsalz, als Gemisch ausgebracht. Insgesamt wurde so in einem Zeitraum von fast zehn Jahren der Phosphataustrag um 70–80 % reduziert. Die dann noch in den Dränwässern gemessenen Phosphatgehalte von 2–3 mg P/l sind aber immer noch ca. zehnfach höher als solche in Dränwässern aus Mineralböden. Diese Werte entsprechen aber der natürlichen Phosphatgrundlast aus unkultivierten Hochmooren (Foerster et al., 1981).

7. Zusammenfassung

Die Stoffdynamik der Hochmoorböden wird von dem Wassergehalt, dem weiten C:N-Verhältnis und den niedrigen pH-Werten geprägt. Durch den hohen Wassergehalt sind diese Böden relativ kalte Standorte. Dadurch sind die biochemischen Umsetzungen im Frühjahr beeinträchtigt. Der mittlere Abbau der organischen Substanz beträgt bei Ackernutzung ca. 1 cm und bei Grünlandnutzung ca. 0,5 cm. Das so freigesetzte Kohlendioxid trägt mit zur weiteren Erwärmung der Erde bei. Wiedervernässung solcher Standorte drosselt den Abbau der organischen Substanz, kann aber zu höheren Methangasemissionen führen.

Im Gegensatz zu anderen Böden werden in Hochmoorböden Phosphate kaum gebunden. Daher ist der Phosphataustrag um den Faktor 10–20 höher gegenüber Mine-

ralböden. Der Phosphataustrag läßt sich durch die Zufuhr eisenhaltiger Industrieabfälle bis zu 80 % senken oder durch Grünlandnutzung mit einer mineralstoffreichen Sperrschicht mit pH-Werten über 6.

7. Literaturverzeichnis

Baden, W., 1963: Zur Problematik der Bodenuntersuchungen auf Moor- und Anmoorgrünland. – Landw. Forsch., XVII. Sonderheft, 92–103.

Eggelsmann, R., 1990: Moor und Wasser, in Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. 3. Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 288–320.

Fleischer, M., 1883: Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchsstation in den Jahren 1877–1882. – 1. Bericht. Landw. J., 12, 1 ff.

Foerster, P.; Neumann, H., 1981: Die Stoffbelastung kleiner Fließgewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten Norddeutschlands. – Mitteiln. aus d. Nds. Wasseruntersuchungsamt, 7, 1–217.

Frercks, W.; Puffe, D., 1959: Vergleichende Untersuchungen zwischen der „Bodenatmung“ und der CO₂-Produktion von Moorböden. – Z. Pflanzenernähr., Düngung, Bodenk., 87, 108–118.

Kuntze, H. (Hrsg.), 1984: Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. Eigenverlag Bodentechnologisches Institut des Nds. Landesamtes f. Bodenforschung, Bremen.

Kuntze, H.; Scheffer, B., 1991: Zum Phosphataustrag saurer Hochmoorböden. – DVWK-Schriften, 93, Paul-Parey-Verlag, Hamburg u. Berlin.

Scheffer, B.; Bartels, R., 1982: K-Düngung auf Hochmoor bei mehrschnittiger Wiesenutzung. 2. Einfluß auf den K-Gehalt im Boden und den K-Austrag über Dräne. – Kali-Briefe, 16, (2), 91–104.

Scheffer, B.; Blankenburg, J., 1978: Löslichkeit und Wanderung von Phosphaten im sauren Hochmoorboden. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesell., 27, 271–280.

Scheffer, B.; Kuntze, H.; Bartels, R., 1990: Zur landbaulichen Verwertung von eisenhaltigen Industrieabfällen auf Hochmoorböden. – VDLUFA-Schriftenreihe, 32, 965–970.

Anschrift des Verfassers:

Dir. u. Prof. Dr. Bernhard Scheffer
Niedersächsisches Landesamt für
Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Str. 46–50
28211 Bremen

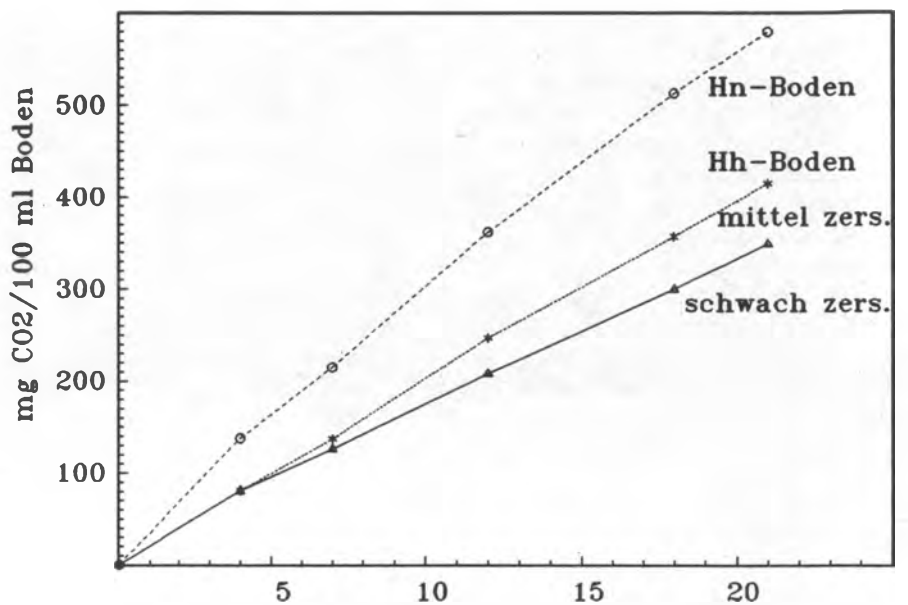


Abb. 1:
Kohlendioxidfreisetzung im Brutversuch nach Fericks u. Puffe (1959)

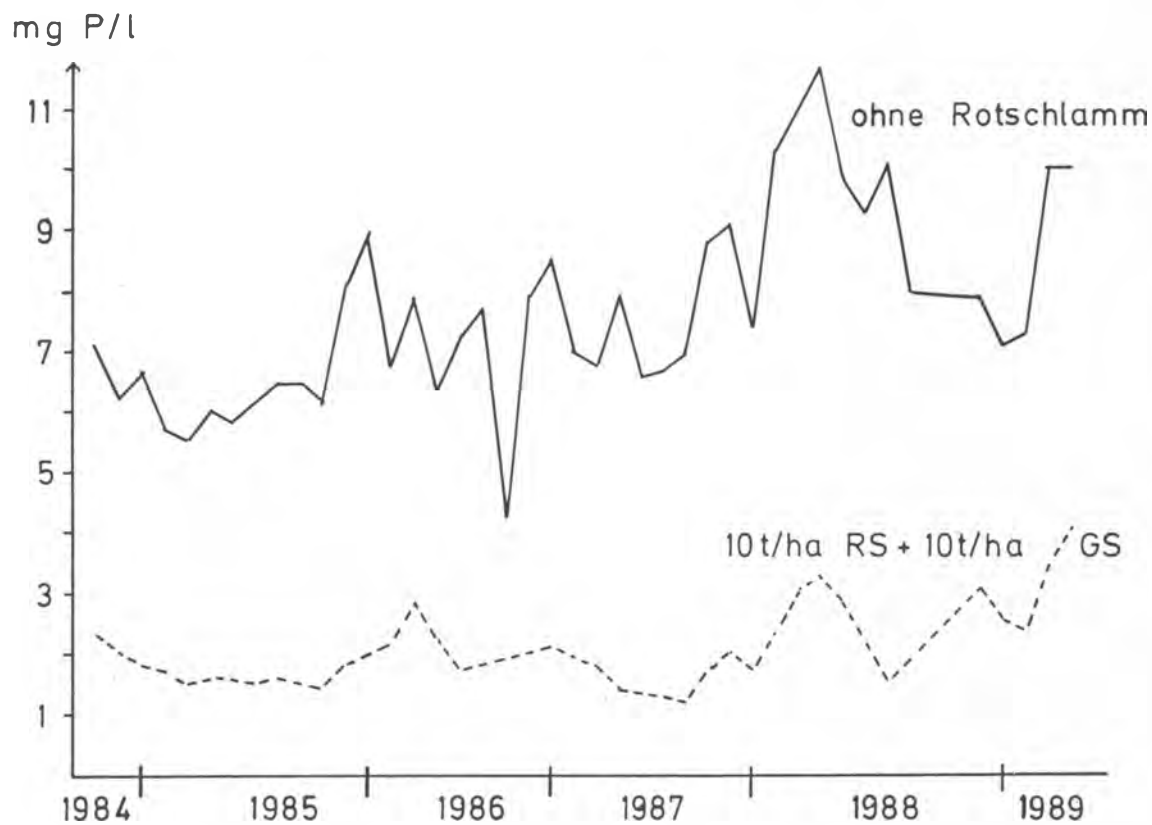


Abb. 2:
Phosphat im Dränwasser eines Hochmoorgrünlandes (FV Bützfleth) nach Scheffer et al. (1990)

Hochmoortypische Vegetation

Von Jürgen Schwaar

Hochmoore sind für die Pflanzenwelt Extremstandorte, die durch Wasserüberschuß gekennzeichnet sind. Zusätzlich kommt eine Armut an Pflanzennährstoffen hinzu, da diese nur über Regenwasser und Staub eingetragen werden. Nur wenige Arten haben sich dieser Situation angepaßt. Die Arten der Hochmoorbulte werden weltweit in der Klasse der *Oxycocco-Sphagnetea* zusammengefaßt, diejenigen der Hochmoorschlenken in der Ordnung der *Scheuchzerietalia palustris* oder entsprechenden Äquivalenten der Südhemisphäre.

Nicht immer ist eine deutliche Trennung in Bult- und Schlenkenvegetation möglich. Sobald sich eine teppichartige Struktur ohne ein bewegtes Mikrorelief ausbildet, verschwimmen die floristischen Unterschiede, und Bult- und Schlenkenarten kommen unmittelbar nebeneinander vor.

Eine Dominanz von Bleichmoosen (Sphagnen) kennzeichnet alle vollwüchsigen Hochmoore. *Sph. magellanicum* ist weltweit verbreitet, während *Sph. imbricatum*, *Sph. papillosum*, *Sph. fuscum* und *Sph. rubellum* – um nur einige Arten zu nennen – auf den subantarktischen Hochmooren fehlen bzw. durch andere Arten (*Sph. cristatum*) ersetzt werden. Neben den vorherrschenden Bleichmoosen behaupten sich auf den Bulten noch verschiede-

ne Ericaceen. Davon ist *Calluna vulgaris* auf vielen holarktischen Mooren zu finden, während andere Heidekrautgewächse klimatisch-geographisch begrenzt sind. Nur auf den Bulten ozeanisch getönter Hochmoore ist *Erica tetralix* verbreitet, während diese Standorte im kontinentalen Bereich von *Ledum palustre* und *Chamaedaphne calyculata* eingenommen werden. Im subarktischen Bereich wird als Bultart *Calluna vulgaris* durch *Empetrum nigrum* ersetzt. An gleichen Standorten erscheint *Eriophorum vaginatum* mit seinen weißflockigen Fruchtständen. In den feuerländischen Hochmooren fehlt die Gattung *Eriophorum*. *Empetrum nigrum* wird hier durch *E. rubrum* ersetzt. Als Ericacee findet sich *Pernettya pumila*.

Eine weitere Bultart ist hier *Marsippospermum grandiflorum* (Juncaceae).

Die Schlenkenvegetation der holarktischen Hochmoore wird weitgehend von Sphagnen der Cuspidata-Sektion (*Sph. cuspidatum*, *Sph. fallax*, *Sph. flexuosum*) geprägt. Nur im subarktischen Bereich werden diese manchmal von Laubmoossippen (*Meesia triquetra*, *Paludella squarrosa*) ersetzt. In Skandinavien und Nordamerika sind die Schlenken heute noch artenreicher als in Nordwestdeutschland, wie zahlreiche Vorkommen von *Scheuchzeria*

palustris, *Carex limosa*, *C. magellanica*, *C. chodorhiza* und *C. tenuiflora* belegen. Bis auf letztere Art lassen sich alle für Nordwestdeutschland subfossil belegen. Den Schlenken feuerländischer Hochmoore fehlen die Sphagnen der Cuspidata-Sektion. Dafür breitet sich dort *Sph. fimbriatum* aus, eine Sippe, die bei uns nur von Bruchwäldern bekannt ist. *Scheuchzeria palustris* ist in den feuerländischen Hochmoorschlenken nicht vorhanden. Als vikariierende Art tritt *Tetronicum magellanicum* (Juncaginaceae) auf. *Carex magellanica*, die uns schon von der Nordhemisphäre bekannt ist, gesellt sich als amphiarctische Sippe hinzu.

Die Nährstoffarmut der Hochmoore – dieses gilt für Bulten und Schlenken gemeinsam – dokumentieren die verschiedenen Drosera-Arten (*D. rotundifolia*, *D. intermedia*, *D. anglica*, *D. uniflora*), die sich als „fleischfressende Pflanzen“ über das Einfangen von Insekten (klebriges Sekret) eine zusätzliche Stickstoffquelle verschaffen.

Das Hochmoor ist ein artenarmer Biotop, sicher!

Aber ein interessanter Biotop.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen Schwaar
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches
Institut Bremen
Friedrich-Mißler-Straße 46/50
28211 Bremen

Zur Fauna der Hochmoore (Kurzfassung)

Von Hartmut Heckenroth

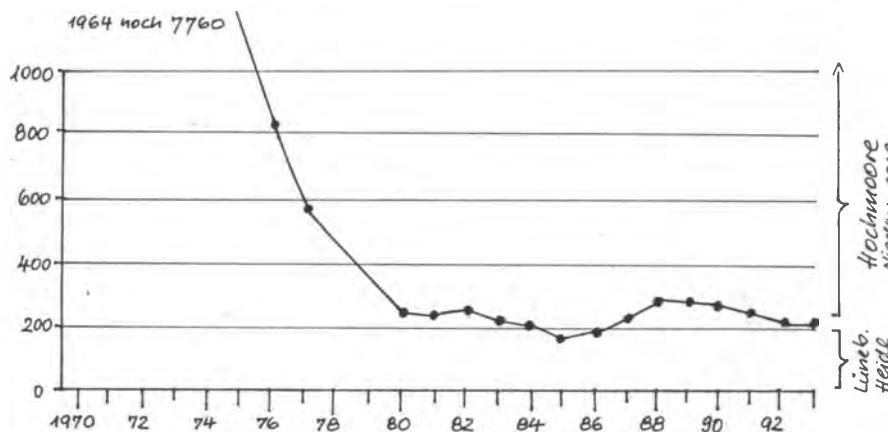
Es gibt viele wirbellose Tierarten aus relativ wenigen Tiergruppen, die u. a. auch aufgrund ihrer Abhängigkeit von Pflanzen der Moorvegetation als moortypisch einzustufen sind. Für viele andere Tierarten sind Hochmoore aufgrund ihrer Größe und Ungestörtheit Rückzugsgebiete. Viele Vogelarten konnten aufgrund ihrer Mobilität größere Randbereiche der Hochmoore und Übergangszonen in ihre Nahrungshabitate einbeziehen.

Da die noch verbliebenen Restmoorflächen als Lebensraum allein nicht mehr ausreichen und die

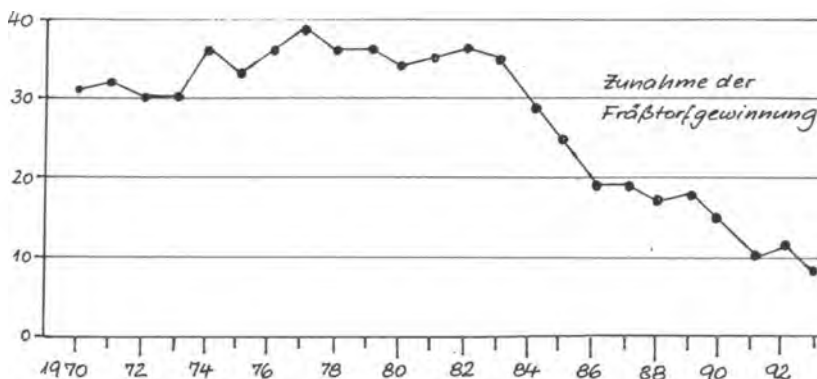
Moorrandbereiche als Nahrungshabitat weitgehend ausgefallen sind, mußten u. a. Birkhuhn und Goldregenpfeifer aufgrund drastischer Bestandsrückgänge in die höchste Gefährdungsstufe der Roten Listen aufgenommen werden. Auf diese beiden Problem-Vogelarten soll hier u. a. näher eingegangen werden.

Birkhuhn (*Tetrao tetrix*)

„Vom Aussterben bedroht“ nach Roter Liste der in Deutschland gefährdeten Brutvogelarten (1. Fassung, Stand 10. 11. 1991).



Birkhuhn-Brutbestandsentwicklung in Niedersachsen 1970–1993.
Anzahl der Vögel (♂+♀) – 1964 waren es noch 7760 Vögel!



Goldregenpfeifer-Brutbestandsentwicklung in Niedersachsen und gleichzeitig Anzahl der Brutpaare in Mitteleuropa 1970–1993

Der Birkhuhnbestand ist in der Norddeutschen Tiefebene auf wenige kleine Brutvorkommen zusammengeschmolzen. In Niedersachsen sind die Brutpopulationen in den Hochmooren 1993 auf 10 Vögel (6 ♂ und 4 ♀) in der Diepholzer Moorniederung und 4 Vögel (2 ♂ und 2 ♀) in den Hochmooren bei Rotenburg/Wümme zurückgegangen. Die noch verbliebenen Restpopulationen in den Landkreisen Cuxhaven, Emsland/Osnabrück und Gifhorn sind durch Aussetzen von etwa 1500 seit 1980 ausgesetzten Vögeln künstlich geschützte Vorkommen. Eine relativ stabile Brutpopulation des Birkhuhns hat sich nur in der naturräumlichen Region Lüneburger Heide und hier u. a. auf den Truppenübungsplätzen ohne Aussetzungen halten können.

Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria*)

„Vom Aussterben bedroht“ nach Roter Liste der in Deutschland gefährdeten Brutvogelarten (1. Fassung, Stand 10. 11. 1991).

Der Goldregenpfeiferbestand in Niedersachsen ist das letzte Brutvorkommen in Mitteleuropa. Im Jahr 1984 fiel der Brutbestand erstmals unter 30 Paare (seit 1970 liegen erst genauere Brutbestandszahlen vor) und ging seitdem fast kontinuierlich auf nur noch 9 Brutpaare im Jahr 1993 zurück. Die im selben Zeitraum großflächig ausgeweitete Fräbtorfgewinnung drückt die Reproduktionsrate jetzt fast auf 0 herunter und gefährdet hiermit akut den Restbestand in Mitteleuropa. Hier ist ein landesweites Artenhilfsprogramm, das vorgestellt werden soll, erforderlich.

Anschrift des Verfassers:

Hartmut Heckenroth
Nieders. Landesamt für Ökologie –
Abt. 2: Naturschutz
Scharnhorststraße 1
30175 Hannover

Die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden

Von Rüdiger Bartels

Einleitung

Die Nutzung von Moorböden setzt Entwässerung voraus, und mit der Entwässerung treten in den Böden irreversible Substanzverluste und damit Veränderungen der Bodeneigenschaften ein. Nach der Phase sehr intensiver Kulturnahme ab 1950 nimmt in Deutschland seit etwa fünf Jahren der Trend zu extensiver Nutzung von Moorflächen zu, nicht nur, um diese in ihrem Naturhaushalt sehr labilen Feuchtbiotope mit ihrem typischen Artenreichtum zu erhalten, sondern auch die in ihrer Substanz gefährdeten Moorböden zu schützen.

Grünland- und Ackernutzung

In Deutschland wird der überwiegende Teil der Moorböden landwirtschaftlich genutzt. Die Niedermoore der Norddeutschen Tiefebene wurden wegen ihres natürlichen Nährstoffreichtums in Abhängigkeit von den Entwässerungsmöglichkeiten schon seit dem frühen Mittelalter – vornehmlich in der Nähe der Klöster – kultiviert und als Grünland genutzt. Die freigesetzten Nährstoffe wurden über Grundfutter, Kot und Harn der Weidetiere mit dem Wirtschaftsdünger auf die Mineralböden der Geest umgelagert. Bei diesem Nährstoffexport großen Stils lieferte das Nieder-

moorgrünland die Nährstoffquelle für den Ackerbau auf den Sandböden, solange die Böden ausreichend entwässert blieben.

Bei der landbaulichen Nutzung der nährstoffarmen Hochmoore werden jedoch nur unwesentliche Mengen an Nährstoffen frei. Bei der Moorbrandkultur wurden Mineralstoffe in der Krume angereichert, wobei jeder Brand, der über die Fläche ging, bis zu 10 cm Torf „aufbrauchte“. Erst die Erkenntnisse eines *Justus v. Liebig* ließen die Moorbrandkultur mit ihrem starken Raubbau an der Torfsubstanz überflüssig werden. Meliorationskalkung und -düngung im Rahmen der Deutschen Hochmoorkultur erhöhten die Ertragsfähigkeit der Böden soweit, daß eine großflächige landwirtschaftliche Nutzung der gewachsenen Hochmoore auch ohne Teilabtorfung und Verfehnung rentabel wurde. Im Jahre 1913 wurde die Moorbrandkultur in Preußen verboten; sie ließ sich auf den tiefgründigen Hochmoorflächen mit ausreichender Auflage von schwach zersetztem Sphagnumtorf durch die Deutsche Hochmoorkultur ersetzen. Die ackerbauliche Nutzung herrschte in der anschließenden Zeit vor.

Im Gegensatz zu Mineralböden ist die Gerüstsubstanz der Torfe und damit auch der Moorböden nicht stabil, sie zersetzt sich und wird durch Mineralisation verbraucht. Sowohl jegliche Art der Bodenbearbeitung als auch die Zufuhr von Nährstoffen fördern die biochemische Torfzersetzung, so daß bei Ackernutzung bis zu 2 cm pro Jahr an Höhenverlust auftreten. Sackung und Torfschwund sowie Verdichtung und Luftmangel führen zur Verschlechterung der physikalischen Bodeneigenschaften. Dagegen ist eine Dauergrünlandnutzung wegen der fehlenden Bodenbearbeitung als bodenschonend und naturnah anzusehen, weil hier die substanzzehrenden Prozesse erheblich reduziert ablaufen.

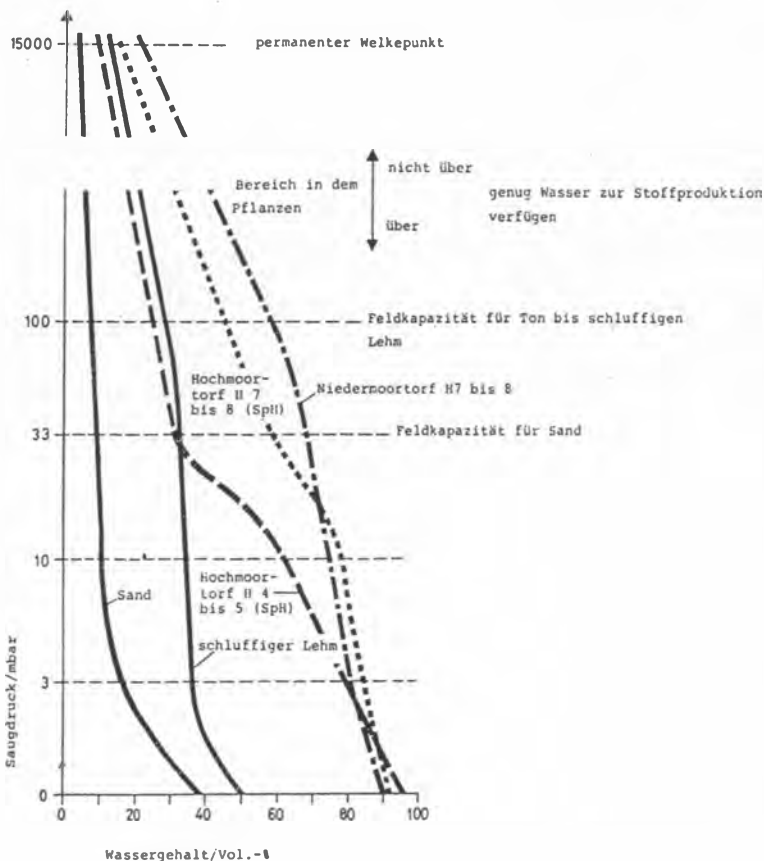


Abb. 1:
Nutzbare Feldkapazität verschiedener Böden

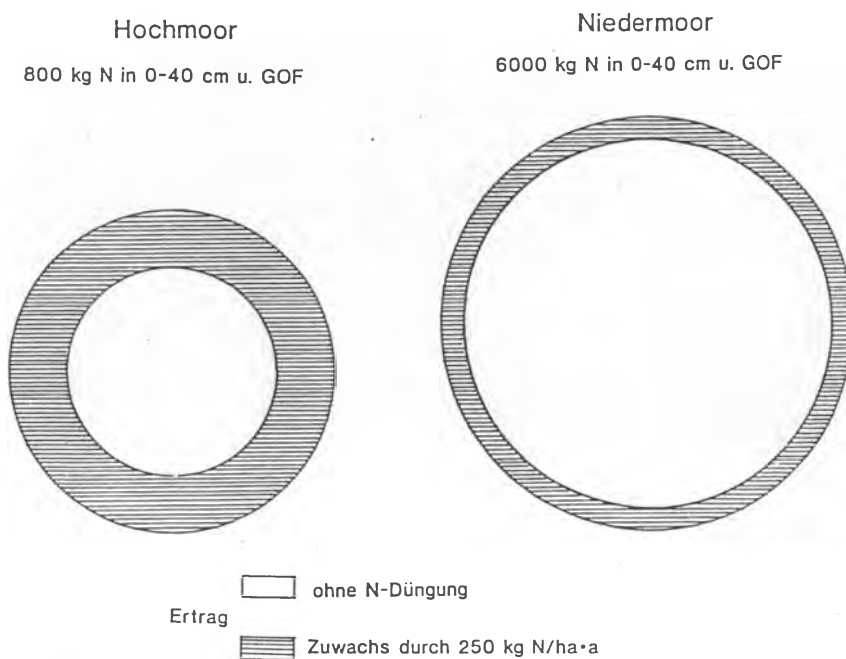


Abb. 2:
„Natürliches“ (ohne N) Ertragspotential von Moorböden und Wirkung einer Stickstoffdüngung

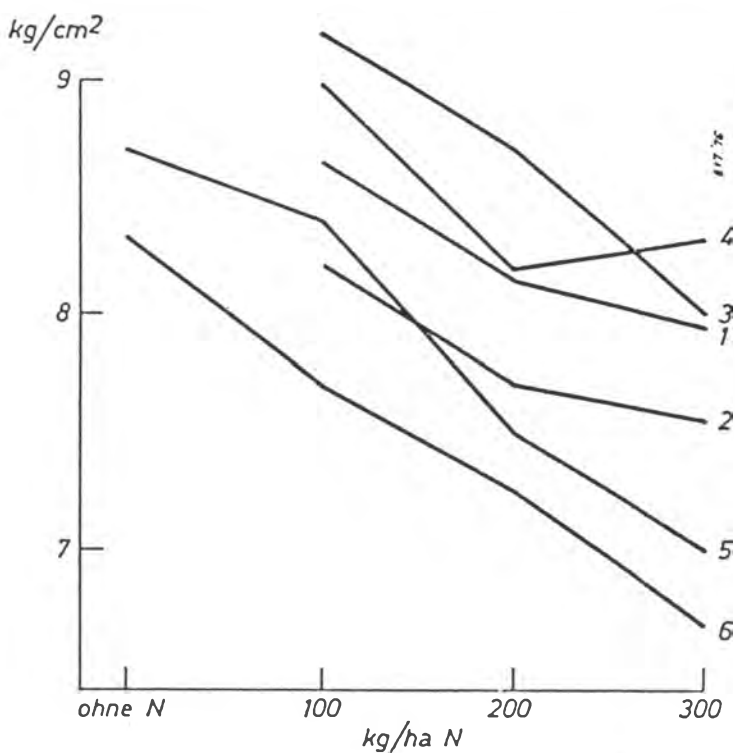


Abb. 3:
Abnahme der Trittfestigkeit auf Hochmoor bei hohen N-Gaben

Moorböden gelten als Grünlandstandorte, weil

- die Zersetzung der Torfe in der Krume gedrosselt wird und
- dadurch die Aufwendungen für die Entwässerung herabgesetzt werden,
- die Grünlandnarbe die Tragfähigkeit der Flächen wesentlich erhöht,
- die hohe nutzbare Feldkapazität der Moorböden die Ansprüche der Grünlandbestände an den Wasserhaushalt optimal deckt und damit zu einem hohen Ertragspotential führt (Abb. 1),
- die gute Nährstoffverfügbarkeit besonders auf Hochmoorböden zu einer verlustarmen Ausnutzung der Nährstoffe führt,
- die für Moorböden typischen Spätfröste nur geringen Einfluß auf die Wachstumsleistung der artenreichen Grünlandbestände haben.

Bei der Flurneuordnung wurden zur Optimierung der Infrastruktur Entwässerungssysteme in den Mooren stärker ausgebaut, so daß die Moorstandorte ab 1950 zunehmend auch Beweidung zuließen. Die Höhenverluste durch die geringere Zersetzung unter dichter Grasnarbe wurden im Vergleich zur Ackernutzung mit jährlich wiederkehrender Bodenbearbeitung um etwa 50 % gedrosselt. Kuntze (1978) beschreibt die Degenerationserscheinungen sowohl bei Hochmoorböden als auch in Niedermooren, vor allen Dingen in der Unterkrume bilden sich vor allem bei intensiver Beweidung Verdichtungs-horizonte mit stärker zersetzten Torfen, die sich dann leicht durch Ausbildung irreversibel austrocknender Aggregate zu Störhorizonten für die Wasserbewegung im Boden entwickeln. Diese Humifizierungshorizonte im Unterkrumenbereich sind typisch für degradierte Moorböden unter Grünlandnutzung. Der dann wiederholte notwendige Umbruch mit Neuansaat bewirkt durch anschließend erneut einsetzende entsprechend schnellere Zersetzung eine Verschärfung der Probleme.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit und Trittfestigkeit für witterungs-unabhängigen Weideaustrieb mit hohen Besatzdichten ist auf Moor-

grünland immer stärker entwässert worden. Ursprünglich weite Dränabstände (24 m) wurden durch Zwischendränung halbiert. Schließlich bleibt als wirtschaftliche Maßnahme nur noch die Fräsdränung (4–6 m) zur Regulierung des Wasserhaushaltes dieser zunehmend staunassen Standorte.

Düngung

Die organischen Böden haben aufgrund ihrer speziellen Sorptionsverhältnisse eine von Mineralböden wesentlich abweichende typische Nährstoffdynamik.

Bei den organischen Böden ist das natürliche Ertragspotential wesentlich abhängig von der Kapazität, Nährstoffe freizusetzen. Dementsprechend wurden die Niedermoore mit ihrem hohen Stickstoffgehalt der Torfe eher kultiviert als die oligotrophen Hochmoore. Abb. 2 läßt erkennen, daß die Zuwachsraten auf ungedüngtem Dauergrünland für Niedermoore wesentlich höher sind als für Hochmoore, daß aber die Wirkung einer Stickstoffdüngung entsprechend dem Gesetz von abnehmendem Ertragszuwachs auf den oligotrophen Hochmooren höher ist. Daraus ergibt sich, daß bei Extensivierung der Düngung auf Niedermooren eher auf eine N-Düngung verzichtet werden kann. Bei einer Zurücknahme der Nutzungsintensität, die sich auch auf die Höhe der Stickstoffdüngung beziehen sollte, ist bei Niedermooren im norddeutschen Raum auf eine frühjahrsbetonte N-Düngung abzuheben, die höchste Effizienz in der Stickstoffzufuhr wird im Frühjahr bei kalten, feuchten, umsatzträgen Böden erreicht. In den Sommermonaten wird der Stickstoffbedarf der Gräser auf Grünland relativ gleichbleibend durch die N-Freisetzung bei der Torfmineralisierung gedeckt. So werden auch überschüssige Nitratmengen gebunden.

Die Narbendichte und damit die Tragfähigkeit der Moorböden ist abhängig von der Versorgung der Böden mit mineralischem Stickstoff, wenn sich, wie aus Abb. 3 zu ersehen, bei 100 kg/ha a N besonders günstige Trittfestigkeiten auf

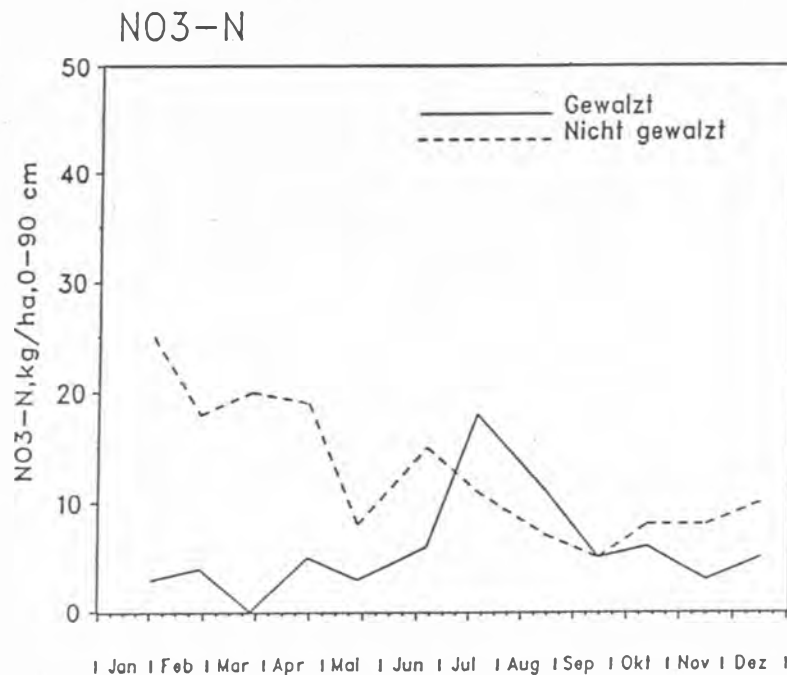
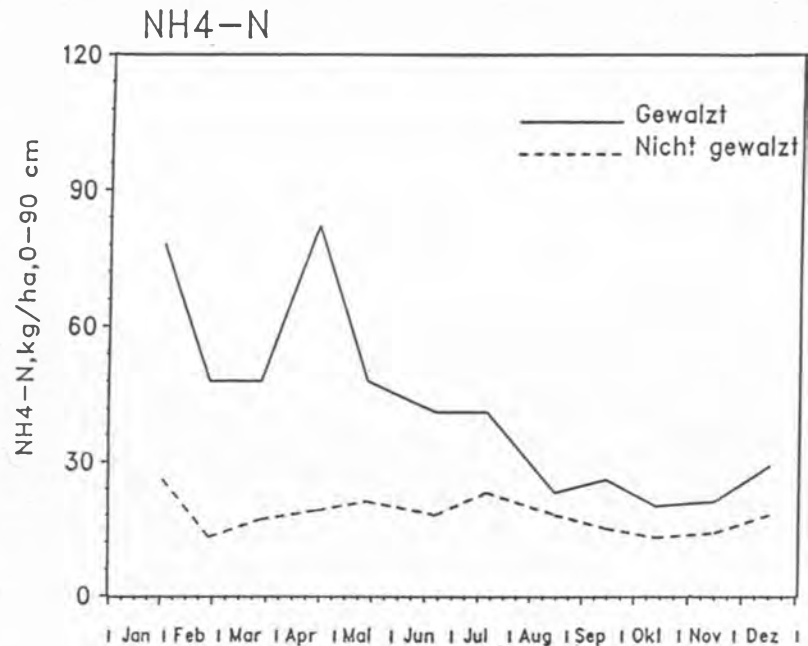


Abb. 4:
Einfluß des Walzens auf den N_{min} -Gehalt im Boden (Osterfeine 1992) –
(ohne N-Düngung)

Hochmoorgrünland ergeben, so liegt das vor allen Dingen an der Dichte der Narbe. Die Anzahl der Pflanzen pro qm und der Wurzelfilz nimmt mit zunehmender Stickstoffdüngung ab.

Ein dichter Narbenschuß wird zusätzlich durch das Walzen im Frühjahr erzielt. Diese Pflegemaßnahme wirkt sich außerdem günstig auf die Reduzierung des Nitratspiegels in der Krume aus. Abb. 4 zeigt ein Beispiel, wie bei unterlassener Stickstoffdüngung durch Walzen das Verhältnis zwischen NO_3 und NH_4N im Niedermoorboden sich, besonders im Frühjahr, zugunsten des Ammoniums verändert.

Die Hauptnährstoffe Phosphor und Kalium werden in organischen Böden nur schwach gebunden. Daraus resultiert sowohl die gute Pflanzenverfügbarkeit auf der einen Seite als auch die Gefahr zur Verlagerung auf der anderen Seite. Mit zunehmendem Anteil an mineralischer Substanz gleichen sich die Moorböden den verwandten Mineralböden in der Nährstoffdynamik an. Wegen der geringen Sorptionskraft ist eine Bevorratung dieser Nährstoffe nicht möglich und eine gezielte, dem Pflanzenbedarf angepaßte Nährstoffversorgung nötig.

Grünlandbestände auf Moorböden werden im Frühjahr gedüngt. Die Düngemengen richten sich nach dem Pflanzenbedarf. Bei reichlicher Nährstoffversorgung der Böden wird selbst bei Beschränkung der Düngungshöhe auf den Entzug vor allem bei Kalium Luxuskonsum durch die Pflanzen betrieben. Daher ist eine Bodenversorgung vor allen Dingen für Hochmoorböden anzustreben, die der Klasse B in den Tabellen 1 bis 3 entspricht.

Extensivierung der Nutzung

Moorböden sind von jeher marginale Standorte gewesen. Wenn es gilt, in der derzeitigen agrarpolitischen Situation die Nahrungsmittelproduktion einzuschränken, stehen die als absolutes Grünland anzusehenden Moorböden als erstes zur Disposition, zumal die Naturschutzbehörden an den durch Grundwasser geprägten Standorten, die von

Tab. 1:
Gehaltsklassen von Phosphat und Kalium für Moorböden (Grünlandnutzung)

Gehaltsklassen	Phosphat (mg P205/100 ml)	Kalium (mg K20/100 ml)
B	3– 5	4– 7
C	6–10	8–12
D	11–15	13–18
E	> 15	> 18

Bodenuntersuchungsmethode:

DL-Extraktion feldfeuchter Proben nach VDLUFA-Methodenbuch

Tab. 2:
Gehaltsklassen für Phosphat bei aschearmen Hochmoorböden (> 60 % organische Substanz), Grünlandnutzung

Gehaltsklassen	Phosphat (mg P205/100 ml)
B	< 3
C	3–5
D	> 5

Bodenuntersuchungsmethode:

DL-Extraktion feldfeuchter Proben nach VDLUFA-Methodenbuch

Tab. 3:
Düngeempfehlungen für Moorböden Grünlandnutzung, drei Schnitte

Gehaltsklassen	Phosphat (kg P205/ha)	Kalium (kg K20/ha)
B	100	260
C	80	200
D	40	100
E	0	0

Natur aus als artenreiche Feuchtbioptope gelten, verständlicherweise besonderes Interesse haben. Die Grünlandnutzung sollte auf Moorflächen nicht gänzlich eingestellt und die Flächen der freien Sukzession überlassen werden. Als besonders wertvoll sind vielmehr die Flächen einzustufen, die als Grünland möglichst extensiv mit hohen Grundwasserständen und nur geringer Nährstoffzufuhr über die Düngung genutzt werden und damit zusätzlich als offengehaltene Fläche einen höheren Erholungswert besitzen.

Eine Umkehr zu extensiveren Nutzungsformen ist aber von vielseitigen Schwierigkeiten begleitet. Das gilt sowohl für den Bodenwasserhaushalt bei höheren Grundwasserständen mit Auswirkungen auf die Befahrbarkeit und Weidefähigkeit

als auch für die Reduzierung der einseitigen „Stoffbelastung“ durch die Düngung, die einer auf Artenreichtum ausgerichteten Vegetationsentwicklung entgegenstehen. Die zu extensivierende Grünlandnutzung auf Moorflächen setzt also die Anhebung der Grundwasserstände und die Aushagerung der Böden voraus und bewirkt eine Ertragsreduzierung sowohl in Quantität als auch in Qualität. Selbst wenn die Grünlandbestände sich auf die neue Nutzungsrichtung eingestellt haben, ergeben sich durch die von seiten der Naturschutzbehörden zur Auflage gemachten späten Nutzungs- termine Schwierigkeiten bei der Verwertung des Aufwuchses. Hier liegen z. Zt. Schwerpunkte der Forschungsarbeiten für eine naturschützende und bodenschützende

Nutzung der Grünlandflächen auf Moorböden (siehe „Ökosystemmanagement Niedermoores“, Kuntze).

Entwicklung weiterer Moorkulturverfahren

Der Zwang zu einer extensiveren Nutzung ergab sich auf Hochmooren häufig durch die Zunahme der Zersetzung in der Krume und damit einhergehenden Verschlechterung der bodenphysikalischen Eigenschaften. Parallel dazu wurde versucht, die degradierten Moorböden durch Profilumgestaltung für eine witterungsunabhängige Ackernutzung herzurichten (Abb. 5).

Großflächig wurden in den Niederlanden flachgründige Hochmoore nach Abtorfung verfehnt, d. h., von Hand wurde der schwach zersetzte Hochmoortorf bzw. die Bunkerde zurückgesetzt, der Schwarztorf als Brenntorf entnommen und aus dem Liegenden von dem relativ grobkörnigen Sand so viel mineralische Substanz an die Oberfläche gefördert, daß sich im Krumenbereich ein stark humoser Sandboden

ausbilden konnte. Trotz der Bodenbearbeitung sollte der abgedeckte Torf als Reservoir für leicht pflanzenverfügbares Wasser konserviert werden. Durch die Fehnkultur wurden wesentliche Nachteile der Schwarzkultur beseitigt, z. B. wurde die Spätfrostgefahr reduziert, die Winderosionsneigung nahm auf den Flächen ab, auf den stark humosen Sanden der Krume war ein sicherer Ackerbau möglich.

An die Stelle der Fehnkultur sind nach 1950 verstärkt maschinelle Verfahren zur Umgestaltung der Moorphile getreten. Bei Moormächtigkeiten über 1,40 m wurden die Flächen melioriert, indem man mit der Kuhlmaschine, bekannt aus der Blausandmelioration in den Marschen, bei Moormächtigkeiten bis 3,20 m Sand aus dem Liegenden an der Oberfläche verteilt hat, um so vor allem die Tragfähigkeit der Flächen zu erhöhen. Dieses relativ kostspielige Verfahren wurde nur selten angewandt, zumal eine gleichmäßige Verteilung des Sandes aus dem Untergrund meist nur unvollkommen erreicht wurde und daher die

Flächen doch nur wieder einer Grünlandnutzung vorbehalten blieben.

Ab 1937 wurde versucht, flachgründige Hochmoorphile durch den Einsatz von Tiefpflügen umzugestalten. Erst nach dem 2. Weltkrieg jedoch begann die hohe Zeit dieses als Deutsche Sandmischkultur aufkommenden Meliorationsverfahrens. Der Schwerpunkt des Tiefpflugeinsatzes lag im Bereich des Emslandes, wo Ödland und industriell abgetorfte Flächen im großen Umfang zur Verfügung standen. Die in den 50er Jahren im Rahmen des Emslandplanes ausgewiesenen Siedlerstellen erhielten durchschnittlich 50 % Ackerland auf Deutschen Sandmischkulturen zugewiesen. Bei diesem Tiefpflugeinsatz im Hochmoor wird das Profil um 135° gekippt, dadurch entstehen nebeneinanderliegende Torf- und Sandbalken in Schräglage, wobei die Torfbalken im späteren Profil als Wasserspeicher und die Sandbalken als natürliche Dränung dienen.

Nach dem Einplanieren und der Einstellung der Nährstoffversorgung, ähnlich wie bei der Deutschen

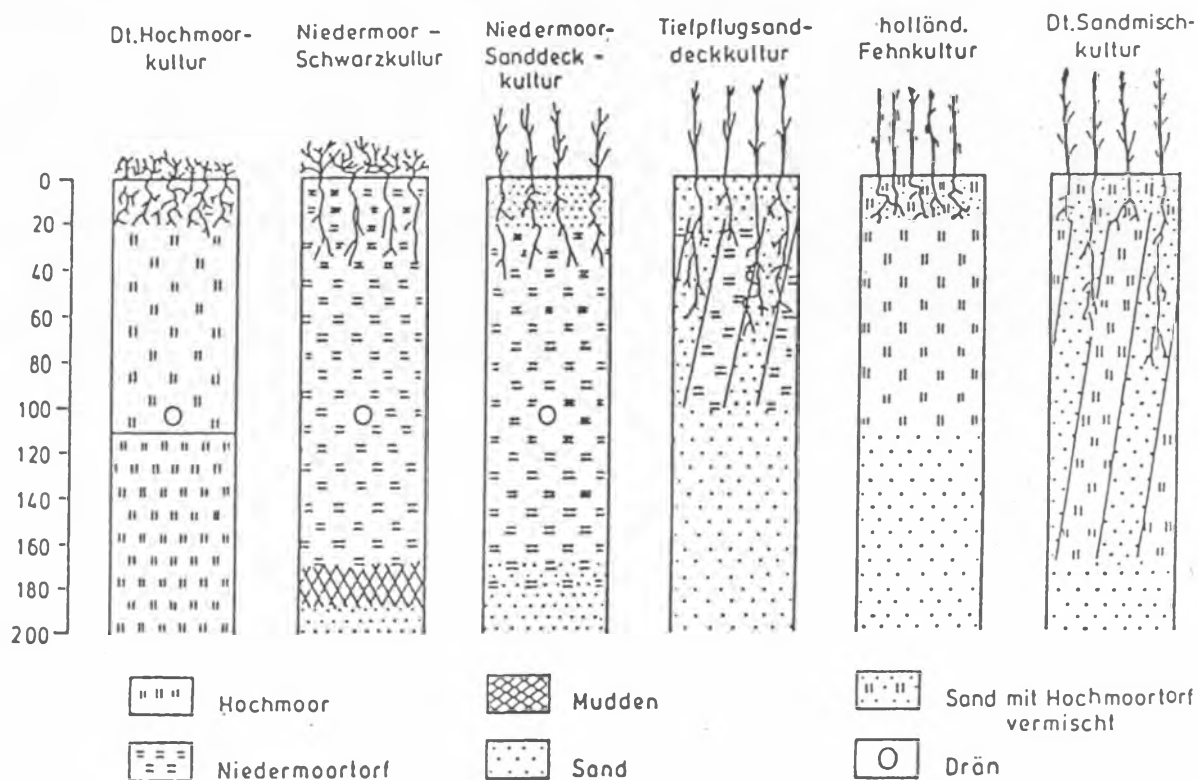


Abb. 5:
Verbreitete Moorkulturtypen in Niedersachsen (nach Göttlich et al., 1983)

Hochmoorkultur, erreichen Deutsche Sandmischkulturen bei einer Einstellung des Humusgehaltes in der Krume von 6 bis 8 % Ertragspotentiale, die durchaus Plaggeneschkulturen vergleichbar sind.

Wenn man flachgründige Niedermoore ebenso im Verhältnis Torf zu Sand wie 2:1 tiefpflügt, ergeben sich bei der späteren Bearbeitung und Bewirtschaftung, vor allen Dingen durch Verunkrautungsneigung und Ausbildung von Verdichtungshorizonten, erhebliche Schwierigkeiten. Daher ist anzuraten, flachgründige Niedermoore mit Mineralboden aus dem Untergrund abzudecken. Dafür sind spezielle Pflüge entwickelt worden, die den Torf zwar umschichten, aber den Sand aus dem Liegenden in einer Schicht von bis zu 30 cm ohne organische Substanz an der Oberfläche belassen; der standorttypische Humuspiegel stellt sich im Laufe der ersten Bewirtschaftungsjahre ein. Bei diesen Tiefpflugsanddeckkulturen verbleibt der stickstoffreiche Niedermoortorf als Unterboden erhalten, und der aus dem Liegenden aufgepflügte, meist bindigere Boden wird als Krume genutzt.

Zusammenfassung

Der Nutzungsintensität auf Moorböden sind durch negative Bodenbildungsprozesse, wie Erhöhung der Lagerungsdichte, des Humifizierungsgrades und des Torfschwundes, wie durch Entwicklung von oberflächennahen Stau- und Haftnässehorizonten, besonders in der Krume, Grenzen gesetzt. Der Torf wird auch bei intensiver Grünlandnutzung mineralisiert bzw. humifiziert, so daß sich die Böden in bezug auf den Bodenwasserhaushalt durch Zunahme des Zersetzungs- und Vererdungsgrades negativ entwickeln.

Unverkennbar ist in den letzten Jahren die Entwicklung zu schwächerer Entwässerung der Moorflächen und damit zugleich einer Extensivierung der Grünlandnutzung. Dadurch werden weitgehend die Forderungen des Bodenschutzes und des Naturschutzes gleichzeitig erfüllt.

In den letzten Jahrzehnten wurden bodentechnologische Maßnahmen entwickelt, um degradierte Moorböden als Sandmischkulturen oder als Deckkulturen intensiver landwirtschaftlich nutzen zu können.

Literatur

Kuntze, H. (1978): Bodennährstoffe und Grünlandumbruch. – Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Vorträge auf der Jahrestagung 1978 in Bredstedt.

Bartels, R. (1977): Die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden. – Geol. Jahrbuch F 4, 141–174, 8 Abb., 11 Tab., Hannover.

Schweikle, V. (1990): Physik des Torfes und der Moorböden. – In: Göttlich: Moor- und Torfkunde. 3. Aufl., Stuttgart.

Göttlich, K.-H., und H. Kuntze (1983): Moorkultivierung für Land- und Forstwirtschaft. – In: Göttlich: Moor- und Torfkunde. 3. Aufl., Stuttgart.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Rüdiger Bartels
Nieders. Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Straße 46/50
28211 Bremen

Hochmoorregeneration

Von Joachim Blankenburg

1. Einleitung

Niedersachsen ist das moorreichste Bundesland (2348 qkm Hochmoor). Die Moore sind in unserer dichtbesiedelten Kulturlandschaft die letzten naturnahen Biotope. Als Feucht- und Fluchtbiothope haben sie einen besonders hohen Stellenwert. Mit Verabschiedung des Niedersächsischen Moorschutzprogramms (Teil I 1981 und II 1986) wurden die Voraussetzungen zum Schutz der Hochmoore geschaffen. Bis zum 30. 6. 1990 waren 22 185 ha Hochmoor als Naturschutzgebiet gesichert. Als oberstes Ziel wird ein wieder wachsendes Hochmoor angestrebt. Die Unterschutzstellung allein führt jedoch nicht automatisch zum gewünschten Ziel.

Im Bodentechnologischen Institut wurden seit 1976 Feldversuche zur Hochmoorregeneration angelegt. Unter Berücksichtigung wechselnder Standortverhältnisse sowie unterschiedlicher Nutzungsziele werden Untersuchungen in 15 Feldversuchen durchgeführt. Es erfolgen vegetationskundliche, hydrologische und moorkundliche Untersuchungen.

2. Ergebnisse der Feldversuche

Die Regeneration eines Hochmoores ist nicht innerhalb eines kurzen Zeitraumes zu erreichen. Es ist mit folgenden Zeitabläufen zu rechnen:

1. Wiedervernässung	Jahre
2. Renaturierung	Jahrzehnte
3. Regeneration (Torfbildung)	Jahrhunderte?

2.1 Wiedervernässung

Um ein Hochmoor wiedervernässen zu können, gilt es folgende Hinweise zu beachten:

1. Staukörpermächtigkeit (Schwarztorf) > 0,5 m.
2. 0,3 m Bunkerde bzw. Weißtorf über dem Staukörper als Wasserspeicher und als Verdunstungsschutz.

3. Schaffung von annähernd ebenen Oberflächen, Höhendifferenzen von höchstens 3–4 dm sind von Vorteil.
4. Anlage von Verwallungen, orientierend an natürlichen Höhenverhältnissen.
5. Einrichten von Stauanlagen in bestehenden Gräben. Überschußwasser muß jedoch weiterhin schadlos abgeleitet werden können.
6. Abdichten der in den mineralischen Untergrund einschneidenden Gräben mit Schwarztorf bzw. Bentonit o. ä.
7. Anheben der Grundwasserstände bei Standorten mit ungünstigen klimatischen Verhältnissen und zu geringer Staukörpermächtigkeit, jedoch nicht über Geländeoberfläche.

2.2 Renaturierung

Zur Wiederbesiedlung der Hochmoore besonders nach Torfabbau mit hochmoortypischer Vegetation ist zu beachten:

- Erhalten der Bunkerde (günstig, falls noch lebende Pflanzenreste vorhanden sind);
- nach Schaffung eines ausreichend feuchten Standortes natürliche Wiederbesiedlung;
- Auspflanzen bzw. Aussaat von hochmoortypischen Pflanzen.

2.3 Hochmoorregeneration

Hierzu liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor. Kritisch werden die Belastungen durch Immissionen eingestuft.

Aus den Ergebnissen zur Wiedervernässung und Renaturierung wurden bereits technische Richtlinien zum Torfabbau als Anlage zum Niedersächsischen Naturschutzgesetz erlassen.

3. Praktische Umsetzung

Im Rahmen einer Veranstaltung der NNA wurde 1990 eine zehnjährige Bilanz des Niedersächsischen Moorschutzprogramms aufgestellt. In einer landesweiten Umfrage bei den Unteren (Landkreise) und Oberen (Bezirksregierungen) Naturschutzbehörden und der Staatlichen Moorverwaltung wurde versucht, einen aktuellen Überblick über die Größe und Randbedingungen von vernähten Hochmooren zu bekommen.

In 94 Mooren bzw. Teilbereichen von Mooren sind bisher Maßnahmen zur Wiedervernässung oder Förderung der hochmoortypischen Fauna und Flora durchgeführt worden bzw. werden fortgesetzt. Für 81 Flächen liegen Angaben zur Größe der vernähten Bereiche vor. In ca. einem Viertel der Fälle sind die Flächen < 10 ha groß, es dürfte sich hierbei um Bereiche innerhalb von größeren Mooren handeln (Tab. 1).

Tab. 1:
Vernähte Hochmoorflächen (Größenklassen)

Größenklasse	Anzahl
bis 1 ha	10
1 bis 3 ha	3
3 bis 10 ha	9
10 bis 30 ha	26
30 bis 100 ha	22
über 100 ha	21
Mittlere Flächengröße: 67 ha	

Tab. 2:
Flächenverteilung der vernähten Hochmoorflächen nach Regierungsbezirken

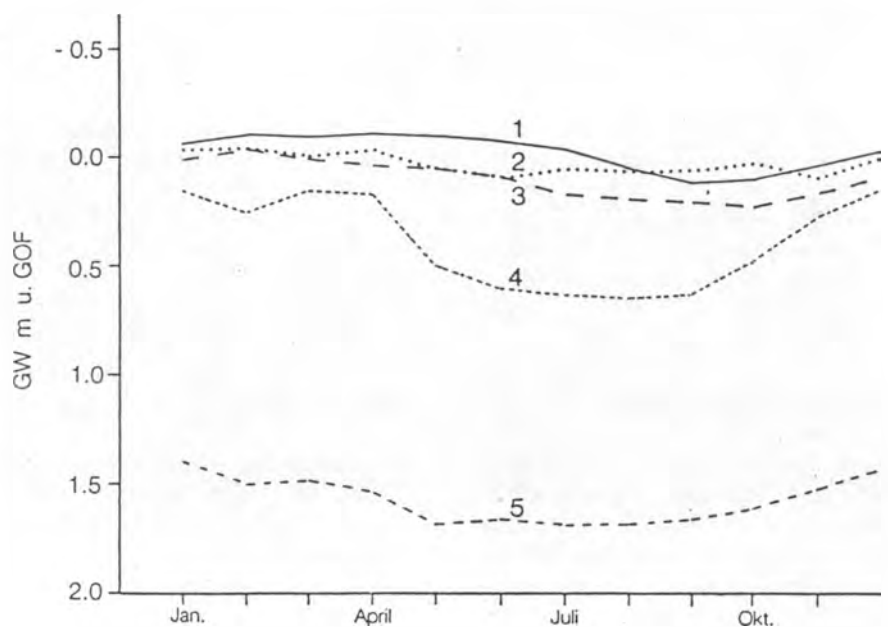
	Gebiete	ha	%	mittl. Gr.
Braunschweig	3	320	6	107 ha
Hannover	21	2607	48	124 ha
Lüneburg	24	591	11	25 ha
Weser-Ems	33	1919	35	58 ha

Die meisten Flächen haben eine Größe von 10–100 ha, der Mittelwert liegt bei 67 ha. In 21 Fällen sind die Flächen > 100 ha groß. Die regionale Verteilung (Tab. 2) spiegelt die natürliche Verbreitung der Hochmoore wider mit den Schwerpunkten in den Regierungsbezirken Hannover und Weser-Ems. Im Gebiet der Bezirksregierung Lüneburg überwiegen kleinere Flächen. Die Entwicklung und Pflege wird meist ohne grundlegende Gutachten bzw. Pflegepläne geplant; hier besteht noch größerer Handlungsbedarf.

So liegen nur für ein Drittel der Moore stratigraphische Angaben vor. Ob Resttorflagen aus Bunkerde, Weißtorf bzw. Schwarztorf bestehen, ist nur zu 31 bis 43 % bekannt. Hinweise auf die im Unterboden vorhandenen Torfe (z. B. Niedermoor- und die Bodenart des liegenden Mineralbodens) sind nur für 7 bis 27 % der Gebiete vorhanden.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Joachim Blankenburg
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Straße 46–50
28211 Bremen



- 1 = Lichtenmoor (Bunkerde und Weißtorf), zeitweise überstaut
- 2 = Leegmoor (Schwarztorf), zeitweise überstaut
- 3 = Ostenholzer Moor (Weißtorf), kurzfristig überstaut
- 4 = Leegmoor (Schwarztorf), nicht überstaut
- 5 = Leegmoor, Grundwasser im liegenden Sand

Mittlerer Jahresgang der Stau-/Grundwasserstände in vernähten Hochmooren

Hydrologie der Niedermoore

Von Joachim Blankenburg

Im Gegensatz zu den nur vom Niederschlag gespeisten Hochmooren stehen die Niedermoore im direkten Kontakt mit dem Grundwasser der umliegenden Mineralböden. Je nach hydrogeologischen Standortbedingungen lassen sich die Niedermoore in hydrologische Moortypen nach Succow (1988) einteilen:

Verlandungsmoor:

Das Grundwasser im Moor steht im Kontakt mit dem Wasserspiegel eines offenen Gewässers. Unter den Torfen stehen z. T. mächtige Muddelagen (z. B. Kalkmudden, Lebermudden, Ton-, Schluff- u. Sandmudden) an.

Überflutungsmoor:

Periodisch werden die Flächen überflutet. Die Torfe sind häufig mit Sand-, Schluff- und Tonmudden durchsetzt.

Versumpfungsmoor:

Durch Grundwasseranstieg kam es zur Vermoorung. Die Torfe lie-

gen meist direkt auf durchlässigeren Mineralböden auf (Sande).

Durchströmungsmoor:

Wasser fließt, vom Hang kommend, weitestgehend horizontal durch die Torfe hindurch. Meist homogene Torfe über Mineralboden bzw. Mudden.

Quellmoor:

Punktuelle Wasseraustritte. Torfe häufig mit Sand-, Kalk- oder Eisenablagerungen durchsetzt.

Hangmoor:

Oberhalb des Moores fließt Mineralbodenwasser auf sehr gering wasserdurchlässigen Schichten hangabwärts (Hangwasser). Unterhalb der Torfe stehen auch die sehr gering wasserdurchlässigen Schichten an.

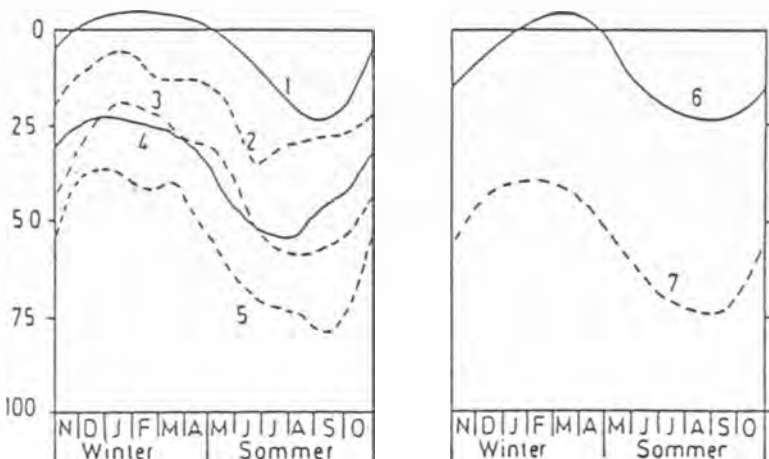
Kesselmoor:

Oberflächlich fließt Mineralbodenwasser in Vertiefungen zusammen. Die Einzugsgebiete sind relativ klein. Unter den Torfen stehen meist mächtige Muddelagen an.

In der Praxis lassen sich Niedermoore nicht immer nur einem hydrologischen Moortyp zuordnen. So kommen häufig Verlandungsmoore zusammen mit Versumpfungsmooren und Überflutungsmooren vor, dies trifft z. B. für die Niedermoore am Dümmer zu.

Um Niedermoore *landwirtschaftlich* nutzen zu können, mußten sie ausreichend entwässert werden. Das zufließende Fremdwasser wird hierbei durch Fanggräben, die rechtwinklig zur Grundwasserfließrichtung angelegt sind, abgeführt. Mit Fremdwasser wird das Wasser bezeichnet, das dem Moor von außen zufließt (Grund- oder Oberflächenwasser). In den westlichen Bundesländern bei Niederschlags Höhen in den Sommermonaten, die deutlich über der Verdunstungshöhe liegen, besteht ein Entwässerungsbedarf der Niedermoore. In den östlichen Bundesländern bei geringeren Niederschlägen und höherer Verdunstung tritt in den Sommermonaten meist ein Wasserbilanzdefizit auf. Zur intensiven landwirtschaftlichen Nutzung wurden daher diese Flächen in den Sommermonaten mit Zusatzwasser über die bestehende Vorflut versorgt. Durch umfangreiche Stau- und Pumpenanlagen konnten so die gewünschten Wasserstände einreguliert werden. Aus Gründen der Betriebswirtschaft und des Umweltschutzes sind diese Verfahren heute nur noch begrenzt durchführbar. Zur ausreichenden Wasserversorgung der landwirtschaftlich genutzten Niedermoore ist daher ein wassersparendes Management erforderlich.

Für den *Naturschutz* sind die Niedermoore heute als Feuchtgebiete von großer Bedeutung. So wurden die Niedermoore am Dümmer nach der Ramsar-Konvention als international bedeutendes Gebiet eingestuft. Um nun diese Fläche für den Naturschutz optimal herrichten zu können, sind Maßnahmen zur Anhebung der Grundwasserstände gewünscht. Durch die bisherige Nutzung wurden jedoch die Eigenschaften der Torfe verändert (s. Hennings, in diesem Heft), so daß Probleme mit der Wiedervernäßbar-



Mittlere Grundwasser-Jahresganglinie in norddeutschen Niedermooren mit verschiedenen Pflanzengemeinschaften (Eggelsmann, 1981)

- 1 = Röhricht, Großseggenesellschaft
- 2 = Kleinseggenesellschaft
- 3 = Brache (ehem. Grünland)
- 4 = Grünland (Wiese mit Nachweide)
- 5 = Grünland (Weide) mit Dränung
- 6 = Bruchwald auf Quellmoor
- 7 = Nadelwald mit Fremdwasserzufluß

keit auftreten. Eine Wiedervernässung setzt jedoch auch eine genaue Kenntnis der hydrologischen Randbedingungen voraus (s. *BMFT-Projekt „Ökosystemmanagement Niedermoore“*). Die Einstufung der Moore nach den hydrologischen Moortypen ist hierbei eine große Hilfe. Auch sind stratigraphische Untersuchungen zu den Torfarten und Mudden erforderlich, da sich daraus Daten zur gesättigten Wasserdurchlässigkeit ableiten lassen.

Aus wasserwirtschaftlichen Daten ist die Größe des Einzugsgebietes für das zu untersuchende Moor zu ermitteln. Anhand der Wasserbilanz ist abzuschätzen, welche Wassermengen zum Ausgleich des Verdunstungsanspruches der Vegetation zuzüglich des Abstromes mit dem Grundwasser benötigt werden. Im gesamten Einzugsgebiet sind, soweit dies möglich ist, alle Eingriffe in den Grundwasserhaushalt seit der Entstehung des Moores zu erfassen. Es sind dies im wesentlichen: Grabenausbau, Dränung, Entnahme von Grundwasser für die Trinkwasserversorgung, Industriebedarf und landwirtschaftliche Beregnung. Diese Größen sind innerhalb des heutigen Moores und des dazugehörigen Einzugsgebietes zu erfassen.

Zur Umsetzung von geplanten Vernässungsmaßnahmen sind neue Höhenaufnahmen der durch die landwirtschaftliche Nutzung gesackten Niedermoore zuzüglich der Torfverluste durch Mineralisierung erforderlich. Hier bietet sich die

Tab. 1:

Verdunstungshöhen (in mm) für Niedermoor bei einer mittleren Jahresniederschlagshöhe von 750 mm (Eggelsmann, 1981)

Lfd. Nr.	Zeigerpflanze bzw. Nutzung	Verdunstungshöhe		Jahr	Literaturhinweis
		Winter	Sommer		
1	2	3	4	5	6
1	Großseggen – Ried	185	465	650	Eggelsmann, 1977
2	Kleinseggen – Ried	110	420	530	Schendel, 1971, S. 35
3	Wiese	90	460	550	Friedrich, 1950
4	Brache	85	435	520	Kuntze, 1978
5	Weide	100	430	530	Schendel, 1971, S.
6	Acker	80	380	460	Friedrich, 1950
7	Erlenbruchwald	165	515	680	Eggelsmann, 1980
8	Fichtenwald	190	470	660	Brechtel, 1970

Tab. 2:

Wasserbilanz eines Niedermoores (Groot-Zandbrink, Niederlande) (Kemmers u. Jansen, 1988)

	mm		mm
Niederschlag	570	Oberflächenabfluß	272
Aufsteigendes Grundwasser	280	lateral Abfluß (Dränabfluß)	273
Kapillarer Aufstieg	7	Verdunstung	305
	857		850

Erfassung der Höhen in m NN durch Luftbilddauswertung an. Zur Erfolgskontrolle, als Beweissicherung und zur Steuerung von Vernässungsmaßnahmen ist ein ausreichend dichtes Grundwasserbeobachtungsnetz unbedingt erforderlich. Die großräumige Bewirtschaftung des Wasserhaushaltes wird durch Gebietswasserhaushaltsmodelle erleichtert.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Joachim Blankenburg
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Straße 46–50
28211 Bremen

Über den Einfluß der Entwässerung und der Nutzung auf die Gefügeentwicklung in Niedermoorböden

Von Wilhelm Schmidt

Die für die Inkulturnahme der Moore unerläßliche Entwässerung führt zu einer im Vergleich zum wachsenden Moor grundlegend veränderten Kombination bodenbildender Prozesse (Abb. 1). Für die Entwicklung des Bodengefüges sind der Wegfall des Auftriebes im grundwasserfrei werdenden Bereich, Schrumpfs- und Quellungsprozesse sowie die aerobe Humifizierung im oberflächennahen Bereich die wichtigsten.

Durch die Absenkung des Grundwassers um 1 m erhöht sich die wirksame Normalspannung um etwa 8 kPa (Abb. 2). Diese Spannungserhöhung wirkt im grundwasserfrei gewordenen Bereich, in diesem steigt sie von 0 auf 8 kPa an, und in allen tieferen Schichten des Moorkörpers. Da die wirksame Spannung vor der Entwässerung in 1 m Tiefe nur 0,3 kPa beträgt, kommt es durch die Grundwasserabsenkung zu einer Spannungserhöhung um fast das 30fache, wodurch das vor der Entwässerung im Boden vorhandene Kräftegleichgewicht ganz erheblich gestört wird. Als Folge davon und in Verbindung mit der hochkompressiblen Natur der Torfe und Mudden reagiert vor allem der im Grundwasserbereich verbliebene Teil des Moorkörpers mit Setzung und Verdichtung. Das Trockensubstanzvolumen der Torfe erhöht sich dadurch von im Mittel etwa 5 auf 8 Vol.-% (Abb. 3). Parallel dazu verringert sich der Anteil grober Poren am Porenvolumen und damit die Wasserleitfähigkeit des Moorkörpers.

Für die Gefügeentwicklung im entwässerten und durchlüfteten Bereich des Moorkörpers sind Schrumpfs- und Quellungsprozesse ein entscheidender Faktor, für den Unterboden sind sie der bestimmende. Die ihnen zugrunde liegenden Kräfte sind wirksame Spannungen, die jedoch im Gegensatz zur wirksamen Normalspannung, die von überlagernden Bodenschichten aus-

geht und senkrecht nach unten gerichtet ist, in beliebigen Richtungen wirken. Hinzu kommt, daß sich ihre Wirkungsrichtung beim Phasenwechsel Schrumpfung/Quellung umkehrt. Horizontal wirkende Komponenten dieser Spannungen beanspruchen in der Schrumpfsphase die Zugfestigkeit der Torfe, wobei es zu einer Entflechtung der miteinander verfilzten Torfteilchen kommt. Und da die Zugfestigkeit der Torfe nicht an allen Punkten gleich groß ist, entflechten sich die Torfteilchen bevorzugt in Bereichen geringerer Festigkeit. Wie an freigelegten Torfschichten beobachtet wurde, entstehen dabei in Entfernungen von wenigen Zentimetern senkrecht zur Schichtebene verlaufende Schwundrisse oder Vorstufen von diesen. Im weiteren Verlauf der Schrumpfung baut sich die Zugspannung nicht gleichmäßig über alle diese entstandenen oder vorgebildeten Schrumpfrisse ab, sondern in der Weise, daß sich im größeren Abstand vorhandene Schwundrisse zu einem Schwundspalt erweitern und dieser bei weiterer Bodenaustrocknung immer tiefer in den Moorkörper eindringt. Fällt das Grundwasser nicht tiefer als etwa 5 dm unter Gelände ab, so kann dieses Torfsäulengefüge über Jahrzehnte erhalten bleiben. Hauptmerkmal dieses Makrogefüges ist, daß die Säulenkörper ohne schwundrißbedingte Störungen in den Basistorf übergehen. Im Verlaufe der Zeit führen im oberflächennahen Bereich ablaufende Humifizierungsprozesse zur Bildung von schwach vererdetem Torf, der die Torfsäulen abdeckt und in die Schwundspalten rieselt (Abb. 4; Bodentyp Fen).

Fällt dagegen das Grundwasser bis auf Tiefen von 8 bis 12 dm unter Gelände ab, so folgen auch die Schwundspalten bis in diese Tiefen, wobei sie sich oben 10 bis 20 cm weit öffnen. Gleichzeitig reißen die Köpfe der Torfsäulen im Bereich schon vorgebildeter und neu ent-

stehender Schwundrisse auf. Es entstehen klumpenförmige Polyeder mit Durchmessern von 5 bis 15 cm, deren Oberflächen relativ glatt und mit einem schwach glänzenden Überzug bedeckt sind. Bei weiter fortschreitender Schrumpfung und durch mehrfachen Wechsel von Schrumpfung und Quellung zerfallen die Großpolyeder in Polyeder zweiter Ordnung (Abb. 4; Bodentyp Mulm). Abb. 5 und 6 zeigen das Unterbodengefüge eines Moorkörpers, dessen Grundwasser in Trockenjahren der letzten zwei Jahrzehnte bis in Tiefen von 1,5 m unter Gelände absank. Zwischen den überwiegend scharfkantigen Kleinpolyedern mit einer Größe von etwa 2 bis 5 cm findet sich nur wenig Fremdmaterial. Der Oberboden besteht aus vermulmtem Torf. Die Schwundspalten schneiden etwa 1 m tief in den Moorkörper ein. Ihre obere Breite erreicht Werte von maximal 20 cm.

In zahlreichen Aufgrabungen wurde gefunden, daß die Schwundspalten untereinander in netzartiger Verbindung stehen und den Moorkörper meist großflächig durchziehen. In ihnen findet sich eingerieselter Oberboden, manchmal aber auch Kleinpolyeder des Unterbodens. Die Lagerungsdichte des Fremdmaterials nimmt in den Spalten von oben nach unten ab. Im unteren Teil der Spalten kommen nicht selten auch Hohlräume vor.

Aus Klumpen und Bröckeln bestehendes Aggregatgefüge unterbricht im Moorkörper durchgängige Poren, wodurch sich der kapillare Aufstieg des Wassers aus dem Grundwasser in den Oberboden stark vermindert. Die Schwundspalten führen sommerliche Niederschläge ohne wesentliche Befechtung des Ober- und Unterbodens schnell in den Untergrund ab. Moorkörper mit derartigem Gefüge trocknen dadurch häufiger und stärker aus. Sie werden intensiver durchlüftet, wodurch der mikrobielle

Abbau der organischen Torfsubstanz ansteigt.

Im grundwasserfreien Bereich des Moorkörpers führt irreversible Erstschrumpfung zu erheblicher Bodenverdichtung. Das Trockensubstanzvolumen des Oberbodens wächst dabei um 100 bis 300 % und das des Unterbodens um 50 bis 100 % (Abb. 3). Die Scherfestigkeit erhöht sich im Mittel um 50 bis 150 % (Abb. 7). Im Oberboden erreicht der Festigkeitszuwachs sogar Werte bis zu 300 %, wodurch das Befahren des Moorbodens mit landwirtschaftlichen Fahrzeugen möglich wird (Schmidt u. Rohde 1986).

Im oberen Teil des Moorkörpers kommt es durch Humifizierung zu stofflichen Veränderungen des Torfsubstrates mit einer sehr weitgehenden Wandlung des Bodengefüges. Aus Torf mit einem mehr oder minder hohen Anteil strukturierter Pflanzenreste und filzähnlichem Gefüge entsteht vererdeter Torf, dessen amorphe Grundmasse Krümelgefüge annimmt. Bei weiter fortschreitender Humifizierung entsteht vermulmter Torf mit grusig feinkörnigem Gefüge, wobei der Anteil an Gefügeaggregaten < 1 mm 60 % der Trockenmasse erreicht (Abb. 8). Der Gefügeverband lockert sich. Die nutzbare Feldkapazität fällt vom vererdeten zum vermulmten Torf von ca. 50 Vol.-% auf weniger als 20 Vol.-% ab. Die Humifizierung führt aber nicht zwangsläufig zum vermulmten Oberboden. Es treten vielmehr fließende Übergänge zwischen Vererdung und Vermulmung als relativ stabile Erscheinungsformen auf. Auf welcher Stufe sich ein Gleichgewichtszustand einstellt, hängt weitgehend von der Faktorenkombination Grundwasserstand und Torfart ab (Okruszko 1969, Schmidt 1981). Schneiden- und Grobseggentorfe neigen mehr, Schilf- und Erlenbruchtorfe weniger zur Vermulmung. Feinseggentorf ist weitgehend vermulmungsresistent (Abb. 9). Die Vermulmungseignung der Torfe wächst mit dem Grad ihrer Zersetzung an.

Anhand von 131 Proben aus dem durch anthropogene Bodenbildungsprozesse geprägten Oberboden mehrerer Niedermoores wurde geprüft, inwieweit sich die Einheitswasserzahl W_1 zur Gliederung dieses Bodens eig-

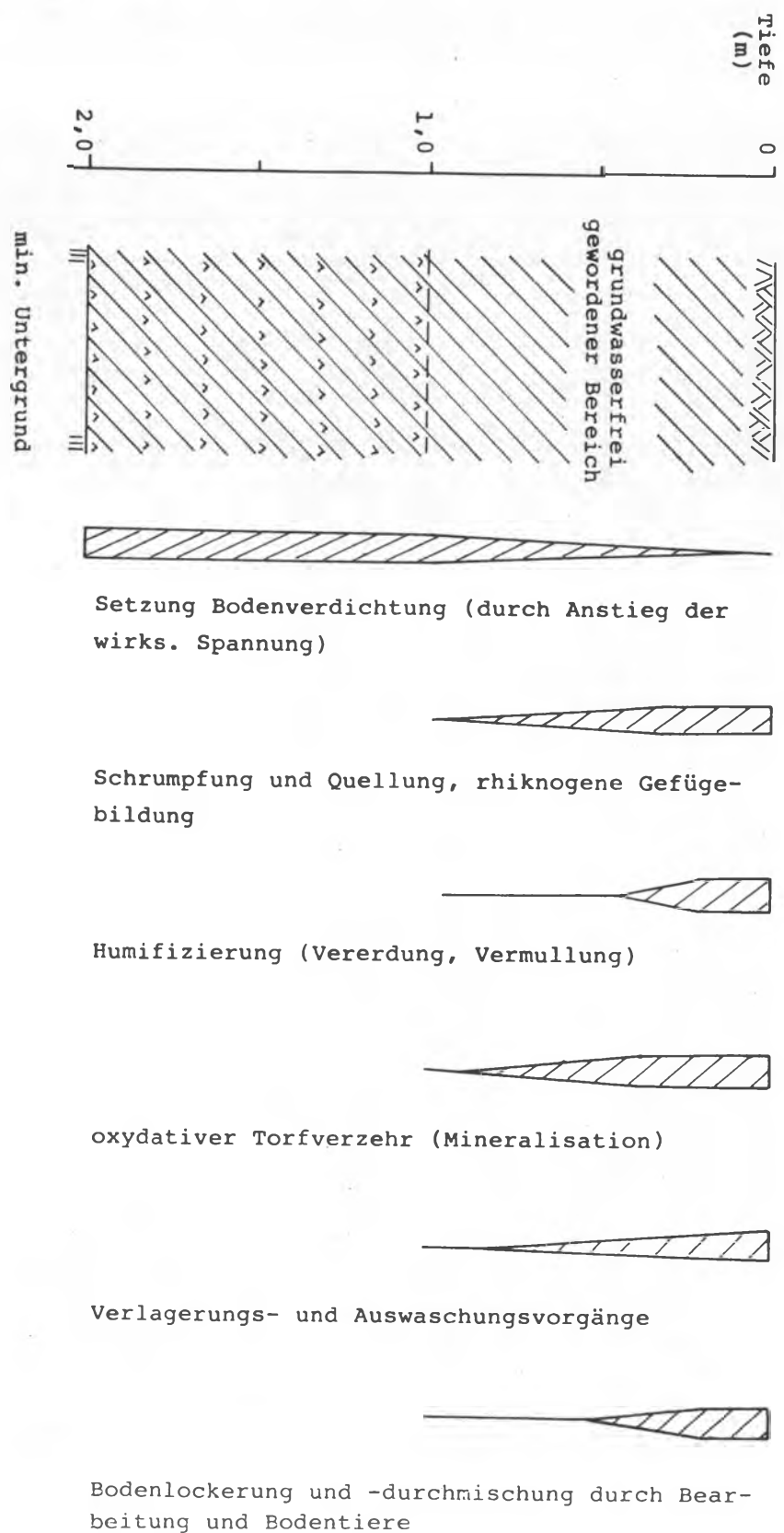
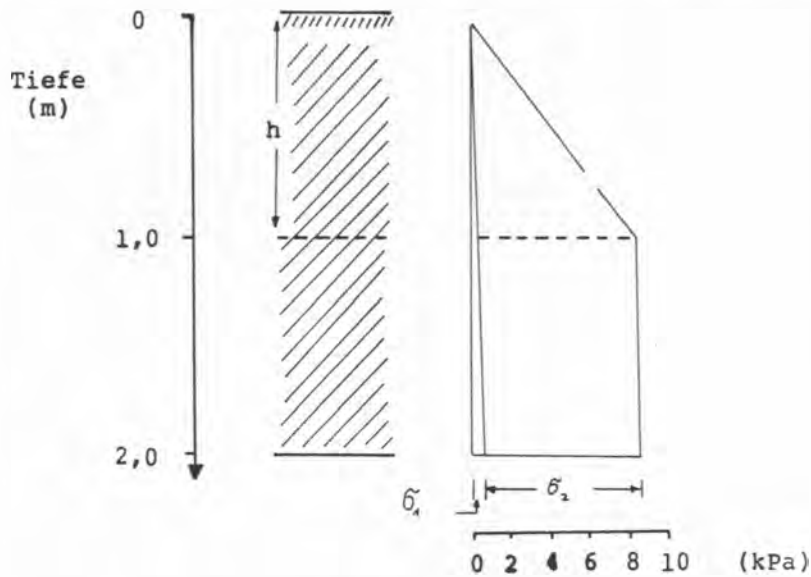


Abb. 1:
Wirkungsbereich der Bodenbildungsprozesse im Moorkörper



- h grundwasserfrei gewordene Zone
 σ_1 wirksame Spannung vor Grundwasserabsenkung
 σ_2 wirksame Spannung durch Grundwasserabsenkung

Abb. 2:
Erhöhung der wirksamen Spannung durch Grundwasserabsenkung

net. Abb. 10 enthält die W_1 -Werte als Häufigkeitsverteilung. Die Ausprägungsstufen schwach vererdet, vererdet, schwach vermulmt und vermulmt wurden nach makroskopisch zu erfassenden Merkmalen im Gelände angesprochen. Wie zu erkennen ist, fallen die W_1 -Werte von den schwach vererdeten zu den vermulmten Torfen hin von etwa 2,9 auf 1,2 ab, wobei sich die Bodengruppen im Grenzbereich etwas überlappen. Die Mittelwertdifferenzen jeweils benachbarter Gruppen sind mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit $< 0,1 \%$ signifikant (Tab. 1). Aus diesen Ergebnissen wurden für die Gliederung der vererdeten und vermulmten Torfe die in Tab. 2 zusammengestellten W_1 -Grenzwerte abgeleitet (Schmidt 1981, 1986 u. 1992).

Um der Frage nachzugehen, inwieweit sich die Nutzungsform der Niedermoore auf die Bodenentwicklung auswirkt, wurden in einigen Mooregebieten Profilpaare Intensivgrünland/Wald und Intensivgrün-

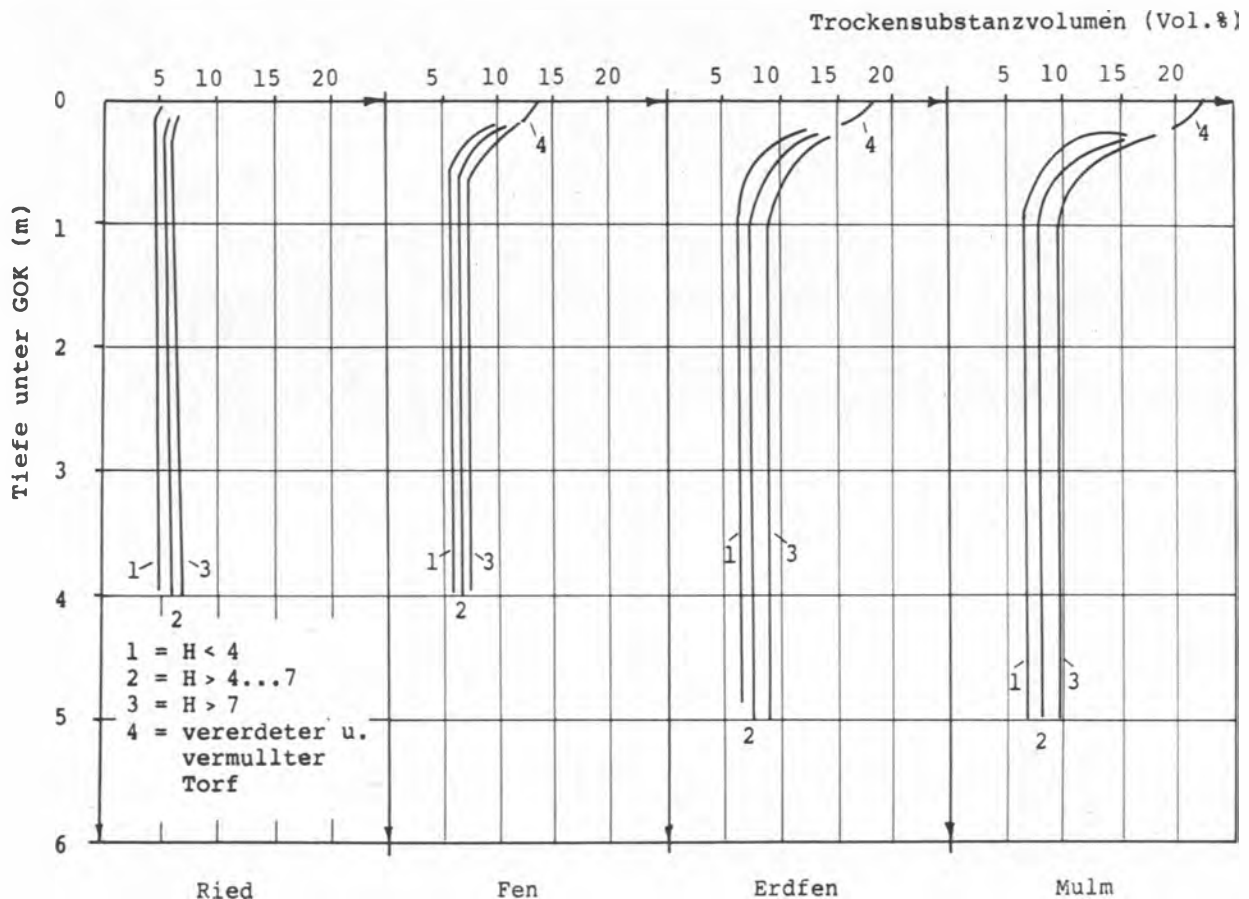
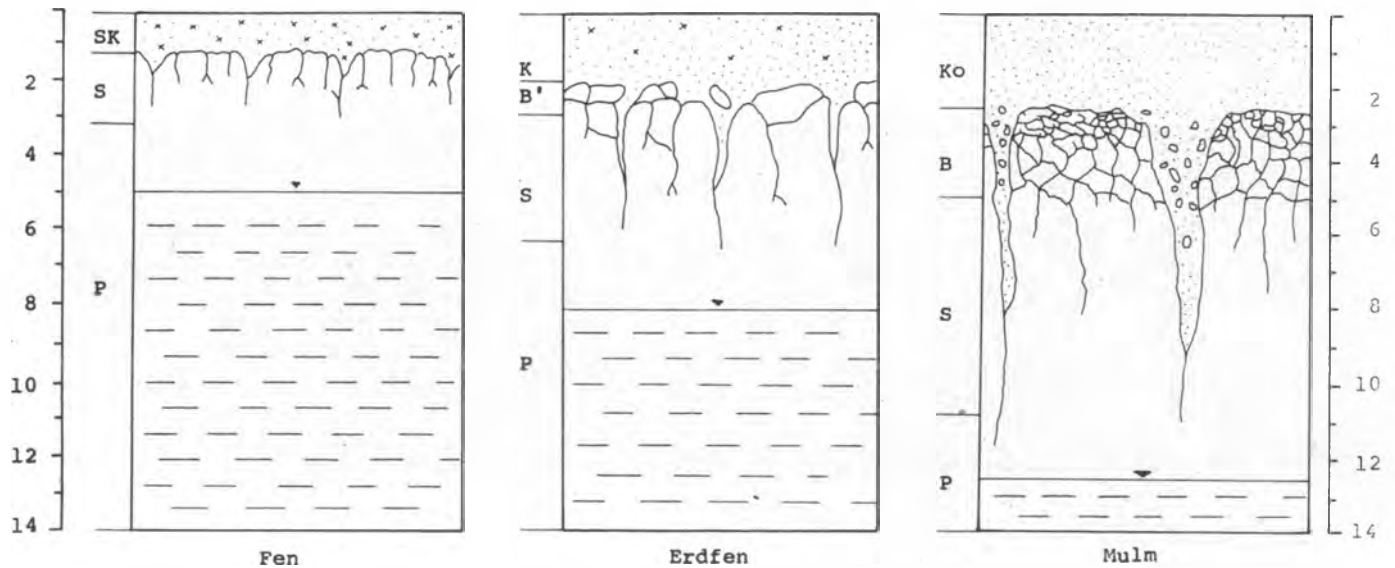


Abb. 3: Das Trockensubstanzvolumen von Torfen unterschiedlicher Zersetzung

Tiefe
(dm)



SK	schwammartiges Krümelgefüge	S	Säulengefüge	▼	für die Bodentypbildung maßgeblicher So-Grundwasserstand
K	Krümelgefüge	B	Bröckelgefüge		
Ko	Koagulatgefüge	P	Primärgefüge		

Abb. 4: Gefügebilder der Niedermoortypen Fen, Erdfen und Mulm



Abb. 5: Schwundspalten im Moorkörper (Vermulmungs- und Torfbröckelhorizont wurden entfernt)



Abb. 6: Schnitt durch den Torfbröckelhorizont (Draufsicht)

land/aufgelassenes Grünland untersucht. Die Waldnutzung (Erle, Birke, Eiche, Kiefer) setzte bereits im Zusammenhang mit der ersten wesentlichen Entwässerung der Moorstandorte ein. Das aufgelassene Grünland schied vor etwa zehn Jahren aus der landwirtschaftlichen Nutzung aus. Bis auf den Standort Rotes Luch sind die Standorte relativ stark entwässert. Die Sommergrundwasserstände schwanken zwischen 0,8 und 1,2 m.

Der Oberboden der als Grünland genutzten Standorte ist deutlich dichter gelagert als der der Waldstandorte. Im Unterboden ist dies umgekehrt (Abb. 11, Tab. 3). Die Oberbodendichte des aufgelassenen Grünlandes ähnelt der von Waldstandorten. Im Humifizierungsgrad unterscheiden sich die Oberböden der drei Nutzungsvarianten nur wenig. Die mit der Bodenbearbeitung des Grünlandes verbundene Bodendurchlüftung (Umbruch im Abstand von vier bis acht Jahren) wird offensichtlich in ihrer Wirkung auf die Bodenentwicklung von der nutzungsbedingt starken Durchlüftung des Moorkörpers der Waldstandorte und des aufgelassenen Grünlandes (Fehlen der technologischen Bodenverdichtung, deutlich geringere Bodenfeuchte unter Wald) völlig kompensiert.

Über den Einfluß des Klimas auf die anthropogene Bodenentwicklung der norddeutschen Niedermoores liegen Ergebnisse gezielter Untersuchungen bisher nicht vor. Für das

Tab. 1:

Gruppenmittel und Standardabweichung der Einheitswasserzahl W_1 , vererdeter und vermulmter Oberbodentorfe

	$\bar{x}$	s	s %	n
Schwach vererdeter Torf	2,46	0,199	8,11	39
Vererdeter Torf	1,97	0,134	6,80	42
Schwach vermulmter Torf	1,71	0,082	4,79	18
Vermulmter Torf	1,48	0,115	7,81	32

Gebiet der ostdeutschen Niedermoores deutet sich als Tendenz an, daß die Intensität der Bodenentwicklung vom Gebiet Schwerin ($N \approx 600$ mm, KWB April-Sept. < -100 mm) über Neubrandenburg (N 550–600 mm, KWB –100 bis –150 mm) zum Gebiet Angermünde ($N < 550$ mm, KWB > -150 mm) hin leicht ansteigt.

Von den Faktoren, die die Bodenentwicklung der ostdeutschen Niedermoores prägen, steht die Grundwasserabsenkung an erster Stelle. Es folgen die Art und der Zersetzungsgrad der anstehenden Torfe, die Nutzungsart und die klimatischen Einflüsse.

Literatur

Okrusko, H., 1969: Die Murschböden der Niedermoores – ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften (poln.). – Roczn. Nauk. Roln., Vol. 74, Ser. F, 5–89.

Schmidt, W., 1981: Kennzeichnung und Beurteilung der Bodenentwicklung auf Niedermoor unter besonderer Berücksichtigung der

Degradierung. – F/E-Bericht, Institut für Futterproduktion Paulinenaue (unveröffentlicht).

Schmidt, W., 1986: Zur Bestimmung der Einheitswasserzahl von Torfen. – Arch. Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkunde, 30, 251–257.

Schmidt, W., u. Rohde, S., 1986: Untersuchungen zur Befahrbarkeit von Niedermoorgrasland. – Arch. Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkunde, 30, 25–35.

Schmidt, W., 1992: Untersuchungen zur Beschreibung und Klassifikation von Torfen und Mudden für landwirtschaftliche und bautechnische Zwecke. – Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 33, 42–51.

Anschrift des Verfassers:

Dr. sc. Wilhelm Schmidt
Institut für Grünland- und Moorökologie Paulinenaue des ZALF Müncheberg
Moorversuchsstation
Heinrichswalde
Dorfstraße 78
17379 Heinrichswalde

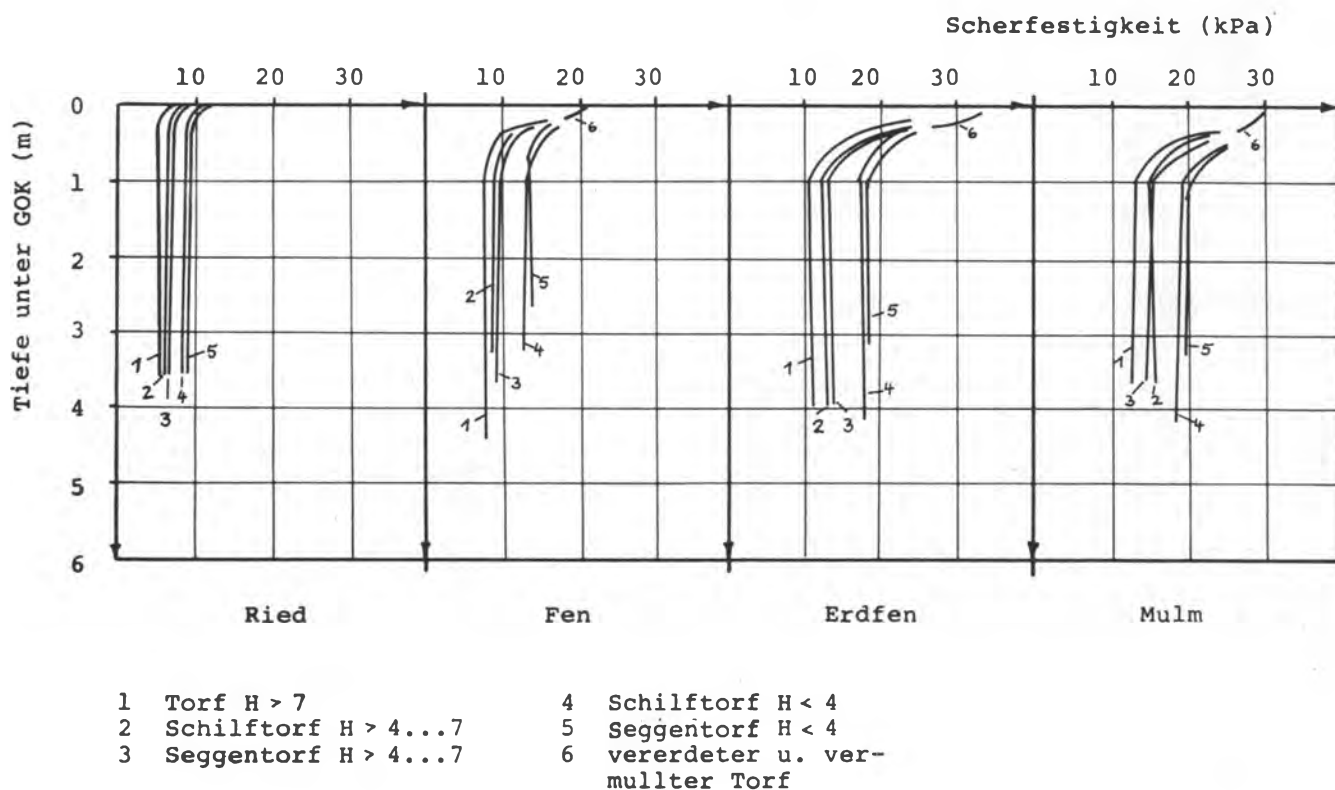
Tab. 2: Gliederung der vererdeten und vermulmten Oberbodentorfe

Ausprägungsgrad	Einheitswasserzahl W_1	Merkmale
schwach vererdeter Torf	$> 2,2$	schwammartiges Gefüge; amorphe Grundmasse enthält oft strukturierte Pflanzenreste; Farbe dunkelbraun; meist Oberboden schwach entwässerter Moore
vererdeter Torf	$< 1,8 \dots 2,2$	torfspezifisches Krümelgefüge; auch trocken kaum staubig; Farbe dunkelbraun bis schwarzbraun; Oberboden mäßig entwässerter Moore
schwach vermulmter Torf	$1,5 \dots 1,8$	Krümelgefüge in etwas lockerem Verband; trocken schwach körnig und pulvrig-staubig; Farbe schwarzbraun; Oberboden schwach degradiert Moore
vermulmter Torf	$< 1,5$	Koagulatgefüge; loser Gefügeverband; trocken deutlich körnig und pulvrig-staubig; Farbe schwarzbraun bis schwarz; Oberboden degradiert Moore

Tab. 3:

Bodenphysikalische Kennwerte des Oberbodens als Grünland und Wald genutzter Niedermoorstandorte (Mittelwerte der Schicht 0–30 cm; SV – Trockensubstanzvolumen, KEW – Kegeleindringwiderstand)

Standort		Nutzungsform											
		Grünland				aufgel. Grünland				Wald			
		SV Vol.-%	kf m/d	KEW kPa	W ₁ –	SV Vol.-%	kf m/d	KEW kPa	W ₁ –	SV Vol.-%	kf m/d	KEW kPa	W ₁ –
Friedländer Große Wiese	1	20,9	3,1	723	2,15	–	–	–	–	14,1	9,2	212	1,82
FGW	2	18,1	2,6	625	1,92	–	–	–	–	16,3	3,0	215	1,76
FGW	3	22,0	1,0	866	1,93	–	–	–	–	17,5	6,8	253	2,23
FGW	4	17,7	1,8	772	2,05	–	–	–	–	15,9	3,3	259	2,24
Rotes Luch		13,6	0,4	345	2,81	–	–	–	–	11,8	0,8	249	3,19
Peene-Haff-Moor		17,4	0,7	491	2,25	–	–	–	–	13,0	11,5	308	2,45
Kamp		19,8	–	–	2,03	–	–	–	–	17,2	–	–	2,02
Löwitz		23,2	–	–	1,77	–	–	–	–	19,3	–	–	1,70
Birkenbruch		24,4	–	–	2,02	–	–	–	–	15,7	–	–	2,16
Rhinluch	1	24,5	–	–	1,62	17,2	–	–	1,55	–	–	–	–
Rhinluch	2	22,7	–	–	1,92	19,5	–	–	1,85	–	–	–	–
Rosenhagen		–	–	–	–	18,9	–	–	2,08	15,9	–	–	2,13

**Abb. 7:**

Die Scherfestigkeit von Torfen in Abhängigkeit vom Bodentyp

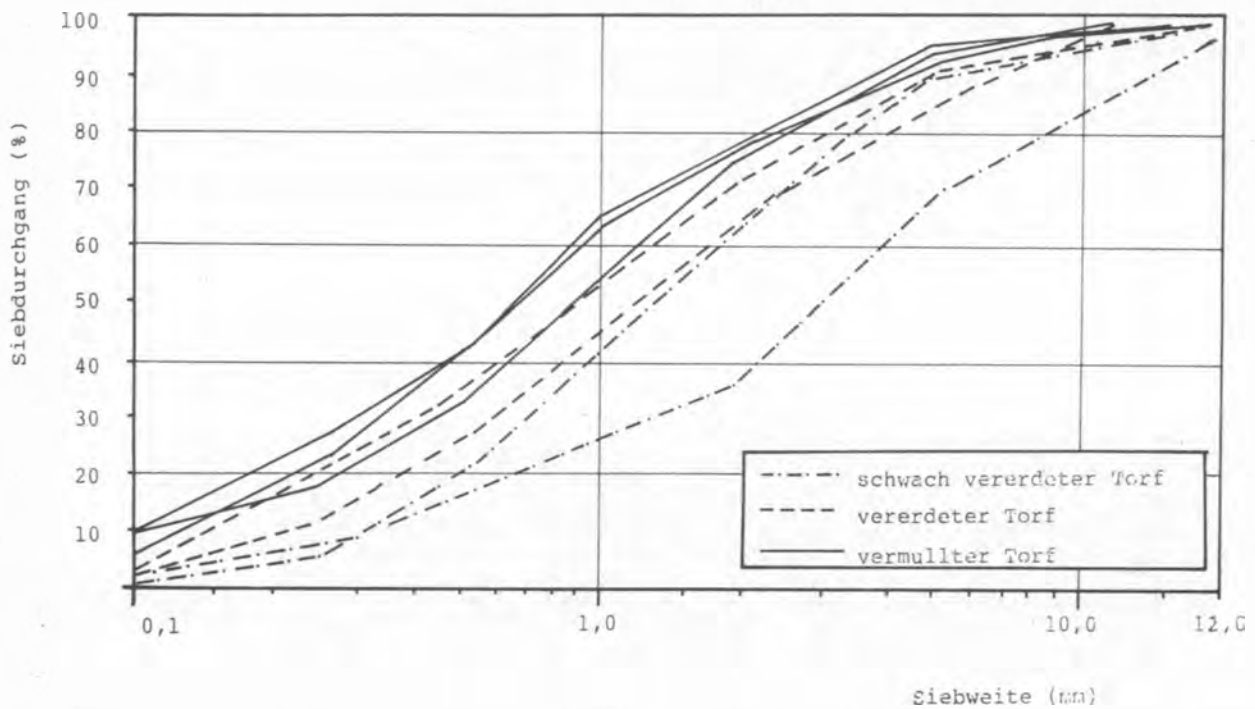


Abb. 8:
Aggregatgrößenzusammensetzung vererdeter und vermullter Torfe

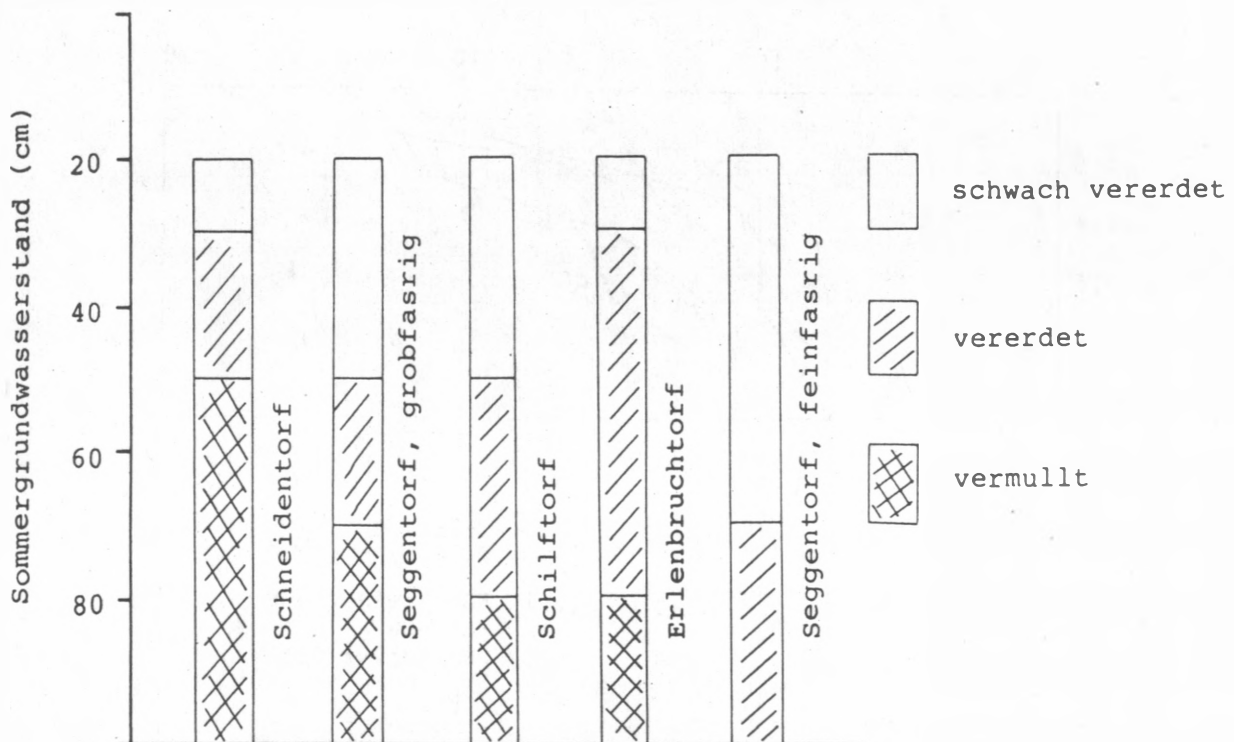


Abb. 9:
Zusammenhang zwischen Sommergrundwasserstand, Torfart und Ausprägung des Oberbodens

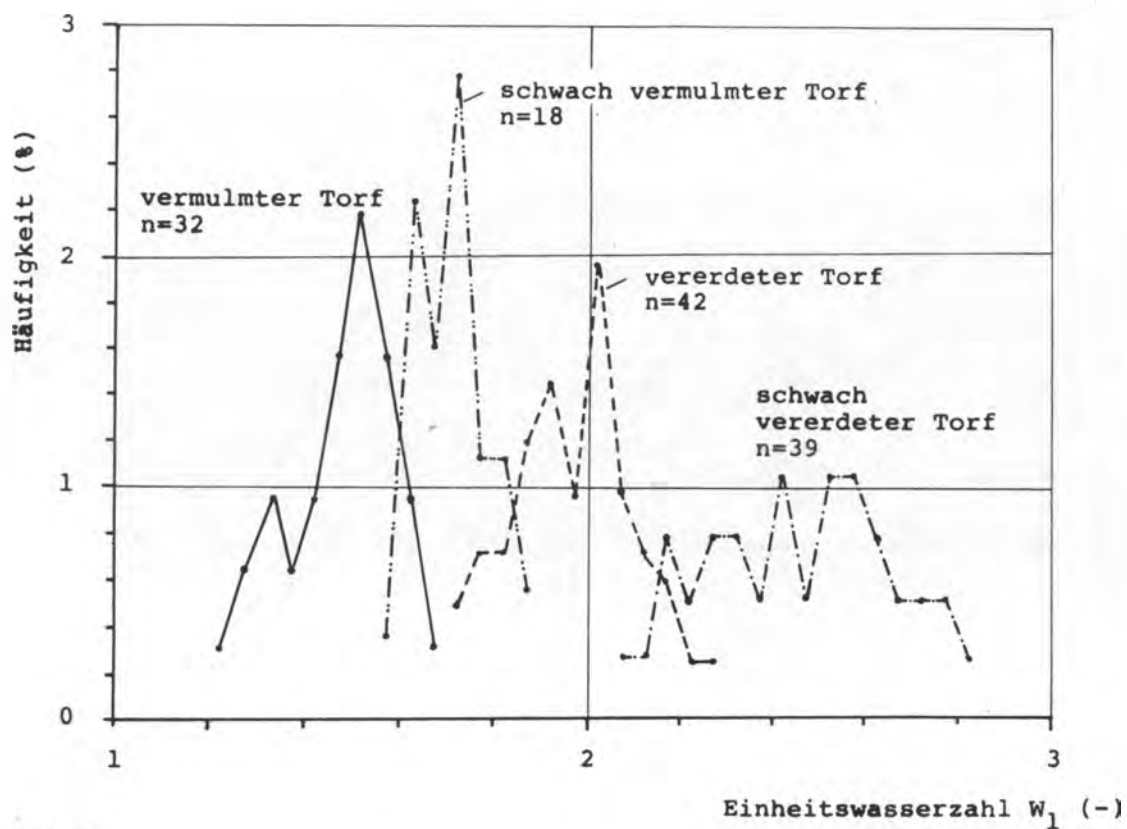


Abb. 10:
Häufigkeitsverteilung der Einheitswasserzahl vererdeter und vermulmter Torfe

SV (Vol.%)

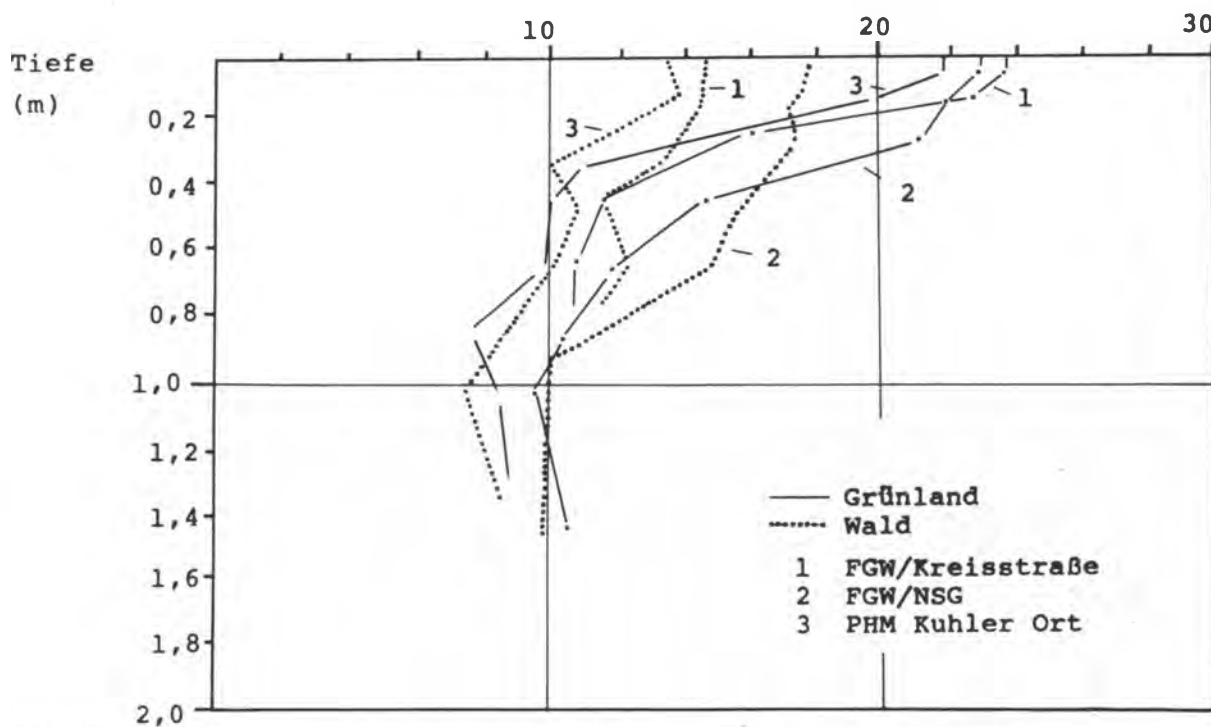


Abb. 11:
Das Trockensubstanzvolumen von Torf in Abhängigkeit von der Nutzungsform und der Tiefe im Moorkörper

Zur Stoffdynamik von Niedermoorböden

Von Bernhard Scheffer

1. Einleitung

Niedermoores sind je nach geologischem Einzugsgebiet und damit pH-Wert des Grundwassers sauer bzw. kalkreich, eutroph bzw. mesotroph. Der Stickstoffgehalt liegt daher zwischen 1,0 und 4 %, bezogen auf die organische Substanz. Der P-Gehalt liegt bei ca. 0,35 %. Das C:N-Verhältnis ist mit 14–20 relativ eng. In landwirtschaftlicher Nutzung befindliche Niedermoorböden haben je nach Dauer ihrer Nutzung und Entwässerung und damit je nach Veredungszustand eine mittlere Rohdichte ρ_{trocken} von 400–500 g/l (0,4–0,5 g/cm³) und ein engeres C:N-Verhältnis als ungenutzte Niedermoores. Kalkhaltige Niedermoores sind in der Regel stärker veredelt als saure. Während die sauren Niedermoorböden vorwiegend als Grünland genutzt werden, werden die kalkhaltigen Niedermoores meistens ackerbaulich genutzt.

Die unterschiedliche Stoffdynamik der Niedermoorböden wird durch die Tiefe der Entwässerung,

den pH-Wert, die Bodenbearbeitung und die Nutzungsintensität geprägt. Im folgenden können aus der Vielfalt der möglichen Stoffumsetzungen nur einige wesentliche herausgegriffen werden, wie Mineralisierung, Stickstoffumsetzungen und Phosphatumssetzungen.

2. Mineralisierung

Die Mineralisierung der organischen Substanz der Niedermoorböden wird ausschließlich durch Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) ebenso wie in Mineralböden durchgeführt. Sie ist abhängig von der Torfart, dem Zersetzungs- oder Veredungsgrad, also dem Gehalt an leicht abbaubarer organischer Substanz, dem C:N-Verhältnis, dem Gehalt an mineralischen Nährstoffen, dem pH-Wert der Torfe sowie vom Wasser- und Lufthaushalt und der Bodentemperatur. Die biochemischen Umsetzungen finden vorwiegend in dem oberen, durchlüfteten Bodenbereich statt, ebenso wie in

Mineralböden. Durch das mit der Pflugarbeit bedingte Mischen der Krume und damit bessere Verteilen von Nährstoffen und abbaubarer Substanz sind die biochemischen Umsetzungen und damit der Torfabbau unter Ackernutzung stets höher als unter Grünlandnutzung. Eine Zufuhr leicht abbaubarer organischer Substanz über Wirtschaftsdünger, aber auch Stroh fördert die biochemischen Umsetzungen (Kuntze et al., 1980).

2.1 Bodenatmung

Die Ermittlung der CO₂-Freisetzung (Bodenatmung) im Feld oder Labor unter kontrollierten Bedingungen ist ein Maß zur Ermittlung der biochemischen Aktivität. In Abb. 1 sind Ergebnisse aus Brutversuchen im Labor von in Norddeutschland weit verbreiteten Niedermoorböden dargestellt. Recht gut ist erkennbar, daß ein hoher pH-Wert (über 7, in CaCl₂ gemessen) zu wesentlich höheren CO₂-Frei-

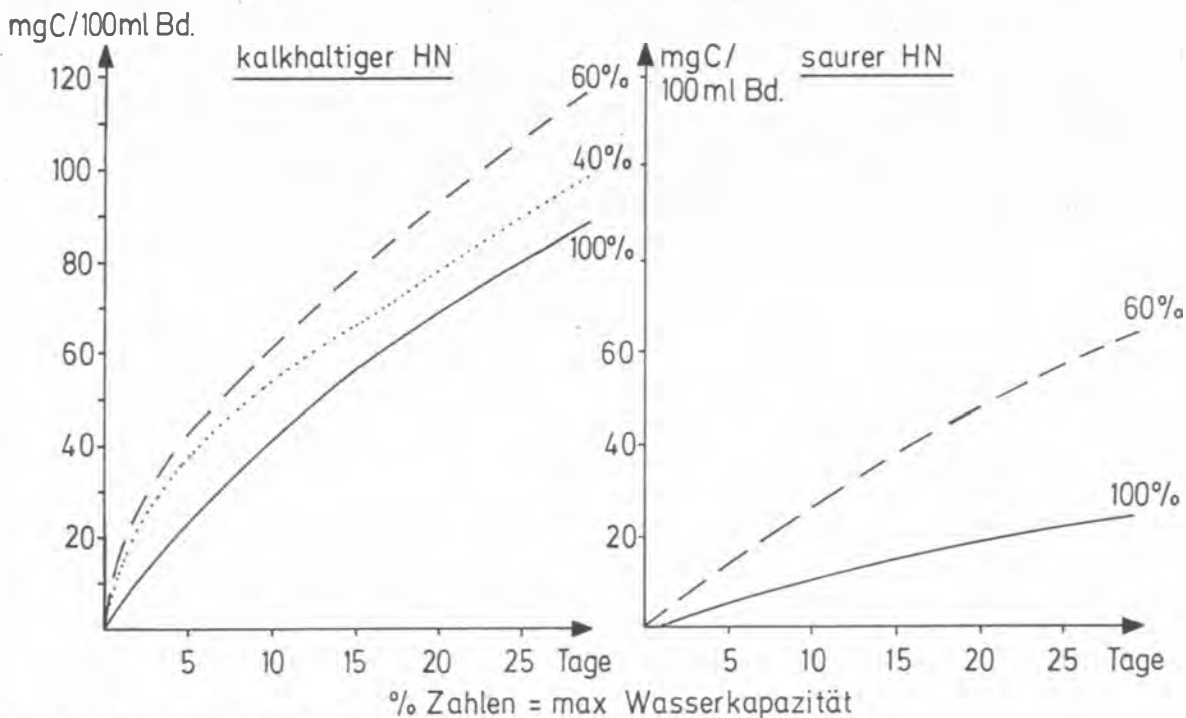


Abb. 1: CO₂-Freisetzung im Brutversuch

setzungsraten führt als ein niedriger pH-Wert. Darüber hinaus wird die Bodenatmung vom Wassergehalt des Bodens bestimmt, wie ebenfalls aus Abb. 1 zu entnehmen ist. Optimale CO_2 -Freisetzungen werden bei Wassergehalten von 60 bis 80 % der maximalen Wasserkapazität erreicht, das entspricht im Freiland Werten der Feldkapazität. Bei höheren Wassergehalten treten im Boden anaerobe Verhältnisse auf mit dann deutlich geringerer biochemischer Aktivität. Auch beim Austrocknen der Böden geht die biochemische Aktivität der Böden deutlich zurück.

2.2 Höhenverluste im Freiland

Aus Messungen der Höhenverluste nach Abzug der durch die Entwässerung bedingten Moorsackungen kann man auf die Höhe und Schnelligkeit des biochemischen Torfabbaus schließen. Von Eggelsmann (1990) wurden dazu umfangreiche Literaturauswertungen erstellt, die den Einfluß der Grundwasserhöhe auf den biochemischen Torfabbau in Niedermoorböden zeigen (Abb. 2).

In humiden Klimabereichen muß man demnach bei Niedermoorböden unter Ackernutzung mit einem jährlichen Höhenverlust von 20–30 mm rechnen, bei Grünlandnutzung bis 1 cm/Jahr. In Hochmooren beträgt der oxidative Torfabbau dagegen nur 5–15 mm (Eggelsmann, 1990).

Endprodukt der aeroben Mineralisierung ist Kohlendioxid, das entscheidend zum Treibhauseffekt beiträgt.

2.3 Methangasemission

Unter anaeroben Bedingungen wird in Niedermoor-, aber auch in Hochmoorböden durch Mikroorganismen Methangas gebildet, das im aeroben Teil des Moorbodens oxidiert werden kann. Die Methangasbildung in Moorböden ist schon lange bekannt und als Irrlichter beschrieben. In entwässerten Mooren kann Methan auf Grund seiner guten Wasserlöslichkeit nur schwer an die Oberfläche gelangen. Je tiefer die Entwässerung eines Moores ist, desto geringer ist daher der Aus-

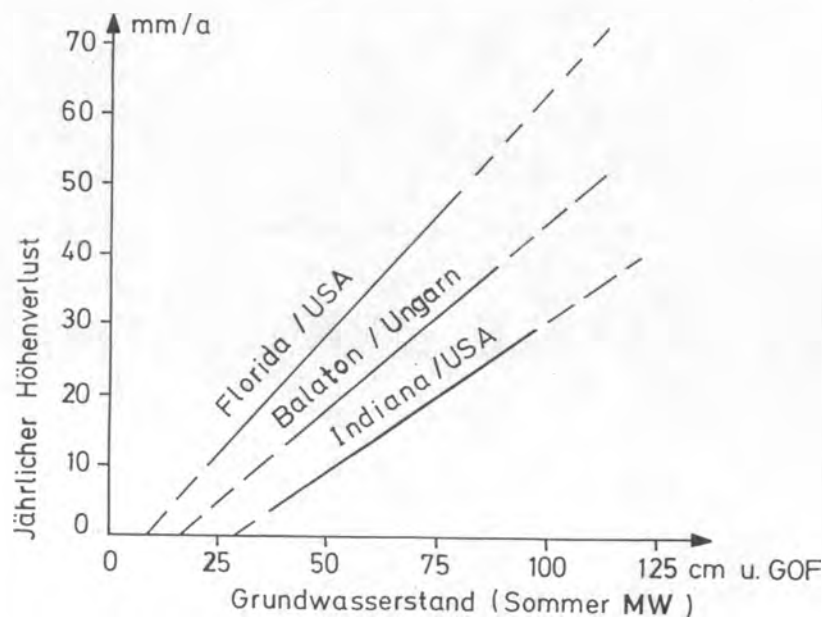


Abb. 2: Jährlicher Höhenverlust von Niedermoorböden in Abhängigkeit des Grundwasserstandes (Eggelsmann, 1990)

Tab. 2:

N_t -Gehalte und jährliche N-Mineralisierung in Niedermoorböden in 0 bis 10 cm

	pH-Wert (CaCl_2)	N_t	N-Mineralisierung* (kg N/ha)
Verlandungsmoore			
Hüde	4,8	7 240	724
Dümmer-Lohausen	5,1	9 266	927
Ochsenmoor	5,1	10 073	1007
Mattierzoll	7,4	8 905	890
Jerxheim	7,0	8 563	853
Versumpfungsmoore			
Ankelohe	4,2	10 461	1046
Mittelbauer	4,9	8 595	859
Ringstedt	4,3	7 682	768
Stade	5,3	8 357	836
Süstedt	3,8	9 587	959

* N-Mineralisierung: 1 cm/Jahr

trag an Methan. Methan trägt zu ca. 20 % zum Treibhauseffekt bei. Es sorbiert vor allem IR-Licht.

Tab. 1: Methan-Emission in den Niederlanden (Franken et al., 1992)

	Methan (kg/ha · a)
Seen	150– 450
Flüsse	30– 80
Bäche	270– 830
Marschböden	550–1670
Niedermoorböden	150– 450

Methan wird nicht nur im Moorboden gebildet; weitere Quellen sind Flüsse, Seen und Marschböden. Die Methangasproduktion ist also eine typische Bildung von Feuchtstandorten. Tab. 1 zeigt minimale und maximale Werte der Methangasemission aus niederländischen Untersuchungen (Franken et al., 1992).

Wie schon erwähnt, ist die Gefahr des Entweichens von Methan aus dem Boden am höchsten, wenn der Grundwasserstand hoch ist, da dann der aerobe Bereich zur Oxidation von Methan im Boden zu klein ist. Die Bildung von Methan in wiedervernässten Böden, besonders Moor-

böden, wird durch die Eutrophierung dieser Böden gefördert. D. h., nach langjähriger intensiver landwirtschaftlicher Nutzung geben Böden nach Wiedervernäsung mehr Methan in die Umwelt ab als extensiv oder überhaupt nicht landbaulich genutzte Böden. Bei Anaerobie kann auch Distickstoffoxid entweichen, wie noch später auszuführen ist. Auch dieses Gas trägt nicht unerheblich zum Treibhauseffekt bei.

3. N-Umsatz von Niedermoorböden

Auf Grund ihres hohen Stickstoffgehaltes, bedingt durch ihre Entstehung, unterscheiden sich Niedermoorböden von Mineralböden und Hochmoorböden. Bei Gesamtgehalten von 700–11 000 kg N/ha in 0–10 cm und jährlichen Abbauraten der organischen Substanz von 1 cm bei Grünlandnutzung können demnach maximal 700–1100 kg N/ha mineralisiert werden (Tab. 2). Dieser Stickstoff wird teils von den Pflanzen aufgenommen, teils wieder in organische Bodensubstanz inkorporiert, aber auch als Nitrat ausgewaschen und nach Denitrifikation als N_2 und N_2O in die Atmosphäre abgegeben.

Die in den Niedermoorböden ablaufenden Stickstoffumsetzungen sind: N-Mineralisierung (Mineralisation), N-Immobilisation (Humifizierung), Nitrifikation und Denitrifikation. Alle Prozesse laufen nebeneinander ab. So sind die N-Mineralisierung und die N-Immobilisation schwer voneinander trennbar. Nur die Denitrifikation findet unter anaeroben Bedingungen statt, bei denen die drei anderen Prozesse stark gehemmt sind.

3.1 N-Mineralisierung und Nitratbildung

Die Mineralisierung des organisch gebundenen Stickstoffs in Niedermoorböden wird wie in Mineralböden ausschließlich von Mikroorganismen durchgeführt und ist stark vom pH-Wert, dem Wassergehalt und der Bodenfeuchte des Bodens abhängig.

In einem kalkhaltigen Niedermoorboden können bis 600 kg N/ha in 0–90 cm Bodentiefe als Nitrat vorliegen, dagegen in gleicher Tiefe in einem sauren Niedermoorboden nur 10–20 kg N/ha. Ähnlich verhalten sich auch die Ammoniumgehalte: hoch im kalkhaltigen Niedermoorboden (bis

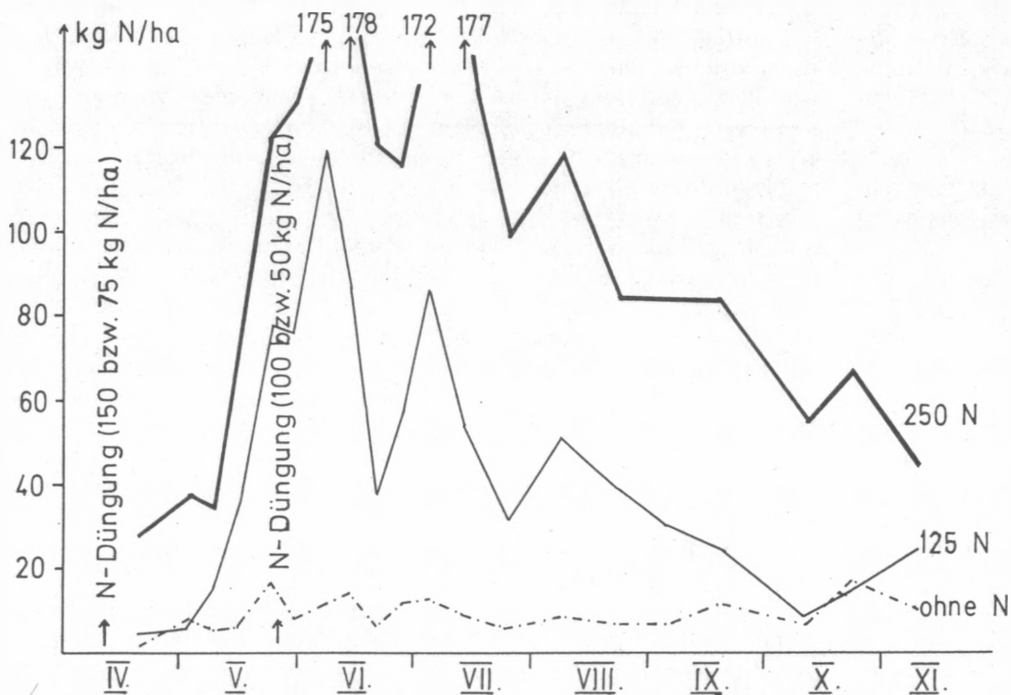


Abb. 3: Nitratgehalt im Verlauf der Vegetationsperiode in einem sauren Niedermoorboden (Mittelbauer; Versumpfungsmoor)

300 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ in 0–90 cm) und niedrig im sauren Niedermoorboden. Man kann sich leicht vorstellen, daß solche hohen Stickstoffmengen von den Kulturpflanzen nicht vollständig genutzt werden und daher als Nitrat vor allem im Winterhalbjahr der Auswaschung unterliegen.

Im sauren Niedermoorboden sind die N-Mineralisierung und die Nitratbildung gehemmt; bei einem Verzicht auf Stickstoffdüngung wurden im Verlauf einer Vegetationsperiode gleichbleibend nur 10–20 kg $\text{NH}_4\text{-N/ha}$ und ca. 10 kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$ in 0–40 cm Tiefe gemessen. Erst wenn solche Niedermoorböden mit Mineraldünger gedüngt werden, treten höhere Nitrat-N-Gehalte auf, höhere, als durch die Stickstoffdüngung zu erwarten wären, wie aus Abb. 3 abzulesen ist. Demnach fördert die Stickstoffdüngung die biochemischen Umsetzungen in dem Niedermoorboden und damit auch die Nitratbildung. Die Wirkung ist besonders im Frühjahr sehr hoch, weil zu diesem Zeitpunkt die Niedermoorböden infolge ihres hohen Wassergehaltes noch sehr kalt sind und geringe biochemische Aktivitäten aufweisen. Dieses auch in Mineralböden beobachtete und als Priming-Effekt bezeichnete Phänomen der Förderung der N-Mineralisierung durch Stickstoffdüngung ist besonders typisch für saure Niedermoorböden.

3.2 Abhängigkeit der Mineralisierung und Nitratbildung von Höhe des Grundwasserstandes

Die aeroben Prozesse der Mineralisierung und Nitratbildung in Niedermoorböden werden durch die Höhe des Grundwasserstandes beeinflusst. Je niedriger das Grundwasser steht, um so höher sind die Nitratgehalte im Boden (Scheffer u. Toth, 1979). Neuere Arbeiten von Behrendt, Mundel und Hölzel (1993) zeigen ebenfalls, daß in kalkhaltigen Niedermoorböden mit zunehmender Tiefe des Grundwasserstandes der Nitrataustrag zunimmt (Abb. 4). Hohe Grundwasserstände bewirken durch Denitrifikation einen Abbau an Nitrat bzw. verhindern die Bildung von Nitrat.

Tab. 3:

Nitrat-N-Gehalte im Sickerwasser, Donauried, n. Rück (1991)

Grundwasserstand (cm u. GOF)	Nitrat-N (mg/l)	Nitrat-N-Austrag (kg N/ha · a)
44– 77	0,1–1,1	0
138–173	0,5–7,0	2,8
209–269	26–84	140,8

Hohe Grundwasserstände lassen die Umsetzungen verlangsamen, ohne daß dadurch das Wachstum der Pflanzen eingeschränkt wird. Nitrat wird dann unter anaeroben Bedingungen denitrifiziert. So konnte z. B. Rück (1991) nachweisen, daß in kalkhaltigen Niedermoorböden (Donauried) bei hohen Grundwasserständen kaum oder kein Nitrat im Boden vorhanden ist, mit abnehmendem Grundwasserstand höhere Nitratgehalte im Boden auftreten und auch hohe Nitratausträge ins Grundwasser festzustellen sind (Tab. 3).

3.3 Nitrataustrag in Niedermoorböden

Der Nitrataustrag aus Niedermoorböden wird von der Nutzung und Entwässerungsintensität geprägt. Während in sauren Niedermoorböden infolge der gehemmten Nitratbildung nur mit geringen Nitratausträgen zu rechnen ist, kann er in kalkhaltigen Niedermoorböden bedeutend sein. Im kalkhaltigen Niedermoorboden des Großen Bruchs bei Jerxheim haben wir Nitrat-N-Austräge zwischen 40–80 kg N/ha und Jahr gemessen. Die Nitrat-N-Austräge lagen im Raum Dümmer bei Ackernutzung in einer Größenordnung bis 50 kg N/ha und Jahr und bei Grünlandnutzung deutlich unter 10 kg N/ha und Jahr. Auch hier zeigt sich, daß – ähnlich wie bei Mineralböden – durch Grünlandnutzung der Nitrataustrag gesenkt werden kann.

3.4 Denitrifikation in Niedermoorböden

Bei der Denitrifikation wird unter anaeroben Bedingungen Nitrat letztlich in elementaren Stickstoff reduziert. Als Zwischenstufen treten auch Nitrit und Distickstoffoxid

(N_2O) auf (Scheffer, 1990). Dieser Prozeß läuft im Boden oberhalb 5 °C ab mit Temperaturoptimum bei 20–25 °C, also vorwiegend im Sommer. Bedingung ist Anaerobie (Sauerstoffgehalt < 16 %). Unter Bewuchs ist infolge der CO_2 -Ausscheidungen der Pflanzenwurzeln die Denitrifikation höher als unter Schwarzbrache. Die Denitrifikation scheint in Niedermoorböden eine größere Rolle zu spielen als in Mineralböden. Laut Literaturangaben (Richter, 1987) werden jährlich Denitrifikationsverluste bis 200 kg N/ha · a beschrieben.

In Modellversuchen mit verschiedenen Niedermoorböden wurde die potentielle Denitrifikation, d. h. die maximal mögliche Denitrifikation, ermittelt. Dazu wurden in Brutversuchen unter anaeroben Bedingungen die Mengen an N_2 und N_2O ermittelt. Abb. 5 zeigt beispielhaft die potentielle Denitrifikation, gemessen als Summe der N_2 - und N_2O -Freisetzung eines Verlandungs- und eines Versumpfungsmoores. Mit zunehmender Profiltiefe nimmt die potentielle Denitrifikation ab. Dieser Rückgang ist besonders ausgeprägt am Übergang vom vererdeten Oberboden zum schwächer zersetzten Torf im Unterboden des Versumpfungsmoores. Nicht so deutlich ist dieser Übergang im Profil des noch stärker vererdeten Verlandungsmoores erkennbar. Der pH-Wert der Niedermoores hat keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Denitrifikation. Entscheidend ist das Vorhandensein leicht abbaubarer organischer Substanz, wie Richter (1987) in zahlreichen Modellversuchen nachweisen konnte. Entwässerung und Belüftung der Niedermoores fördern die biochemischen Umsetzungen und damit auch die Denitrifikation im Oberboden.

Die Denitrifikation in Niedermoorböden wird weiter durch die Zufuhr leicht abbaubarer organischer Substanz aus Wirtschaftsdüngern (Stallmist, Jauche, Gülle) und Komposten gefördert, wie Richter (1987) in Modellversuchen nachweisen konnte.

Endprodukte der Denitrifikation sind N_2 , aber auch N_2O . In sauren Niedermoorböden wird unter anaeroben Bedingungen vorwiegend N_2O gebildet. Freilandmessungen aus den relativ trockenen und warmen Jahren 1991 und 1992 auf einem sauren Niedermoorboden (Grünland, Mittelbauer) ergaben, daß 16–20 kg $N_2O/ha \cdot a$ an die

Atmosphäre abgegeben werden in den Varianten ohne Stickstoff-

Tab. 4: Distickstoffoxid-Emission in den Niederlanden (Franken et al., 1992), ergänzt

	N_2O (kg N/ha · a)
Niederlande:	
Seen	0,5–14
Flüsse	
Feuchtgebiete	3–13
Bremen:	
saurer Niedermoorboden, Grünland	16–20

düngung, eine Stickstoffdüngung bis 125 kg N/ha erhöhte die N_2O -Abgabe nicht (Kuntze et al., 1993). In der Tab. 4 sind neuere Daten aus den Niederlanden von Franken et al. (1992) zur Emission von Distickstoffoxid dargestellt, welche unsere Messungen bestätigen. N_2O gehört zu den Treibhausgasen, es trägt aber auch zum Abbau der Ozonschicht bei.

Im Boden selbst können noch wesentlich höhere Konzentrationen an Distickstoffoxid auftreten. N_2O ist relativ gut wasserlöslich und gelangt daher aus tieferen Bodenschichten kaum an die Oberfläche.

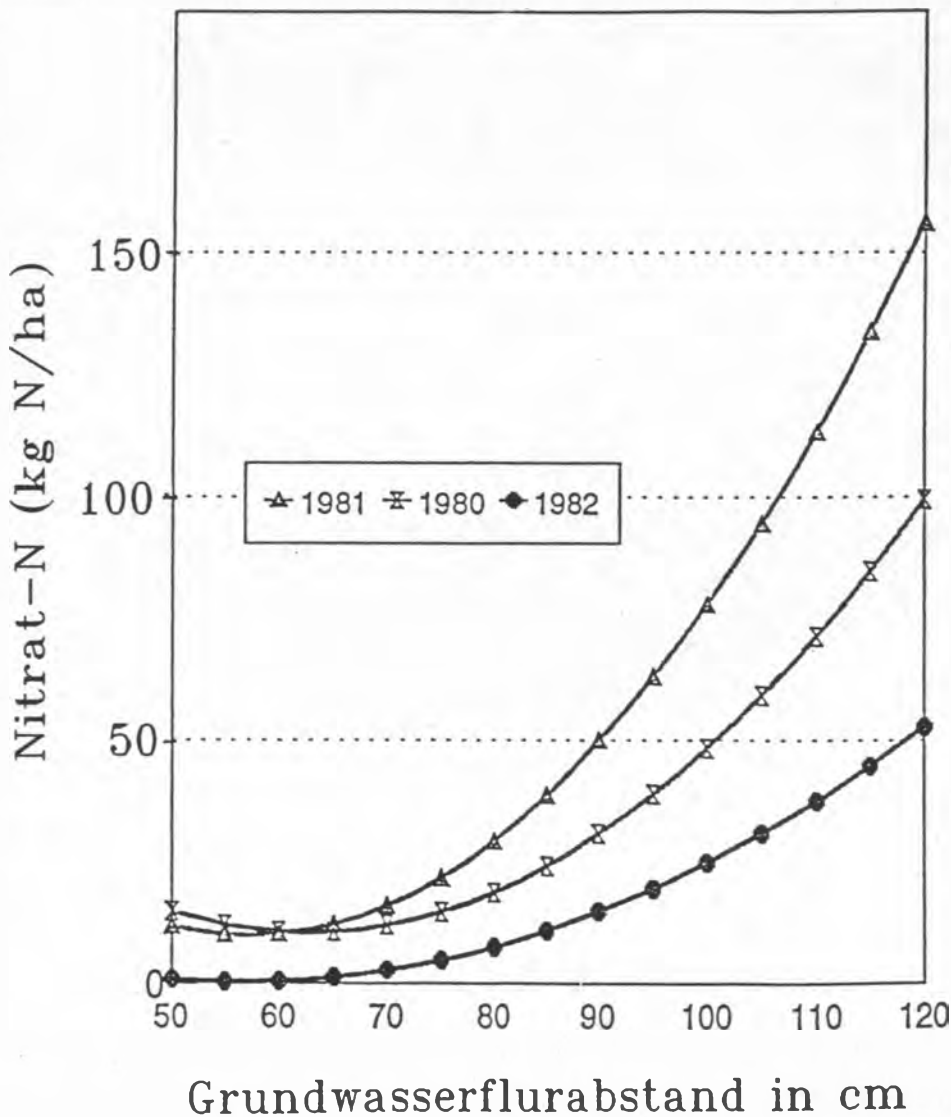


Abb. 4: Nitrat-N-Austrag aus Niedermoorböden in Abhängigkeit des Grundwasserflurabstandes nach Behrendt et al. (1993)

4. Zur Phosphatdynamik

Im Gegensatz zu den sauren Hochmoorböden werden Phosphate in den aschereicheren Niedermoorböden mit unterschiedlich hohem Gehalt an Eisen und Calcium ähnlich fest gebunden und damit ebenso wenig ausgewaschen wie in Mineralböden. So ergaben Modellversuche, daß der Phosphataustrag im Mittel bei 0,2 kg P/ha · a liegt, wenn die Phosphatdüngung nicht höher als der Pflanzenbedarf an Phosphat ist (Scheffer et al., 1983).

Landwirtschaftlich genutzte Niedermoorböden enthalten in den oberen 10 cm ca. 400–600 kg P/ha, bei einem Abbau der organischen Substanz von 1 cm/a werden demnach 40–60 kg P/ha mineralisiert, eine Menge, die bereits den Bedarf der Pflanzen deckt. Mit der Düngung werden weitere Phosphatmengen in den Niedermoorböden angereichert, so daß die Krume

allmählich immer phosphatreicher wird. Daher muß man bei überhöhter Phosphatdüngung (z. B. Gülle) zukünftig aus sauren Niedermoorböden, wenn alle Phosphatbindungsplätze belegt sind, mit höheren Phosphatausträgen rechnen. Untersuchungen an Standorten im Raum Dümmer haben ergeben, daß unter Ackernutzung und hohen Güllegaben im Mittel von sieben Jahren 0,64 mg P/l und unter Grünlandnutzung 0,44 mg P/l im Dränwasser gemessen wurden, das sind gegenüber Mineralböden um den Faktor 2 erhöhte Phosphatkonzentrationen (Scheffer et al., 1991). Daher sollten Niedermoorböden nur bis zur Höhe des Phosphatbedarfs der Pflanzen gedüngt werden, um langfristig Phosphatakkumulationen so gering wie möglich zu halten.

5. Zusammenfassung

Die biochemischen Umsetzungen der Niedermoorböden, also ihr Stoffhaushalt, werden vor allem durch das Wasser geprägt. Je tiefer diese Böden entwässert werden, um so höher sind die Prozesse der Mineralisierung und Nitratbildung. Hohe Grundwasserstände dagegen bedingen die Bildung von Methan und Distickstoffoxid und deren Abgabe an die Atmosphäre. Niedermoorböden können daher je nach Grad der Entwässerung und Intensität und Art der Nutzung Senke und Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff sein (Kuntze, 1993).

Phosphate werden in den Niedermoorböden erst dann zum Problem, wenn diese Böden überdüngt werden, wobei die Düngung mit organischen Düngern (Wirtschaftsdüngern, Komposten und auch Stroh) die Prozesse der Mineralisierung und damit letztlich Zerstörung der Torfe eher fördern als hemmen.

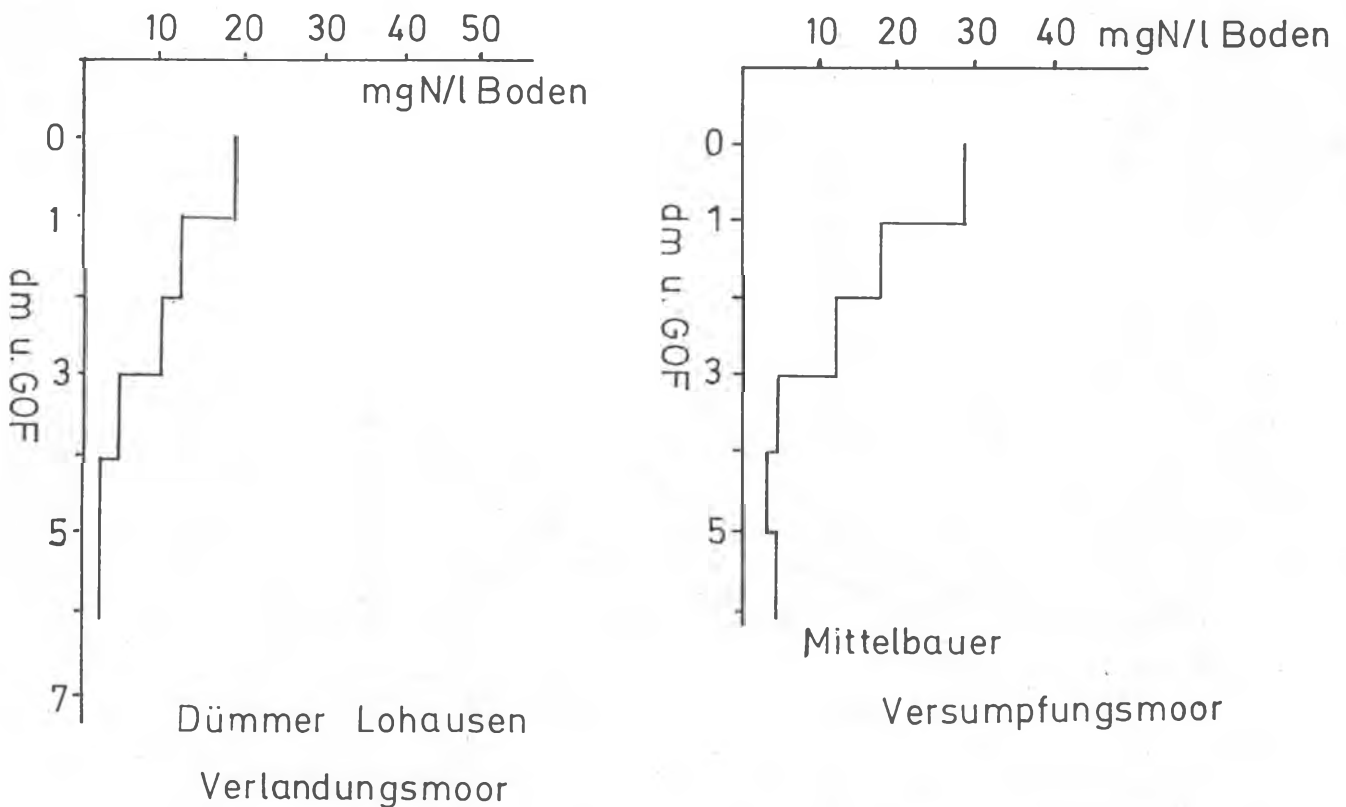


Abb. 5: Potentielle Denitrifikation in Profilen eines Verlandungsmoores und eines Versumpfungsmoores (Richter, 1987)

6. Literatur

- Eggelsmann, R., 1990:* Moor und Wasser. – In Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. S. 288–320.
- Franken, R. O. G., van Vierssen, W., Lubberding, H. J., 1992:* Emissions of some greenhouse gases from aquatic and semi-aquatic ecosystems in the Netherlands and options to control them. – The science of total environment, 126, 277–293.
- Kuntze, H., 1993:* Niedermoore als Senke und Quelle für Kohlenstoff und Stickstoff. – Wasser und Boden, 45, 699–702.
- Kuntze, H., Scheffer, B., Tschirsich, Ch., 1993:* N-Umsatz in Niedermoorböden – Feld- und Lysimeterversuche zur Quantifizierung der Denitrifikation. – DFG-Abschlußbericht.
- Kuntze, H., Scheffer, B., Vullriede, J., 1980:* Bodenerhaltung durch Strohdüngung auf Moorkulturen. Teil 1: Einfluß auf den Ertrag und C-Umsatz. – Landw. Forschung, Sonderheft, 37, 581–589.
- Richter, G., 1987:* Die Bedeutung der Denitrifikation im Stickstoffumsatz von Niedermoorböden. – Dissertation Universität Göttingen.
- Rück, F., 1991:* N-Haushalt und Nitratauswaschung in kalkreichen Niedermooren unter Acker und Ödland. – Führer zur bodenkundlich-pflanzenbaulichen Exkursion anläßlich der VDLUFA-Tagung in Ulm (Hrsg. VDLUFA), 51–55.
- Scheffer, B., Blankenburg, J., 1983:* Phosphoraustrag aus Niedermoorböden – Ergebnisse eines Lysimeterversuches ohne Pflanzenbewuchs. – Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 146, 275–284.
- Scheffer, B., Foerster, P., 1991:* Zum Phosphoraustrag aus einem vererdeten Niedermoorboden bei Gülleanwendung. – VDLUFA-Schriftenreihe, 33, Kongreßband, 158–163.
- Scheffer, B., 1991:* Beispiele zur Reduzierung des Nitrataustrages aus bodenkundlicher Sicht. – Geol. Jb., A 126, 117–127.
- Scheffer, B., Toth, A., 1979:* Der Einfluß der Grundwasserhöhe auf die Stickstoffumsetzungen in Niedermoorböden. – Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 29, 635–640.

Anschrift des Verfassers:

Dir. u. Prof. Dr. Bernhard Scheffer
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches Institut
Friedrich-Mißler-Straße 46–50
28211 Bremen

Niedermoortypische Vegetation

Von Jürgen Schwaar

Niedermoore sind weltweit verbreitet. Ein unterschiedliches Angebot an Pflanzennährstoffen hat verschiedene Typen hervorgebracht.

Topogene Moore, Niedermoore, Grundwassermoore

1. Nährstoffarmes, kalkarmes Niedermoor
Bodensaure Kleinseggensümpfe (*Caricetalia nigrae*)
Birkenbruchwald (*Betuletum pubescentis*)
2. Nährstoffarmes, kalkreiches Niedermoor
Kalkholde Kleinseggensümpfe (*Caricetalia davalliana*)
Erlenbruch (*Carici elongatae-Alnetum*), kalkholder Birkenbruch?
3. Nährstoffreiches, kalkarmes Niedermoor
Röhrichte und Großseggenrieder (*Phragmitea australis*)
Erlenbruch (*Carici elongatae-Alnetum*)
4. Nährstoffreiches, kalkreiches Niedermoor
Röhrichte und Großseggenrieder (*Phragmitea australis*)
Erlenbruch (*Carici elongatae-Alnetum*)

Wir beschränken uns auf die Niedermoorvegetation von Holarktis und Subantarktis. Tropen und Subtropen bleiben unberücksichtigt.

Nährstoffarme, kalkarme Niedermoore werden von Pflanzengesellschaften der *Caricetalia nigrae* (bodensaure Kleinseggenrieder) eingenommen, wenn ganzjährig hochanstehendes Grundwasser vorhanden ist. Sie können aber auch als menschlich bedingte Ersatzgesellschaften (extensive landwirtschaftliche Nutzung!) andere Feuchtstandorte besiedeln.

Der vegetationskundliche Aspekt wird durch die (sogenannten) Kleinseggenarten (*Carex nigra*, *C. canescens*, *C. panicea* u. a. geprägt. In der Subarktis kommen noch *C.*

tenuiflora, *C. heleonstes*, *C. macloviana* hinzu. Weitere typische Vertreter sind *Menyanthes trifoliata*, *Agrostis canina* und zahlreiche Moose (*Sphagnum teres*, *Sph. subsecundum*, *Calliergon stramineum*, *Calliergonella cuspidata*). Bei stärker schwankenden Grundwasserständen (winterliche Überflutung, sommerliche Trockenheit) verarmen diese bodensauren Kleinseggenrieder; es dringen *Carex rostrata* und anspruchslose Arten der Feuchtwiesen (Molinietalia) ein. Intensive landwirtschaftliche Nutzung (Eutrophierung, Vielschnitt-Nutzung) bereitet dieser Pflanzengesellschaft ein rasches Ende. Auch der Randsumpf (Lagg) wachsender Hochmoore wird oft von diesen bodensauren Kleinseggenrasen eingenommen. Hier stehen sie in Kontakt mit den Schlenkengesellschaften (*Scheuchzerietalia palustris*) bzw. durchdringen sie in starkem Maß.

Die nährstoffarmen, kalkreichen Niedermoore mit ihrer Vegetation sind floristische Kostbarkeiten. In Nordwestdeutschland kommen sie sehr selten vor und dann auch nur in verarmten Ausbildungsformen (Poggenpohlsmoor/Krs. Oldenburg). Ihr eigentliches Verbreitungsgebiet stellen Gebiete mit kalkreichem Untergrund und kalkreichem Grundwasser dar (Jungmoränenlandschaften Nordostdeutschlands und Alpenvorland). Neben typischen kalkholden Cyperaceen (*Carex davalliana*, *C. hostiana*, *Ca. lepidocarpa*, *Eriophorum latifolium*, *Schoenus nigricans*) werden diese kurzhalbmigen, oft lückigen Rasen von einer Fülle buntblumiger, krautiger Arten geprägt. Um nur einige zu nennen: *Primula farinosa*, *Pinguicula vulgaris*, *Cirsium tuberosum*, *Parnassia palustris*, *Tofieldia calyculata*; auch Orchideen fehlen nicht. Die Bodenschicht bildet ein meist dichtschießender Moosteppich mit zahlreichen (stark bedrohten) Sippen, wie *Cratoneuron commuta-*

tum, *Catocarpium nigritum*, *Scorpidium scorpioides*, *Meesia triquetra*, *Palludella squarrosa*, *Drepanocladus revolvens* u. a. Sind in Mitteleuropa kalkreiche und kalkarme Kleinseggenwiesen durch ihre Vegetation deutlich unterschieden, so gilt dieses nicht für Subarktis und Subantarktis. Dort verwischen sich diese Unterschiede. Man findet gemeinsame Vorkommen von bei uns kalkliebenden und kalkfliehenden Arten (*Carex canescens*, *Drepanocladus revolvens*).

Nährstoffreiche, kalkarme Niedermoore besiedeln – je nach Wasserstand – Wasserschwaden – Schilfröhrichte und Großseggenrieder (*Phragmitea australis*). Häufig sind sie artenärmer als die kurzhalbmigen Kleinseggenwiesen. Der starke Konkurrenzdruck der hochwüchsigen Gräser und Cyperaceen gestattet nur wenigen krautigen Arten ein Fortkommen. Im Extremfall entwickeln sich monotone, „einartige“ Schilfröhrichte. Im Frühjahr – wenn das Schilf noch nicht ausgetrieben hat – belebt das Gelb von *Caltha palustris* den eintönigen graubraunen Aspekt. Im Frühsommer folgen *Iris pseudacorus* und *I. sibirica*. Später erscheinen *Ranunculus lingua*, *Lythrum salicaria* und *Scutellaria galericulata*. Handelt es sich um ein Verlandungsmoor mit ganzjähriger Überflutung, können auch Schwimmblattpflanzen eindringen.

Oft unterscheiden sich die kalkreichen von kalkarmen, nährstoffreichen Niedermooren in ihrer floristischen Zusammensetzung nur wenig. Beide können von Schilfröhrichten und Großseggenwiesen besiedelt werden, die in bezug auf die Bodenreaktion eine breite ökologische Amplitude haben. Auf zwei bevorzugt kalkholde Assoziationen innerhalb der *Phragmitea australis* soll aber noch hingewiesen werden: Das wärmeliebende Sumpfschneidenried (*Cladietum marisci*) und das Wunderseggenried (*Caricetum appropinquatae*) mit ihren Kennarten *Cladium mariscus* und *Carex appropinquata*.

Bei fortschreitender Sukzession und abnehmender Hydrophobie stellen sich auf allen Niedermooren

Bruchwälder ein. Dabei werden die nährstoffreichen Standorte von Erlenbruchwäldern (*Carici elongatae-Alnetum*) eingenommen. Auf den nährstoffarmen Niedermooren verläuft die Entwicklung unterschiedlich. Stellenweise kommen auch Erlenbruchwälder hoch, wenn auch in verarmten Ausbildungsformen; aber auch Birkenbruchwälder (*Be-*

tuletum pubescentis), Faulbaumgebüsche (*Frangulo-Salicetum auritae*) und Kiefernbruchwälder (*Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris*) können nachfolgen. Inwieweit sich auf den kalkreichen, nährstoffarmen Niedermooren ein kalkholder Birkenbruchwald einstellen kann, ist eine offene Frage.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Jürgen Schwaar
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches
Institut Bremen
Friedrich-Mißler-Straße 46–50,
28211 Bremen

Ansprüche des Naturschutzes an Niedermoore (Kurzfassung)

Von Jörg Pfadenhauer

Niedermoore hatten vor Beginn der planmäßigen Melioration (um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert) zwischen 4 und knapp 10% der Fläche des Jung- und Altpleistozäns inne. Je nach Herkunft des Wasserüberschusses lassen sich verschiedene entwicklungsgeschichtlich-hydrologische Moortypen unterscheiden; von diesen sind Verlandungs-, Quell- und Kesselmoore noch am ehesten im naturnahen Zustand erhalten geblieben, während Versumpfungs-, Durchströmungs- und Überflutungsniedermoore in den großen Talzügen des norddeutschen Flachlands und des Alpenvorlands kultiviert und als ± vererdete Torflagerstätten ihre

Moorfunktionen weitgehend verloren haben. Hierzu gehören die Funktion als Lebensraum für moortypische Arten und Lebensgemeinschaften ebenso wie als Retentionsraum für Wasser und Feststoffe. Statt dessen emittieren sie nicht unbeträchtliche Mengen an atmosphärischen Schadgasen (N_2O) und belasten Grund- und Oberflächengewässer mit Nitraten und ggf. auch Phosphaten.

Vor dem Hintergrund einer überschußminimierenden Agrarpolitik der Zukunft verliert auch die land- und forstwirtschaftliche Nutzung der Niedermoore an Bedeutung; dieser Prozeß wird verstärkt durch die schwierige Nutzbarkeit der

Niedermoorböden vor allem in subkontinentalen Klimaten mit geringen Niederschlägen und tiefen mittleren Grundwasserständen. Vor allem für die ostdeutschen Niedermoore, aber auch für diejenigen der süddeutschen, alpenfernen Flußtäler (Rhein, Donau) werden derzeit Konzepte angedacht, wie man die von den Mooren ausgehenden stofflichen Belastungen reduzieren (durch Extensivierung der Landnutzung) oder gänzlich verhindern (durch Herausnahme der Landnutzung) und gleichzeitig die Lebensbedingungen moortypischer Arten verbessern kann.

Hierbei steht die Strategie eines integrierten Naturschutzes (wie ihn die Naturschutzgesetzgebung ohne die sogenannte Landwirtschaftsklausel vorschreibt) im Vordergrund (Tab. 1).

Die inhaltliche Integration des Naturschutzes, die sich bewußt den zu erwartenden Zielkonflikten (z. B. zwischen Bodenschutz und Artenschutz) stellt, findet auf der Gesamtfläche statt (räumliche Integration) und nicht nur auf Restparzellen, die sonst keiner haben will, und wird, sofern möglich, durch das Landnutzungssystem selbst verwirklicht (sozioökonomische Integration); erforderlich sind hierfür neben den bereits existierenden Kurzfrist- (wie beispielsweise die Programme der Naturschutz- und Landwirtschaftsverwaltung) vor allem Langfriststrategien (zeitliche Integration). Eine solche Konzeption wird am Beispiel des Donaumooses bei Ingolstadt kurz erläutert (Abb. 1); die für ihre Umsetzung nötigen Maßnahmen ergeben sich oft aus der künftigen Funktion der einzelnen Planungsgebiete bzw. der zu installierenden Nutzungsweisen und -intensitäten (Wiedervernässung, Aufbau artenreicher Wiesen, ungestörte Entwicklung usw.; Abb. 2).

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer
Lehrstuhl für Landschaftsökologie II
der TU München
85350 Freising-Weihenstephan

Tab. 1: Integrierter Naturschutz

1. Funktionale/inhaltliche Integration	Biotischer Ressourcenschutz (Populationen, Lebensgemeinschaften von Pflanzen-, Tierarten und ihre Biotope sowie damit verbundene Funktionen und Prozesse.) Abiotischer Ressourcenschutz (Boden, Luft, Wasser sowie Ökosysteme und landschaftliche Funktionen wie Retentions-, Abbau-, Speicher-, Puffervermögen.) Ästhetischer Ressourcenschutz (Landschaftsbild: Optimierung der psychosozialen Funktion städtischer und ländlicher Räume.)
2. Räumliche Integration	(Ausdehnung des Ressourcenschutzes auf die Gesamtlandschaft in differenzierender und modifizierender Form.)
3. Zeitliche Integration	(Wandel von kurz- zu langfristig wirksamen Strategien unter Berücksichtigung natürlicher Prozesse der Selbstorganisation.)
4. Sozioökonomische Integration	(Direkte und indirekte Optimierung der Ressourcenqualität durch Aufbau „maßvoller“ Landnutzungssysteme unter Berücksichtigung des koevolutionären Prinzips von Mensch und Natur.)

1. Vorranggebiete für eine umweltverträgliche Agrarproduktion (Gebiete für intensive Acker- und Grünlandnutzung gut geeignet, aber Reduktion des Dünge- und Spritzmitteleinsatzes nach den Richtlinien der integrierten Pflanzenproduktion oder der anerkannten Verbände des ökologischen Landbaus; Erhaltung des bestehenden Grünlandanteils, Gliederung mit Strukturelementen wie Hecken, grabenbegleitende Gehölze und Staudenfluren).	auch als Retentionsräume für Überschußwasser zu gestalten (Überschwemmungen im zeitigen Frühjahr zulassen, aber Abflußregelung nötig).	des Torfkörpers, Teilflächen als Retentionsräume für Überschußwasser zu gestalten).
11 Ackerbaugelände auf mineralischen Böden, Anmoor und Niedermoor mit einer Torfmächtigkeit von weniger als 1 m.	14 Derzeit überwiegend ackerbaulich genutzte Gebiete auf Niedermoorböden mit einer Torfmächtigkeit von über 1 m, innerhalb der nächsten 30 Jahre sukzessive in Dauergrünland umzuwandeln. Teilflächen als Retentionsräume für Überschußwasser zu gestalten.	21 Magerwiesen auf Mineralböden, Anmoor und Niedermoor durch Aushagerung und Pflegeschnitt zu sichern bzw. zu entwickeln.
12 Wie 11, aber mit Bewirtschaftungsauflagen für den Schutz der Ackerwildkrautflora.	15 Grünlandgebiete mit Nutzungsauflagen zum Schutz von Wiesenbrütern. Teilflächen als Retentionsräume für Überschußwasser zu gestalten.	22 Ungestörte Entwicklung (Brache), evtl. in Kombination mit Vernässungsmaßnahmen (Feuchtwälder und -gebüsche, Seggenriede, Röhrichte, offene Wasserflächen).
13 Grünlandgebiete auf Niedermoor mit einer Torfmächtigkeit von über 1 m. Teilflächen	2. Vorranggebiete für den Naturschutz (Sicherung und Entwicklung naturbetonter Lebensräume mit sehr extensiver Nutzung, Pflege oder ungestörter Entwicklung, Schutz	23 Moor-Renaturierungszonen zum Schutz des Torfkörpers in Gebieten mit heute noch besonders hoher Torfmächtigkeit (sukzessive Herausnahme der landwirtschaftlichen Nutzung bis zu ihrer völligen Aufgabe innerhalb von 30 bis 40 Jahren; dann Wiedervernässung und ungestörte Entwicklung).

Abb. 1: Konzept Donaumoos bei Ingolstadt

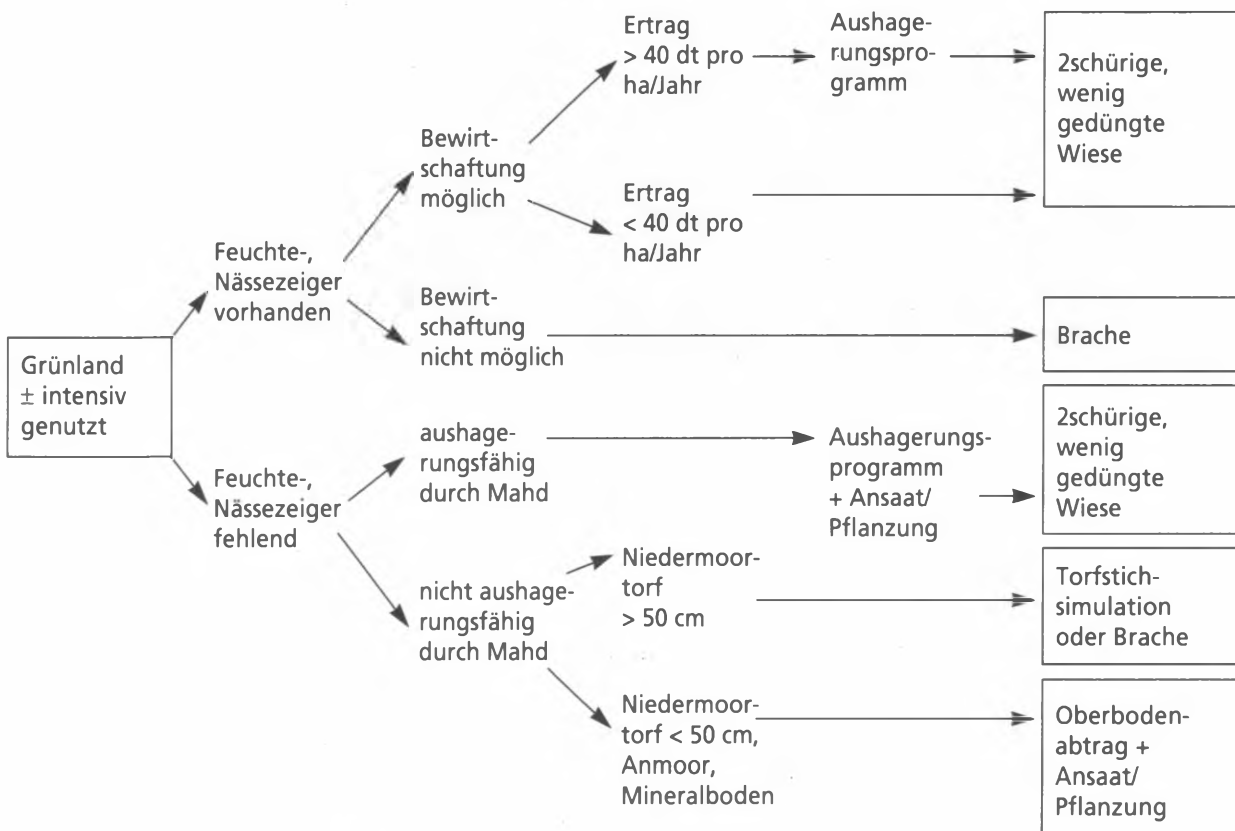


Abb. 2: Nutzungsweisen und -intensitäten

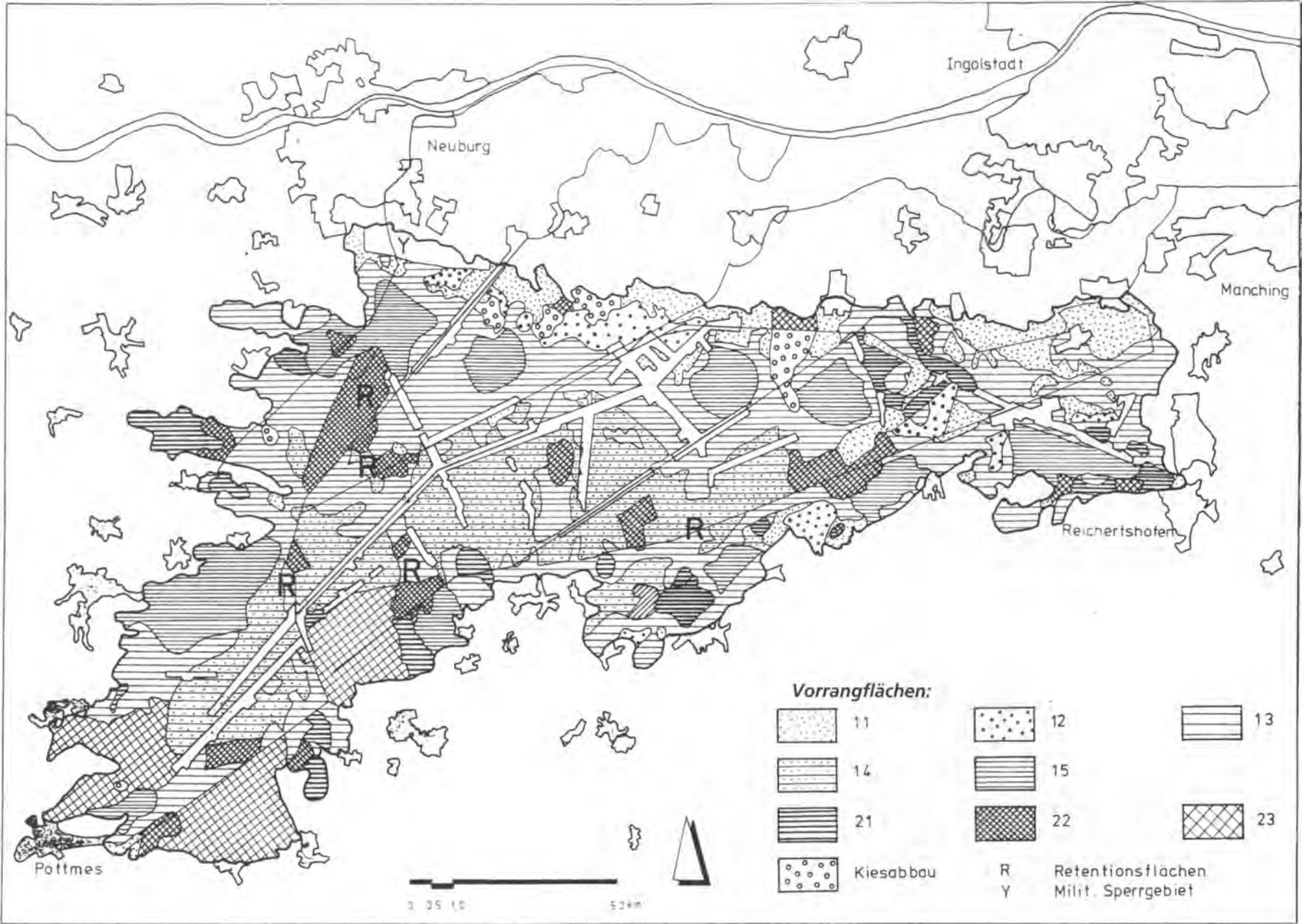


Abb. 3: Ökologisches Gutachten Donaumoos – Konzept zur künftigen Landschaftsentwicklung

Grünlandbewirtschaftung von Naturschutzflächen

Von Edgar Techow

Die Landesregierung Schleswig-Holsteins hatte Mitte der 80er Jahre im Grünlandbereich ein Extensivierungsprogramm auf den Weg gebracht, das bereits zwei Jahre nach seiner Einführung einen Förderungsumfang von acht Millionen Mark aufwies. Diese neuen Rahmenbedingungen führten zu einer starken Nachfrage über die Auswirkungen der veränderten Wirtschaftsweise aus ökonomischer und ökologischer Sicht. In zwei 1986 angelegten Versuchsanlagen auf Niederungsstandorten sollte diesen Fragen nachgegangen werden. Neben dem ertraglichen und qualitativen Einfluß der Extensivierung soll an dieser Stelle auch auf die ökonomischen Auswirkungen für den landwirtschaftlichen Bereich eingegangen werden.

Zielsetzung von Naturschutz und Landwirtschaft

Naturschutz = Schaffung bzw. Erhaltung von artenreichen und vielfältigen Niederungslandschaften.

Zur Gestaltung einer Landschaft wurde dazu eine Vielzahl von Nutzungs- bzw. Pflegeauflagen vorgegeben, wie:

- Düngeungseinschränkung-/verbot und/oder
- Nutzungsaufgaben, wie z. B.
 - beschränkte Beweidung
 - ausschließlich Mähnutzung und /oder
- biotopgestaltende Maßnahmen.

Landwirtschaft = Bereitstellung von Grundfutter für eine ökonomisch erfolgreiche Rindviehhaltung.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Beachtung des Bereiches der Verwertung des Aufwuchses im landwirtschaftlichen Betrieb. Im konventionellen Betrieb ist dabei zu unterscheiden zwischen

- Milchviehhaltung
- Färsenaufzucht
- Rindermast

Verstärkt diskutiert wird auch die Verwertung in der Mutterkuhhaltung und durch Extensivrasen.

Auswirkung der Extensivierung auf Narbenzusammensetzung, Ertrag und Qualität

Versuchsanlage und Standort

Die zur Klärung o. g. Fragen angelegten Versuche sind zweifaktoriell als Blockanlage nach gleichem Schema angelegt:

Faktor Düngung (kg/ha)

0-Düngung			
PK	40 P ₂ O ₅	20 K ₂ O	
N1/PK	60 P ₂ O ₅	80 K ₂ O	80 N: 50/30
N2/PK	80 P ₂ O ₅	40 K ₂ O	Früh 240 N: 80/60/60/40
			Mittel 200 N: 80/60/60
			Spät 140 N: 80/60

Faktor Nutzung

Früh	: optimaler Zeitpunkt (2 Schnitte, Weide)
Mittel	: 1. Schnitt am 20. Juni (1 Schnitt, Weide)
Spät	: 1. Schnitt am 10. Juli (1 Schnitt, Weide)

Bei den Standorten handelt es sich um Niedermoor mit stark mineralisiertem Oberboden. Die Dauergrünlandnarben waren deutlich über zehn Jahre alt und wiesen einen Gräseranteil auf beiden Standorten von über 90 % auf. Wegen des hier beschränkten Umfangs der Übersichtlichkeit und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden in der Abbildung nur die Ergebnisse eines Standortes dargestellt.

Narbenzusammensetzung

Mit abnehmender Düngung nimmt der Kräuteranteil zu. Diese Zunahme zeigt sich am deutlichsten bei den verzögerten Schnittterminen (Abb. 1). Die Artenzusammensetzung erfährt dabei weder durch den Einfluß der Düngung noch durch die einzelnen Schnitttermine eine deutliche Veränderung. Die dominierenden Kräuter in allen Varianten sind: *Ranunculus repens*, *Rumex acetosa*, *Taraxacum officinale*, *Cardamine pratensis* und *Cerastium holosteoides*.

Bei den Bestandteilen der Gräser ist eine deutliche Verschiebung der Arten durch die Düngung (Abb. 2), aber auch durch den Nutzungsstermin zu verzeichnen. Hochwertige Gräser haben bei optimalem Schnitt und verhaltener Düngung bzw. bei der P-K-Düngung ihre stärkste Ausbreitung. Dagegen nehmen bei hoher N-Düngung in allen drei Schnittvarianten die minderwertigen Gräser (vor allem *Elymus repens*) am meisten zu.

Ertragsleistung

Die Ertragsmenge (dt TM/ha) wird durch Änderung der Schnithäufigkeit in der Regel nur gering beeinflusst. Das bestätigen zahlreiche Versuche.

Wichtiger als die Ertragsmenge ist der Energieertrag (GJ NEL/ha). Er errechnet sich aus Energiekonzentration und Ertragsmenge und wird in Abb. 3 für den 1. Schnitt dargestellt. Trotz der weit auseinanderliegenden Erntetermine liegen die Ertragsleistungen (GJ NEL/ha) vor allem in den Düngungsvarianten dicht beieinander. Deutlich wird, daß die N-Düngung bei mittleren und späteren Ernteterminen gegenüber der P-K-Düngung keine Ertragssteigerung aufweist.

Aber nicht die Ertragsmenge und auch nicht der Energieertrag, sondern die Qualität des Aufwuchses ist für den erfolgreichen Einsatz in der Rindviehfütterung entscheidend.

Futterqualität

Stellvertretend für die Futterqualität wurden in den Abb. 4-6 die Parameter Energie-, Rohfaser- und Rohproteingehalt aufgezeigt. Die Energiegehalte wurden durch die Düngung nur sehr gering, durch den Schnitttermin jedoch erheblich beeinflusst. Während im Durchschnitt der Jahre und Düngungsstufen bei frühem Schnitt Gehalte von 6,2 MJ NEL/kg TS gemessen wurden, lagen die Werte der späteren Aufwüchse

bei 4,6 MJ NEL/kg TS. Die deutlich eingeschränkte Verwertungsmöglichkeit wird hier deutlich. Aufwüchse dieser Qualität sind nicht mehr silierbar und nur begrenzt als Heu in der herkömmlichen Rindviehfütterung einsetzbar.

Die Ergebnisse der Parameter Rohfaser und Rohprotein zeigen ähnliche Tendenzen – keine bzw. nur geringe Beeinflussung durch die Düngung, deutliche Veränderung durch den Nutzungstermin. Rohprotein- und Rohfasergehalt erreichen für die Verwertung in der Rindviehfütterung (Milchproduktion) unabhängig vom Düngungsniveau nur im frühen Schnitt optimale Werte. Die vorne beschriebene Bestandsumschichtung durch reduzierte bzw. ausgesetzte Düngung zeigt nur im 0-Düngungsbereich bescheidene Auswirkungen.

Der Gedankengang, durch Düngungsreduzierung bzw. 0-Düngung die Bestände nutzungselastischer zu

machen und dadurch späte Aufwüchse in ihrer Qualität zu verbessern, kann hier nicht bestätigt werden. Bei spätem Schnittermin sind, unabhängig vom Düngungsniveau, Ertragsverluste (= Energieertrag) und Qualitätseinbußen hinzunehmen.

Die geldliche Bewertung der Extensivierung kann somit nicht ausschließlich am Ertragsverlust festgemacht werden. Eine entscheidende Rolle für die Bewertung spielt die Veredelung.

Während im Bereich der Fütterung von Hochleistungskühen die Verwertung ohne Leistungsabfall fast nicht möglich, ist ein Einsatz im Bereich der Aufzucht in gewissem Umfang denkbar.

Auswirkungen der Extensivierung auf einen Niederungsbetrieb

Paulsen (1990) beschreibt die Auswirkung der Extensivierung am

Beispiel eines landwirtschaftlichen Betriebes und bezieht damit den Einfluß der Veredelung des Produktes „Gras“ mit ein. In Tab. 1 wurde die intensive Milchviehhaltung einer extensiven gegenübergestellt. Bei gleicher Milchmengenproduktion kommt *Paulsen* (1990) aufgrund dieser Rationsberechnung zu dem Schluß, daß die erforderliche Produktionsmenge Milch eine Bestandsaufstockung von 10 Tieren nötig macht (Grund: geringere Leistung/Kuh). Extensiviert wird nur im Bereich Winterfutterbergung (1. Schnitt 20. Juni; keine Düngungseinschränkung).

Die Berechnung anhand von Daten der Rinderspezialberatung zeigt eine Deckungsbeitragsdifferenz von 11 947,- DM zu Lasten der Extensivierung auf. Die extensivierte Fläche (= 1. Schnitt nach dem 20. Juni) weist in der Berechnung 19,6 ha auf. Der Deckungsbeitragsverlust pro ha weist damit einen Betrag von 610,- DM auf.

Tab. 1:

Spezialaufwand der Milchviehhaltung: (inkl. proportionaler Maschinenkosten)

		VRS intensiv je Kuh		extensiv je Kuh	
			60 Kühe		70 Kühe
Bestandsergebnis (0,4 x 1 900,— DM)		+ 760	45 600	* 760	53 200
Kraftfutter	dt Sommer dt Winter dt gesamt DM gesamt ²	5,1 9,1 14,2 + 476	28 560	4,4 ¹ 12,2 16,6 * 556	38 920
Grundfutter	Weide ha Weide DM	0,3 * 194	18 11 640	0,3 * 194	21 13 580
Winterfutter	ha DM	0,26 * 366	15,6 21 960	0,28 * 240	19,6 16 800
Sonstiges ³		* 680	40 800	* 680	47 600
Aufwand Summe		2 476	148 560	2 332	170 100
Ertrag		5 019	301 163	4 439	310 756
Deckungsbeitrag (DM)		2 543	152 603	2 107	140 656
DB/ha Hauptfutterfläche (DM)		4 542		3 633	
Deckungsbeitragsdifferenz (DM)		– 11 947			

¹ Geschätzt anhand des Leistungsniveaus

² 33,50 DM/dt Kraftfutter

³ Ermittelt als Differenz zu dem von den VRS-Betrieben erwirt-

schafteten Deckungsbeitrag

(Quelle: *Paulsen* [1990], geändert)

Im Bereich der Färsenaufzucht zeigt Paulsen (1990) dagegen auf, daß der Deckungsbeitrag je Färsen sich nur geringfügig ändert, wenn ausreichend Fläche vorhanden ist.

Einzelwirtschaftliche Auswirkungen von Naturschutzauflagen am Beispiel der Versuchsergebnisse

In Tab. 2 wird eine erste Entschädigungskalkulation für zu spät genutzte Aufwüchse anhand der aus den Versuchen gewonnenen Daten unternommen.

Nach Mährlein (1989) bietet sich die Durchführung von Teilbereichskalkulationen als Kalkulationsmethode, u. a. die einfache Differenzrechnung, an. Nach seinen Aussagen ist sie zum einen leicht handhabbar, zum anderen aber auch besonders transparent und nachvollziehbar.

Für die in Tab. 2 durchgeführte Kalkulation ist der gemittelte Ertragsabfall der Düngungsvarianten N₁PK über die Standorte und Jahre zugrunde gelegt (– 11 200 MJ NEL/ha). Beim Ausgleich dieser Differenz durch Ackergras wurden die zusätzlichen Spezialkosten „Ackergras“ (0,23 ha) und der entgangene Nutzen (= Nutzungskosten) für die entsprechende Fläche zugrunde gelegt. Diesem sind eingesparte Spezialkosten durch die Extensivierung gegenüberzustellen. Der Saldo 405,- DM beinhaltet die entsprechende Entschädigungssumme beim Ersatz des Ertragsausfalles durch Ackergras.

Tab. 3 gibt die gleiche Entschädigungskalkulation für spät genutzte Aufwüchse in Abhängigkeit vom Düngungsniveau wieder. Bei später Nutzung und ohne Düngung ergibt sich dabei gegenüber früherer Nutzung und intensiver Düngung ein Entschädigungsanspruch von 815,- DM. Nicht erfaßt sind hierbei die tatsächliche Verwertbarkeit der Aufwüchse im Futterbaubetrieb und

Tab. 2:
Entscheidungskalkulation bei spät genutztem Aufwuchs

Ertragsdifferenz je ha		
46 000 MJ NEL – 34 800 MJ NEL		11 200 MJ NEL
Ertragsausgleich durch Anbau von Ackergras		
11 200 MJ NEL : 50 000 MJ NEL = 0,23 ha		
0,23 ha x 1 166,- DM (Spezialkosten)		356,- DM
0,23 ha x 1 149,- DM (Nutzungskosten *)		294,- DM
2 315,- DM		= 650,- DM
Eingesparte Spezialkosten **)		245,- DM
Saldo =		405,- DM
*) Deckungsbeitrag Sommergetreide		
**) Spezialkosten – Erntekosten		
Mähen, Kehren, Schwaden		
+ Ladewagen		
– Düngung		
– Narbenpflege		

Tab. 3:

Nutzung	Düngung	Ertrag (GJ NEL)	0	früh PK	N ₁ PK	N ₂ PK
			28,7	33,8	45,0	48,3
spät	0	25,0	26,-	221,-	720,-	815,-
	PK	32,7	–,-	–,-	384,-	452,-
	N ₁ PK	34,8	–,-	–,-	336,-	431,-
	N ₂ PK	34,8	–,-	–,-	336,-	431,-

die Entwicklung des Pflanzenbestandes und damit die Trittfestigkeit und Befahrbarkeit der Standorte.

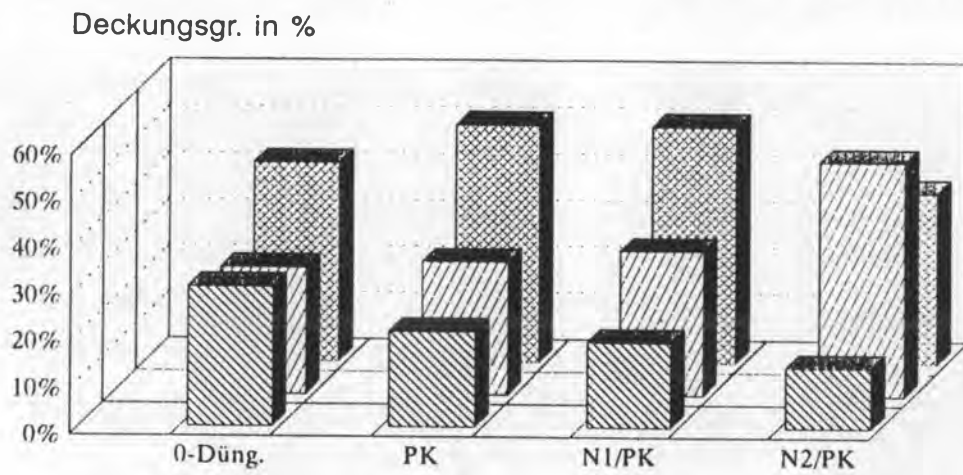
Zusammenfassend ist zu sagen, daß bei der Extensivierung von Dauergrünland bzw. der Umsetzung von Naturschutzauflagen neben einem Ertragsausfall auch mit einer qualitativen Verschlechterung der Aufwüchse zu rechnen ist. Zahlreiche Versuche quantifizieren diese Ausfälle auch. Von entscheidender Bedeutung für den ökonomischen Einfluß auf den Betriebserfolg eines landwirtschaftlichen Betriebes ist

die Möglichkeit der Verwertung extensiver Aufwüchse. In der herkömmlichen Rindviehhaltung (Milch) ist nur ein begrenzter Einsatz im Bereich der Aufzucht und trocken stehender Kühe möglich.

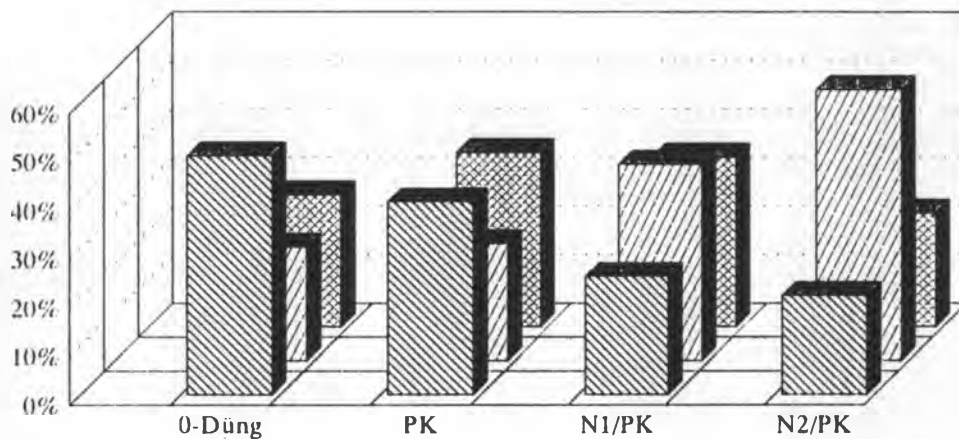
Anschrift des Verfassers:

Dr. Edgar Techow
LVA für Grünland und Futterbau
der Landwirtschaftskammer
Schleswig-Holstein
25821 Bredstedt

Nutzungstermin: Früh



Nutzungstermin: Mittel



Nutzungstermin: Spät

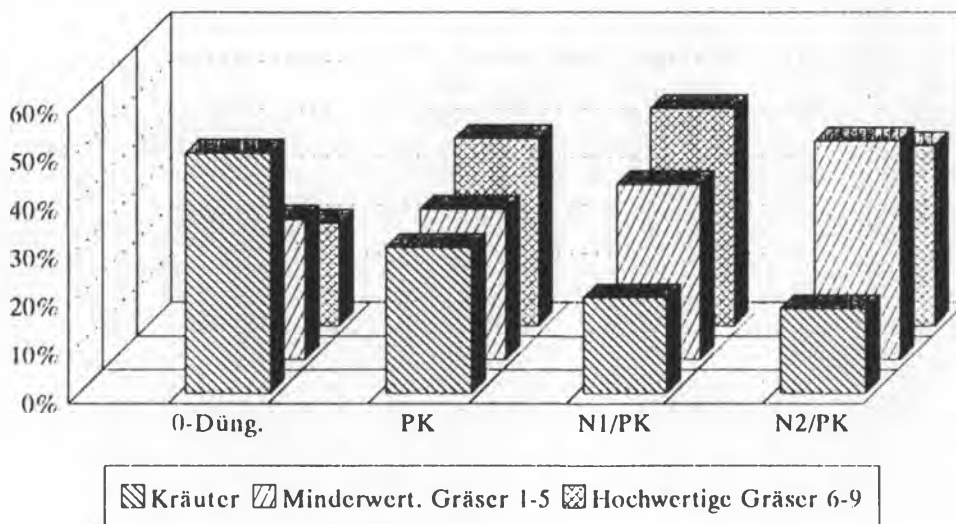
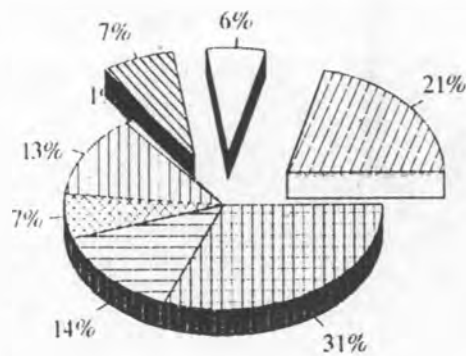
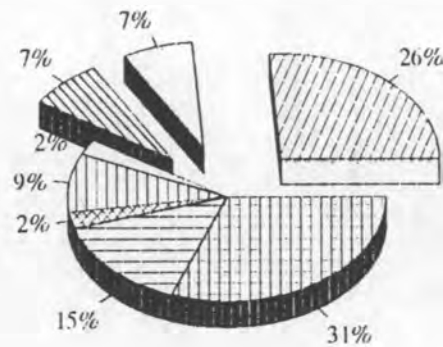


Abb. 1: Bestandsanteile Kräuter/Gräser (Deckungsgr. in %, Unterteilung Gräser nach Futterwertzahl)

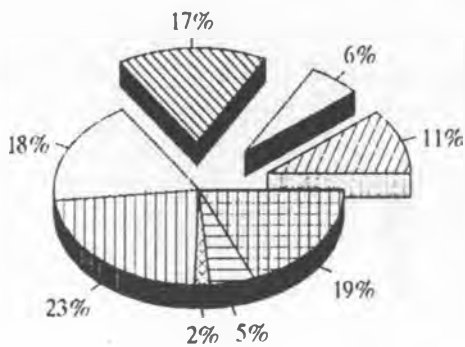
Hochwertige Gräser(*)-Minderwertige Gräser(+)



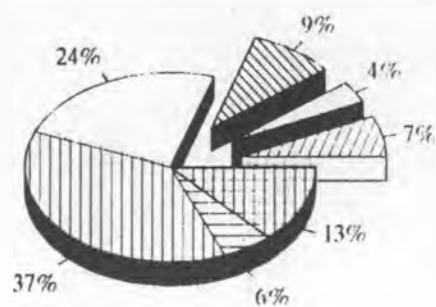
0-Düngung



PK



N1/PK



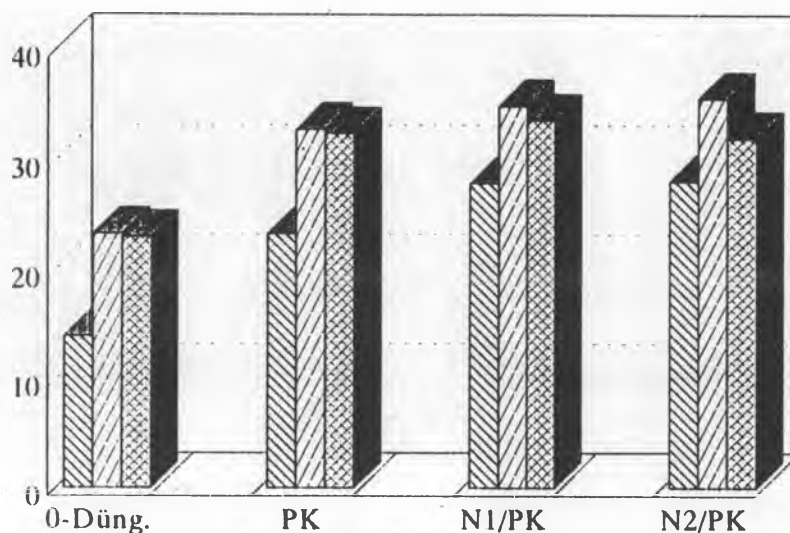
N2/PK

Lolium perenne *	Phleum pratensis *	Poa trivialis *
Elymus repens +	Bromus hordaceus +	Deschampsia cespitosa +
Holcus lanatus +	Sonstige	

Abb. 2: Verteilung der bestandsbildenden Gräser

Börmer Koog 1.Schnitt

GJ NEL/ha



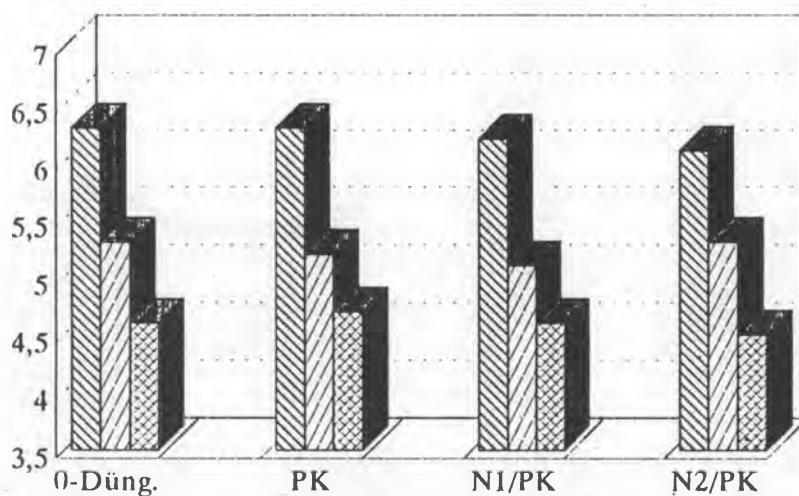
Früh 20.Mai
Mittel 20.Juni
Spät 10.Juli

Früh 20.Mai	13,9	23,3	27,9	28,1
Mittel 20.Juni	23,3	32,8	34,9	35,6
Spät 10.Juli	23	32,4	33,6	32

Abb. 3: Energieerträge GJ NEL/ha 1987 bis 1992

Börmer Koog 1.Schnitt

MJ NEL/kg TS



Früh 20.Mai
Mittel 20.Juni
Spät 10.Juli

Früh 20.Mai	6,3	6,3	6,2	6,1
Mittel 20.Juni	5,3	5,2	5,1	5,3
Spät 10.Juli	4,6	4,7	4,6	4,5

Abb. 4: Energiegehalte MJ NEL/kg TM 1987 bis 1992

Börmer Koog 1.Schnitt

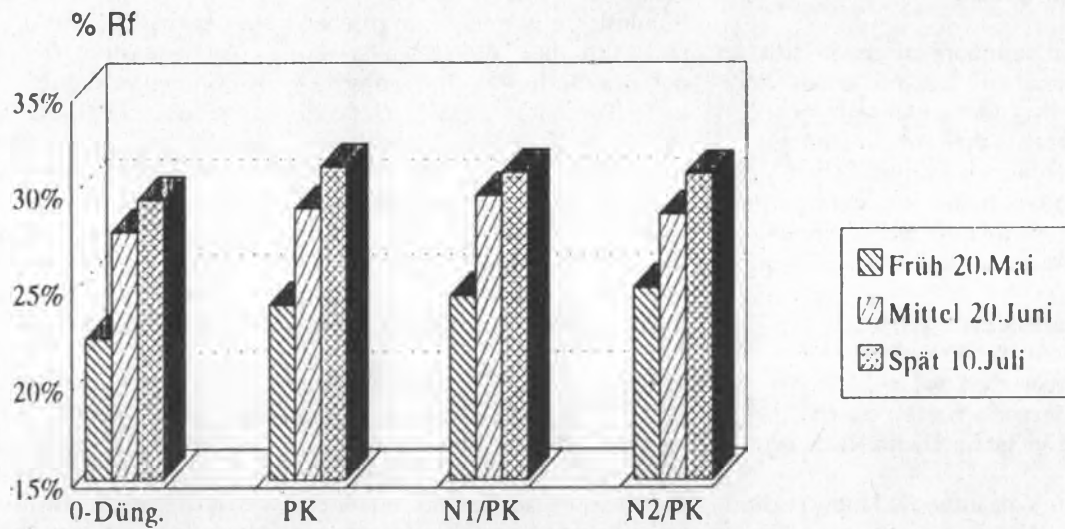


Abb. 5: Rohfasergehalte (in %) 1987 bis 1992

Börmer Koog 1.Schnitt

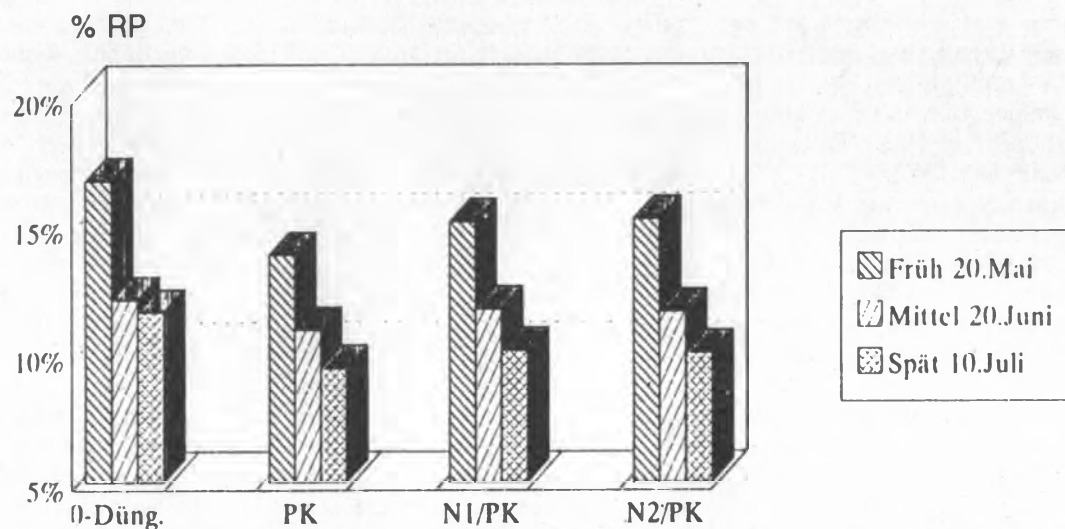


Abb. 6: Rohproteingehalte (in %) 1987 bis 1992

Wiedervernäßbarkeit von Niedermooren

Von H. H. Hennings

1. Einführung

Niedermoore zeichnen sich im naturnahen Zustand durch hohe Grundwasserstände mit geringen jahreszeitlichen Amplituden aus. Im Gegensatz zu hydromorphen Mineralböden haben sie geringe Rohdichten. Sie besitzen eine hohe nFK und gute Wasserleitfähigkeiten.

2. Veränderungen von bodenphysikalischen Kennwerten auf Niedermoorböden durch landwirtschaftliche Nutzung

Für eine intensive landwirtschaftliche Nutzung und den Einsatz von Maschinen ist eine Entwässerung der Standorte nötig. Nach Belüftung der Torfe kommt es zu Moorsackung, Torfschwund und Schrumpfung. Es setzen sekundäre Bodenbildungsprozesse ein, die je nach Ausgangssubstrat, Dauer und Intensität der Entwässerung sowie Art der Nutzung zur Vermurschung (Vererdung, Vermulmung) führen (Roeschmann et al., 1993).

Derartige Veränderungen im Gefügestand der Böden haben erhebliche Konsequenzen für den Wasserhaushalt dieser Böden.

Die Rohdichte und der Aschegehalt steigen. Durch Vermulmung des Oberbodens wird die nFK der Böden erheblich verringert.

Durch Quellen und Schrumpfen kommt es im Unterboden zur Ausbildung eines Absonderungsgefüges und einer deutlichen Veränderung der Porenverteilung. Oberhalb und unterhalb dieses Horizontes tritt eine Porendiskontinuität auf (Porensprung). Dadurch ist sowohl die Infiltration von Niederschlagswasser als auch die kapillare Nachlieferung aus dem Grundwasser in Trockenzeiten stark behindert. Nach starker Austrocknung von Torfen kommt es nur langsam zu einer Wiederbefeuchtung. Dies ist zurückzuführen auf einen hohen Benetzungswiderstand. Bei der Zerset-

zung der Torfe entstehen u. a. Huminstoffe, die in Lösung gehen und sich bei Austrocknung an der Oberfläche der Torfe abscheiden (Burghardt, 1985). Dadurch kommt es bei der Wiederbefeuchtung zu Benetzungsproblemen. Nach stärkerer Austrocknung und anschließender Befeuchtung durch Niederschlag gelangt das Wasser im Makroporenfluß lediglich zwischen die bei sekundären Bodenbildungsprozessen entstandenen Aggregate, kann jedoch nicht in diese eindringen und dort in pflanzenverfügbarer Form gespeichert werden. Diese Moorböden entwickeln sich von Grundnässe- zu Staunässestandorten. Das hat Folgen für die Flora und Fauna (ökologische Verarmung).

Aus ökologischer Sicht wird deshalb heute eine Rückführung der intensiv genutzten Niedermoore in einen möglichst naturnahen Zustand gewünscht. Hierzu werden ganzjährig hohe Grundwasserstände angestrebt.

Niedermoore sind, je nach hydrologischem Moortyp (Versumpfungsmoore > Verlandungsmoore), hydrologisch außerordentlich eng mit dem umliegenden Gebiet verzahnt. Die Wiedervernäßbarkeit von Niedermooren ist zum einen eine Frage des Gebietswasserhaushaltes, d. h. der Verfügbarkeit von Wasser aus dem Einzugsgebiet oder aus Fremdgebieten. Zum anderen aber ist die Wiedervernäßbarkeit abhängig vom Flächenwasserhaushalt, der im wesentlichen durch bodenphysikalische Größen bestimmt wird.

Durch die o. g. Bodenbildungsprozesse hat sich der Flächenwasserhaushalt gegenüber der Ausgangssituation erheblich verändert. Aber auch die Größen des Gebietswasserhaushaltes können durch Meliorationen und Grundwasserentnahmen Änderungen unterworfen sein.

Diese veränderten Ausgangsbedingungen sind bei der Planung etwaiger Wiedervernässungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

3. Möglichkeiten der Wiedervernässung von entwässerten Niedermooren

Zur Wiedervernässung der Flächen sind unterschiedliche Verfahren denkbar (s. Abb. 1).

Grabenanstau: Der Abfluß aus den Gräben wird durch Stauvorrichtungen verringert. Die Dränung der Flächen im Frühjahr für eine frühzeitige Befahrbarkeit wird unterbunden. Die Flächen haben zu Beginn der Vegetationszeit einen größeren Wasservorrat. Falls die Grabensohle die Torf- und Mudde-schicht durchschneidet, können durch eine solche Maßnahme die Grundwasserstände im liegenden Mineralboden angehoben werden.

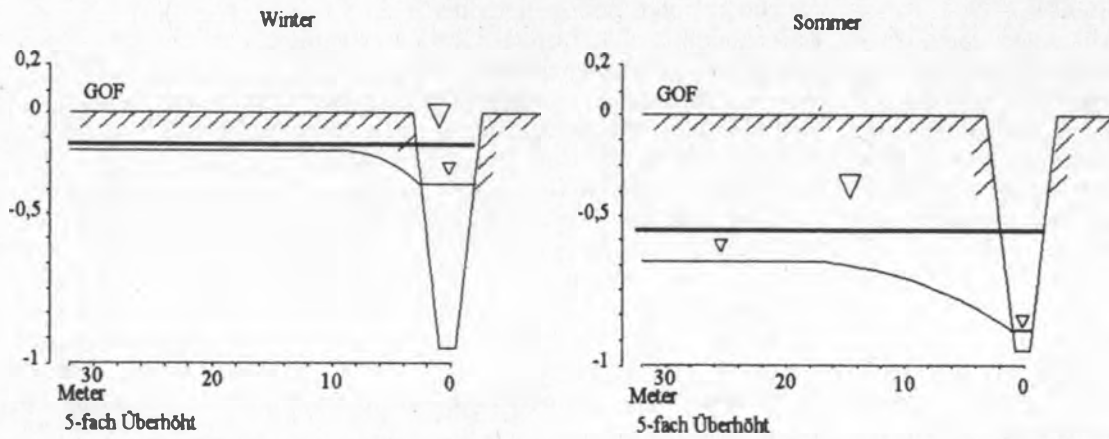
Überstau/Grabenanstau: Die Flächen werden im Winterhalbjahr durch Niederschlagswasser und Ausufern der Vorfluter überstaut. Der Abfluß im Sommer wird durch Grabenanstau eingeschränkt.

Grabeneinstau: Fremdwasser aus dem Einzugsgebiet wird in die Gräben eingeleitet. Das Grabensystem dient nicht mehr der Entwässerung, sondern der Bewässerung des Niedermoors. Der Grabenwasserstand wird angehoben. Durch hydraulische Druckdifferenz fließt das Wasser in die Flächen. Bei ausreichendem Wasserangebot können im Graben gezielt Wasserstände eingestellt werden. Voraussetzung hierfür ist ein natürliches Gefälle. Ansonsten müßte gepumpt werden, was hohe laufende Kosten zur Folge hätte. Wie weit hohe Grabenwasserstände in die Fläche hineinreichen, hängt neben der Evapotranspiration von der horizontalen Wasserleitfähigkeit ab.

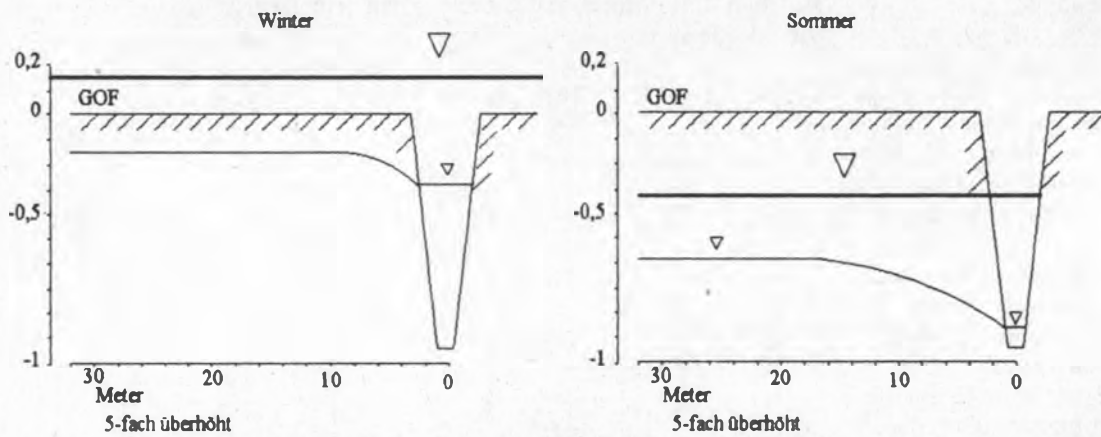
Bei Grabeneinstau und beim Überstau werden mit dem Wasser Nähr- und möglicherweise auch Schadstoffe in die Flächen eingebracht. Eine Überflutung wird sich zudem deutlich auf die Zusammensetzung der Vegetation auswirken. Je nach Dauer der Überflutung werden landwirtschaftlich genutzte Grünlandnarben in ihrer Artenzusammensetzung verändert.

Wie weit die Grundwasserstände in den Sommermonaten absinken dürfen, um eine ausreichende Durchfeuchtung des Oberbodens

Grabenanstau



Überstau/Grabenanstau



Grabeneinstau

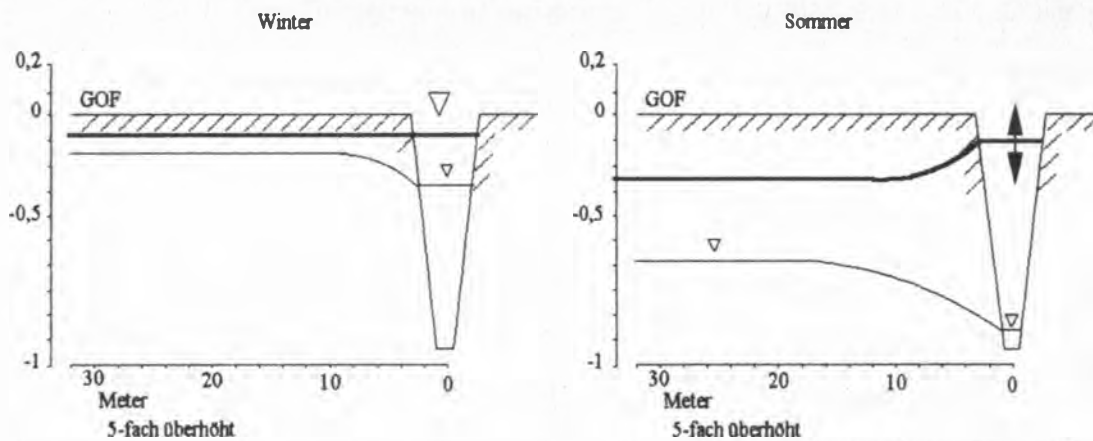


Abb. 1

noch zu gewährleisten, wird von der kapillaren Nachlieferung bestimmt. Diese ist abhängig von Gefüge und Quellungszustand.

Die Auswirkungen von aktiven Vernässungsmaßnahmen auf die Bodenwasserverhältnisse und daher der Erfolg solcher Maßnahmen werden in hohem Maße von der Bodenentwicklung, d. h. der Vernäßbarkeit der Flächen aus bodenphysikalischer Sicht, abhängig sein.

4. Versuche zur Wiedervernässung

Zur Frage der Wiedervernäßbarkeit von Niedermoorflächen aus bodenphysikalischer Sicht werden derzeit auf einer Versuchsfläche am Dümmer Untersuchungen durchgeführt.

4.1 Bodenaufbau

Bei dem Boden der Versuchsfläche handelt es sich um ein flachgründiges, kalkhaltiges Verlandungsmoor mit Übergängen zum Überflutungsmoor. Die Moormächtigkeit einschließlich Mudden beträgt 0,8–1,2 m.

Auf der Versuchsfläche wurde ein Leitprofil aufgenommen. Die physikalischen Kennwerte sind in Tab. 1 wiedergegeben.

Der Torfkörper ist im Oberboden stark vererdet bis vermulmt, darunter liegt ein Segregierungshorizont. Die hohen Aschegehalte im Oberboden sind sowohl auf Torfmineralisation (relative Anreicherung) als auch auf Überflutung (absolute Anreicherung) zurückzuführen. Daraus resultieren die für Niedermoor

hohen Rohdichten von > 500 g/l im Oberboden.

Die nFK ist mit 18 bzw. 25 Vol.-% für Niedermoor gering. Nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung verfügen nicht degenerierte Niedermoor mit großen Substanzvolumen über eine nFK von 35–50 Vol.-%. Unter den Torfen lagern etwa 50 cm mächtige Mudden. Lebermudde wechselt auf der Versuchsfläche kleinräumig mit Kalkmudde. Den mineralischen Untergrund bilden Fein- bis Mittelsande.

Mudden weisen allgemein eine nur geringe Wasserleitfähigkeit auf. Die Feldmessungen der gesättigten Wasserleitfähigkeit (nach Khafagi) ergaben Werte von 0,03 m/d und lagen damit etwa zwei Zehnerpotenzen unter den Laborwerten (s. Tab. 1). Der Torfkörper wird durch die Mudden gegenüber dem mineralischen Untergrund abgedichtet. Die Wasserstände in der Fläche

müssen daher nicht identisch sein mit den GW-Ständen im mineralischen Untergrund.

4.2 Hydrologie

Der Standort zeigt eine deutlich ausgeprägte GW-Amplitude (s. Abb. 2).

Im Winter sind die Flächen sehr naß mit GW-Ständen bis an die Geländeoberfläche, teilweise überstaut. Im Frühjahr trocknet die Fläche schnell aus. Ende März bis Anfang Mai sind die Wasserstände auf 50–60 cm unter Flur abgesunken. Aufgrund der eingangs beschriebenen Veränderungen im Bodengefüge durch sekundäre Bodenentwicklung ist die kapillare Nachlieferung eingeschränkt. Im Oberboden wurden im Juni und Juli '93 Saugspannungen von 800 bis 1000 hPa gemessen.

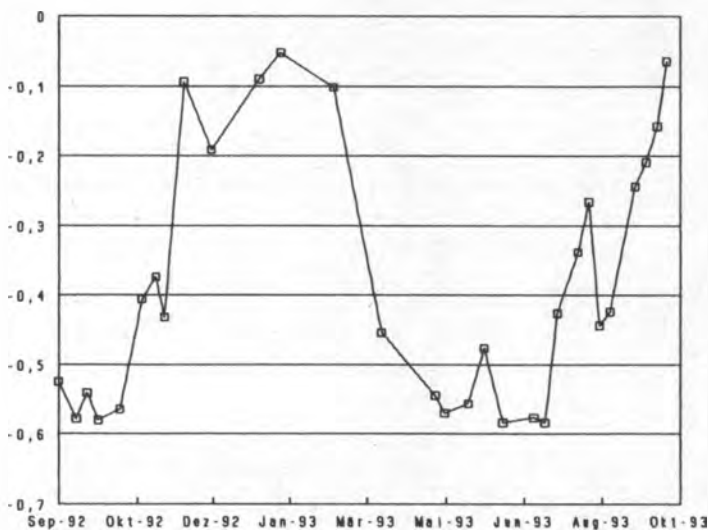


Abb. 2: Grundwasserganglinie im unvernäbten Bereich

Tab. 1: Bodenphysikalische Kennwerte. Profil 1

Tiefe (in cm)	Horizont	Asche (%)	GPV (Vol.-%)	Wassergehalt (Vol.-% bei :)			nFK (pF 2.0–4.2) (Vol.-%)	kf (cm/d)	Rohdichte (g/l)
				pF 2.0	pF 3.0	pF 4.2			
3–20	nH v	60	74	56	47	37	18	390	533
20–35	nH ag	26	83	60	52	36	25	749	304
35–50	F hl	19	92	71	54	29	42	320	124
50–70	F u	95	63	53	37	7	45	99	946
70–85	F s								
85–95	nH	82	76	58	43	13	45	n. b.	596
> 95	II Gr								

kf: horizontal, 10 Stechzylinder je Horizont

4.3 Vernässung

Um Möglichkeit und Auswirkungen einer Wiedervernässung von Niedermooren untersuchen zu können, wurden etwa 5 ha der insgesamt 12 ha großen Versuchsfläche vernäßt. Zu diesem Zweck wurden flache Gräben gezogen, in die Huntwasser eingestaut wird.

Die Gräben sind etwa 0,5 m tief, haben eine Kronenweite von 1 m und untereinander einen Abstand von ca. 40 m. In diesen Gräben können gezielt Wasserstände eingestellt werden. In 3, 5, 10 und 18 Meter Entfernung vom Graben wurden Grundwasserrohre und Tensiometer eingebaut.

4.3.1 Wasserstände in den vernäßten Parzellen

Zu Beginn des Grabeneinstaus (Ende Mai) waren die Wasserstände in der Fläche bis auf 60 cm unter Flur abgefallen (s. Abb. 3). Durch den Grabeneinstau konnten die Wasserstände in 1,5; 3 und 5 Metern Entfernung vom Graben deutlich angehoben werden. Diese verlaufen annähernd parallel zum Grabenwasserstand. In 10 Metern Entfernung vom Graben konnte während der ersten sechs Wochen des Grabeneinstaus kein konstanter Wasserstand erreicht werden. In 18 Metern Entfernung schließlich ließen sich keine Auswirkungen des Grabeneinstaus auf die Wasserstände nachweisen.

Es bestätigte sich, daß es schwierig ist, degenerierte und stark ausgetrocknete Torfe wiederzubeuchten.

Mit den hohen Niederschlägen ab Anfang August '93 wurde der Flächenwasserhaushalt im wesentlichen durch die Niederschläge bestimmt. Eine aktive Vernässung über die Gräben war nicht mehr möglich bzw. nötig.

In den folgenden Jahren soll durch frühzeitigen Grabeneinstau eine stärkere Austrocknung der Flächen im Frühjahr vermieden werden. Möglicherweise kommt es dadurch zu Gefügeveränderungen, die auch die horizontale Wasserleitfähigkeit dieser Torfe positiv beeinflussen.

4.3.2 Feuchteverhältnisse im Oberboden der vernäßten und unvernäßten Bereiche

Während in den unvernäßten Bereichen im Sommer im Oberboden Saugspannungen von 800–1000 hPa auftraten, wurden im vernäßten Bereich maximal 300 hPa (10 m Grabenabstand) gemessen.

Innerhalb der vernäßten Bereiche gab es in Abhängigkeit vom Grabenabstand eine deutliche Differenzierung der Feuchteverhältnisse.

Die mittleren GW-Stände in Abhängigkeit vom Grabenabstand und die dazugehörigen Feuchten im Oberboden sind in Tab. 2 dargestellt.

In Grabennähe (1,5; 3 und 5 m Entfernung vom Graben) wurden bei Wasserständen von ca 35 cm u. GOF im Oberboden Wassergehalte von ca 70 Vol.-% ($\approx$ pF 1.8) gemessen. Bei mittleren Wasserständen von 45 cm u. GOF waren es noch 62 Vol.-% ($\approx$ pF 2.0). In 18 Metern Entfernung vom Graben lagen die Wasserstände

im Mittel bei 54 cm u. GOF. Der Wassergehalt im Oberboden betrug lediglich 35 Vol.-% ($\approx$ pF 4.1), d. h. nur noch die Hälfte von dem bei 20 cm höheren GW-Ständen.

Aufgrund der Gefügebildung ist bei GW-Ständen von > 50 cm u. GOF zumindest in Trockenzeiten auf diesem Standort keine ausreichende kapillare Nachlieferung mehr möglich.

Zusammenfassung:

Die Wiedervernäßbarkeit von ehemals intensiv genutzten Niedermoorflächen ist neben Fragen des Gebietswasserhaushaltes entscheidend vom Grad der Bodenentwicklung abhängig.

Durch sekundäre Bodenbildungsprozesse nach Entwässerung der Niedermoore hat sich der Wasserhaushalt dieser Böden verändert (Abnahme der nFK, k_f u. k_{un} , Benetzungsprobleme bei der Wiederbefeuchtung nach Austrocknung, Staunässeigen-

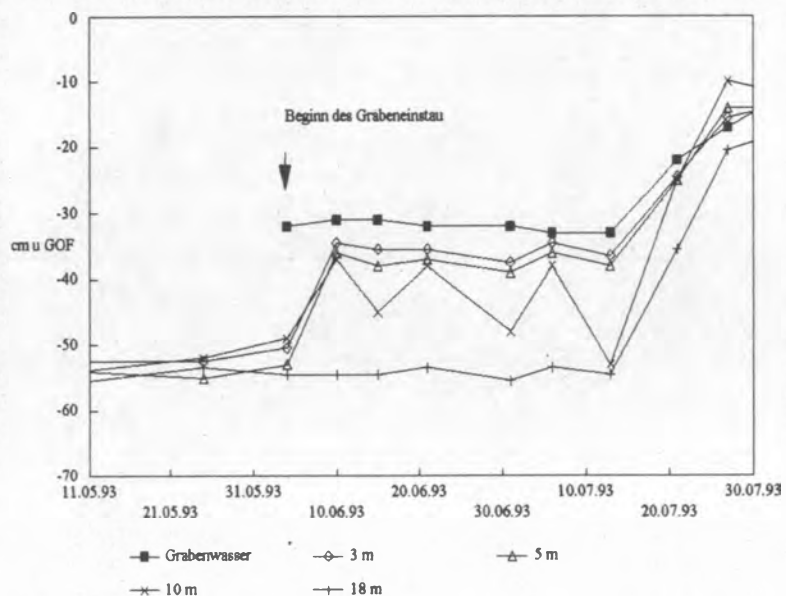


Abb. 3: Wasserstände in der Fläche nach Grabeneinstau

Tab. 2: Wassergehalte im Oberboden in Abhängigkeit vom GW-Stand

Abstand vom Graben (in m)	1,5	3	5	10	18
GW (cm u. GOF)	33	36	38	44	54
Wassergehalt 0–10 cm (Vol.-%)	73	73	72	62	35

schaften nehmen zu). Bei den Planungen zur Wiedervernässung müssen diese veränderten Rahmenbedingungen beachtet werden.

Wie sich die veränderten bodenphysikalischen Eigenschaften auf die Vernäßbarkeit der Flächen auswirken, wird derzeit auf einer Versuchsfläche am Dümmer untersucht, die ersten, einjährigen Ergebnisse wurden vorgestellt.

Das Projekt „Ökosystemmanagement von Niedermooren“ wird vom BMFT finanziert, wofür an dieser Stelle gedankt wird.

Literatur

Arbeitsgruppe Bodenkunde; 1982: Bodenkundliche Kartieranleitung. 3. Auflage, 331 S., 19 Abb., 98 Tab., 1 Beil., Hannover.

Baden, W. (1962): Zur Durchlässigkeit von Moorböden. – Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, 4, 226–254.

Burghardt, W. (1985): Bestimmung der Benetzungseigenschaften von Moorbödenlösungen durch Kontaktwinkelmessungen. – Z. f. Pflanzenernährung u. Bodenkunde, 148, 60–72.

Roeschmann, G., G. Große-Brauckmann, H. Kuntze, J. Blankenburg, J. Tüxen (1993): Vorschläge zur Erweiterung der Bodensystematik der Moore. – Geol. Jb., 29, 3–49.

Anschrift des Verfassers:

H. H. Hennings
Niedersächsisches Landesamt
für Bodenforschung
Bodentechnologisches
Institut Bremen
Friedrich-Mißler-Straße 48–50
28211 Bremen

Fauna der Niedermoore

Von Bernd Bölscher

1. Einleitung

Das Wissen über die Tierwelt der Niedermoore in Mitteleuropa ist noch recht fragmentarisch. Die meisten Veröffentlichungen befassen sich mit Erhebungen in kultiviertem, intensiv bewirtschaftetem Niedermoorgrünland. Als veröffentlichte Quellen für Nordwestdeutschland sind bisher ausschließlich Arbeiten greifbar, welche die Fauna des Grünlandes behandeln – eben auch die von Grünland auf Niedermoor (*Remane 1958, Zöckler 1988, Schikora 1988*) – oder enzyklopädischen Charakter haben (*Geyer 1927, Duda 1933, Hendel 1936, Forster und Wohlfahrt 1954–1973, Frömming 1956, Harz 1969, Chvala et al. 1972, Harz 1975, Noll 1985, Koch 1989–1993, Heimer und Nentwig 1991*). Darüber hinaus finden sich Angaben über lokale Erhebungen in unveröffentlichten Gutachten. Diesen Quellen steht eine größere Zahl polnischer Untersuchungen gegenüber (*Kajak et al. 1985, Andrzejewska et al. 1985, Wasilewska et al. 1985, Dyrz et al. 1984*), deren Befunde jedoch nicht ohne weiteres auf Mitteleuropa übertragbar sind. Die folgende Darstellung soll daher auch erste Ergebnisse aus den Teilprojekten Drömling und Dümmer des BMFT-Forschungsprojektes „Ökosystemmanagement Niedermoore“ berücksichtigen. Aus finanziellen und konzeptionellen Gründen mußten die Forschungsarbeiten auf ausgewählte Taxa konzentriert werden, und zwar auf die Regenwürmer (*Kämmerer 1993*), Wolf- und Jagdspinnen (*Behrends 1993*), Heuschrecken (*Sandkühler 1993, Schünemann 1993, Heydenreich und Bölscher 1994*), Laufkäfer (*Huk 1993, Fischer 1993*), Schmetterlinge (*Hamann 1993*), Schnaken (*Ispas 1993*). Daher werden diese ausführlicher als manche andere Tiergruppe behandelt. Diese Hervorhebung sollte allerdings nicht zu dem Schluß verleiten, daß Tierfamilien,

die hier weniger ausführlich behandelt werden, für den Naturhaushalt von geringerer Bedeutung sind.

Das Artenspektrum der Niedermoorfauna reicht von mikroskopisch kleinen Einzellern bis zum Elch als dem größten Säugetier natürlich belassener Niedermoore in Nord- und Osteuropa. Die Habitatbindung an seggen- und binsenreiches Naßgrünland, insbesondere bei Wirbellosen, kann in verschiedener Weise bedingt sein: Nahrung, Kleinklima, Stratifikation, Entwicklungszyklus. Manche Pflanzenfresser sind als mono- oder oligophage auf eine oder wenige Nahrungspflanzen spezialisiert, viele Arten sind jedoch polyphag. Bestimmte Arten sind gegen Hitze und Trockenheit empfindlich und bevorzugen ein kühl-humides Mikroklima, das sie vielfach nur in der untersten Krautschicht finden. Andere gelten als ausgesprochen wärmeliebend, weil nur in einem warm-trockenen Kleinklima die Entwicklung von Eiern und Larven Erfolg hat. Limitierend kann bei Insekten auch das Diapausestadium sein. Ein Puppenstadium fehlt z. B. in der Entwicklung der Heuschrecken, Wanzen, Blattläuse und Zikaden. Bei Arten mit winterlicher Puppenruhe oder Diapauseeiern ist der Selektionsdruck durch Witterungseinflüsse geringer als bei Arten, die als Larve oder gar Imago überwintern. Für sehr viele stenotope Arten bedarf die Kausalität der Habitatbindung noch einer detaillierten Klärung.

2. Charakteristische Tiergruppen

Mikro- und Mesofauna

Frei lebende Einzeller (Protozoa) aus den Stämmen der Geißeltierchen (Flagellata), Wurzelfüßler (Rhizopoda) und Wimperntierchen (Ciliata) besiedeln in sehr großer Zahl Oberflächen von Pflanzengewebe, Pflanzenreste, den Wurzelraum von

Pflanzen und das freie Wasser. Sie ernähren sich zumeist von Bakterien, aber auch von Pflanzenstreu und anderen Einzellern. Rädertierchen (Rotatoria) besiedeln freies Wasser, Porenräume des Bodens und Moospolster. Die etwa 550 in Deutschland lebenden Arten sind nur mikroskopisch zu bestimmen. Für beide Gruppen liegen keine Informationen über typische Niedermoorarten vor.

Fadenwürmer (Nematoda)

Fadenwürmer ernähren sich parasitisch im Inneren von Tieren oder Pflanzen, oder sie leben frei im Wasser, in Moospolstern, im Porenraum des Bodens oder zwischen faulenden Pflanzenresten. Ein dicht besiedelter Bereich ist der Wurzelraum von Pflanzen. In Grünlandböden polnischer Niedermoore betrug die Biomasse aller Nematoden im Schnitt etwa 1,5 Gramm je qm (*Wasilewska et al. 1985*). Für die verschiedenen Torfarten ist eine spezifische Nematoden-Zönose charakteristisch. In Seggen-Moos-Torf dominiert die Bakteriophagengattung *Rhabditis*, während im Erlenbruchwald-Torf die Phytophagengattung *Paratylenchus* alle anderen bei weitem übertrifft (*Wasilewska 1991*).

Gürtelwürmer (Clitellata)

Hierzu gehören die Ordnungen der Hirudinea (Egel) und Oligochaeta (Wenigborster). Mit einer Ausnahme sind alle einheimischen Egel Wassertiere. Sie ernähren sich als Parasiten oder Räuber. Niedermoor-gewässer können von insgesamt sieben ubiquitär lebenden Arten und einigen Charakterarten besiedelt sein. Charakterarten der Moore und Sümpfe sind insbesondere der Gemeine Blutegel (*Hirudo medicinalis*) und der Froschegel (*Batrachobdella paludosa*) (*Herter 1968*). Zu den Oligochaeta gehören auch die Familien Lumbricidae (Regenwürmer) und Enchytraeidae mit insgesamt über 65 Arten in Deutschland. Die Arten beider Gruppen leben unterirdisch und ernähren sich von Pflanzenresten sowie Mikroorganis-

men des Bodens. Rohhumusböden enthalten normalerweise mehr Enchytraeiden als Mineralböden (Wasilewska et al. 1985). Enchytraeiden reagieren gegenüber saurem Boden-pH durch Zunahme der Arten- und Individuendichte, Lumbriciden meiden saure Böden. Unter den Lumbriciden gibt es keine eigentlichen Niedermoor spezialisten. Kennzeichnend für extensiv bewirtschaftetes feuchtes Niedermoorgrünland mit weitgehend intakter Torfauf-lage sind hygrophile Spezies, so nach Untersuchungen im Drömling (Kämmerer 1993) *Allolobophora chlorotica*, *Octolasion lacteum*, *Dendrobæna octaedra* und *Eiseniella tetraedra*. Nach Befunden aus Polen war in einer Niedermoorwiese die Individuendichte der Enchytraeiden deutlich höher als die der Lumbriciden. Jedoch ist das Durchschnittskörpergewicht eines Regenwurmes viel höher als das eines Enchytraeiden, so daß die Lumbriciden-Biomasse die der Enchytraeiden immer noch deutlich überwog. Neben zwei eurytopen Arten und der eindeutig dominanten *D. octaedra* kamen hier ebenfalls *E. tetraedra* und *O. lacteum* vor (Nowak 1971).

Schnecken (Gastropoda)

In Niedermoorbiotopen finden sich Landschnecken ebenso wie Süßwasserschnecken. Bei letzteren ist zu unterscheiden zwischen Lungenschnecken und Vorderkiemern. Während die im Wasser lebenden Lungenschnecken (Basommatophora) zum Atmen bächlings an die Wasseroberfläche kommen, nehmen die Vorderkiemer (Prosobranchia) den lebensnotwendigen Sauerstoff über ihr Kiemenorgan unmittelbar aus dem Wasser auf. Mitteleuropäische Süßwasserschnecken verteilen sich auf die ökologischen Gilden Weidegänger, Detritusfresser und Pflanzenfresser. Eine artenreiche Schneckenzone ist in der Regel mit einer vielfältigen Unterwasservegetation assoziiert. Pflanzen sind dabei gleichermaßen als Sauerstoffspender, als Nahrungsressource und als Substrat für Aufenthalt und Eiablage von Bedeutung. Nach Geyer (1927) und Frömming (1956) findet man

von den Vorderkiemern die Arten *Viviparus contectus* und *Valvata pulchella* in sauerstoffreichen Tümpeln und Gräben des Niedermoorgrünlandes. Von den Süßwasserslungenschnecken sollen insbesondere *Stagnicola corvus*, *Stagnicola glabra* und *Aplexa hypnorum* kennzeichnend sein für solche Habitate. Diese fünf Arten waren teils vereinzelt, teils gehäuft im Niedermoorgrünland an der unteren Wümme bzw. der unteren Hunte nachweisbar. Andere, teils ubiquitär verbreitete Arten waren dort jedoch weitaus häufiger, so in den Wiesengräben und verlandeten Altarmen des „Nassen Dreiecks“ bei Bremen z. B. *Valvata cristata*, *Lymnaea stagnalis*, *Radix peregra*, *Planorbis planorbis*, *Anisus vortex*, *Gyraulus albus* und *Planorbarius corneus* (Bölscher 1984, Bölscher 1986).

Die Landschneckenfauna des Niedermoorgrünlandes enthält überwiegend kleine, ubiquitäre Arten. Nach Nentwig (1982) fehlten Nacktschneckenarten im Schilfröhricht und Schlankseggenried eines hessischen Überflutungsmoores nahezu völlig. Tamm (1985) fand in einem Niedermoor des hessischen Werra-tales neben etlichen Ubiquisten vor allem die hygrophile Bernsteinschnecke (*Succinea putris*).

Muscheln (Bivalvia)

Das Vorkommen von Süßwassermuscheln in einem Niedermoor-gewässer wird im wesentlichen begrenzt durch Calciumgehalt, Sauerstoffkonzentration, Humusgehalt, Stetigkeit der Wasserführung und das Substrat der Gewässersohle. Im allgemeinen kommen nur kleine Arten mit Schalenlängen von maximal 12 mm vor. Besonders typisch für Gewässer saurer Niedermoore ist die stenotope Art *Pisidium obtusale*, während das Vorkommen von *Pisidium pseudosphaerium* auf einen Verlandungsprozeß hindeutet (Meier-Brook 1975). In Graben- bzw. Altarmbereichen von Niedermoorgrünland an der unteren Wümme und der unteren Hunte waren darüber hinaus Kugelmuschel (*Sphaerium corneum*) und Häubchenmu-

schel (*Sphaerium lacustre*) nebst vier eurytopen, schlammbewohnenden *Pisidium*-Arten nachweisbar (Bölscher 1984, Bölscher 1986).

Spinnen (Araneae)

Die räuberische Ernährungsweise der Spinnen ist allgemein bekannt. Viele Arten bauen Fangnetze, die eine für die jeweilige Familie typische Architektur haben. Andere lau-ern ihrer Beute gut getarnt auf oder stellen ihr aktiv nach. Kennzeichnend für Niedermoorgrünland sind hygrophile Arten. Eine wesentliche Ursache für die Hygrophilie ist der schlechte Verdunstungsschutz der Körperoberfläche (Engelhardt 1964). Tagaktive Grünlandarten bevorzugen offenbar niedrige Vegetation, nachtaktive wahrscheinlich eine höhere Krautschicht (de Keer et al. 1989). Entsprechend unterschiedlich sind Spinnen-Taxozönosen von Wiesen und Weiden. Nach Heimer und Nentwig (1991) sind als Charakterarten der Feucht- und Naßwiesen zu nennen eine Art aus der Familie der Streckerspinnen (Tetragnathidae), sechs Arten Kreuzspinnen (Araneidae), elf Arten Wolfsspinnen (Lycosidae), fünf Arten Krabben-spinnen (Thomisidae) und zwei Arten Springspinnen (Salticidae). Besonders auffällig und leicht bestimmbar sind hierbei die beiden Kreuzspinnenarten *Araneus alsine* und *Araneus quadratus* sowie die Wespenspinne (*Argiope bruennichi*). Bei Untersuchungen von Behrends (1993) zur Lycosidenfauna des Niedermoorgrünlandes im Drömling lag der Anteil hygrophiler Arten unter dem Erwartungswert. Charakterarten von Gewässerufeln sind die acht Wolfsspinnenarten der Gattung *Pirata*, insbesondere *Pirata piraticus*, *Pirata latitans* und *Pirata piscatorius*, sowie die beiden nah verwandten Jagdspinnen (Pisauridae) *Dolomedes fimbriatus* und *Dolomedes plantarius*. In Schilfröhricht und Weidengebüsch sind Baldachinspinnen (Linyphiidae) die ökologisch bedeutendste Spinnenfamilie (Nentwig 1983, Decler 1990). Die in Mitteleuropa vorkommenden etwa 100 Arten erfordern jedoch eine aufwendige Bestim-

mungsarbeit, so daß ihre Eignung als Bioindikatoren für praktikable Monitoring-Aufgaben in Frage zu stellen ist.

Libellen (Odonata)

Die Larven der Kleinlibellen (Zygoptera) und Großlibellen (Anisoptera) leben im Wasser als Räuber. Für die Eiablage brauchen viele Arten einen bestimmten Typus von Substrat. Einige Arten bevorzugen Moorgewässer, vermutlich wegen des Kleinklimas. Ausgesprochene Niedermoor-spezialisten sind in Mitteleuropa nicht bekannt. Die Gebänderte Heidelibelle (*Sympetrum pedemontanum*) bevorzugt in Nordwesteuropa offenbar Gräben, Altarme und Tümpel im Niedermoorgrünland.

Heuschrecken (Orthoptera, Saltatoria)

Aus dieser Ordnung finden wir im Niedermoorgrünland Mitteleuropas sowohl Vertreter der pantophagen (= Gemischtköstler) Laubheuschrecken (Ensifera) wie auch der rein phytophagen (= Pflanzenfresser) Feldheuschrecken (Caelifera). Im Unterschied zu warmtrockenen Regionen fehlen bei uns solche Arten, die in riesigen Schwärmen zu Wanderungen aufbrechen können. Die Habitatbindung unserer Arten wird kaum durch das Vorhandensein spezifischer Nahrungspflanzen bestimmt als vielmehr durch Mikroklima, Vegetationsstruktur, Eiablagesubstrate und Nahrungsqualität. Mit Ausnahme der Gattung *Tetrix* überwintern alle einheimischen Heuschrecken im Eistadium. Niedermoorarten im eigentlichen Sinn gibt es nicht. In Nordwestdeutschland finden wir in größeren Gebieten mit unterschiedlichen Feuchtestufen und Nutzungstypen des Niedermoorgrünlandes bis zu 14 Arten, drei Ensifera, elf Caelifera (Sandkühler 1993, Schünemann 1993, Heydenreich und Bölscher 1994). Hiervon sind fünf Arten, die nach Harz (1969, 1975) als hygrophil gelten, sowie drei weniger stenotope Arten besonders typisch für offenes, wasserreiches Grasland. Die Sumpf-



Laubfrosch (*Hyla arborea*) (Foto: B. Bölscher)



Wespenspinne (*Argiope bruennichi*) (Foto: B. Bölscher)

schrecke (*Mecostethus grossus*) ist wegen der geringen Austrocknungsresistenz ihrer Eier eng an Habitate gebunden, die im Herbst und Frühjahr flach überflutet sind. Da die Adulten gute Schwimmer, ja Taucher sind, wird diese Art auch durch Sommerhochwasser nicht beeinträchtigt. Die Kurzflügelige Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*) ist zwar einerseits auch wegen der Beschaffenheit ihrer Eier an feuchte Habitate gebunden. Ein

weiterer wesentlicher Faktor bei der Habitatwahl dieser Art ist jedoch andererseits die Bindung an markhaltige Pflanzenstengel, z. B. Binsen, in welche die Eier gelegt werden. Als hygrophil gilt auch die verborgen lebende Säbeldornschrecke (*Tetrix subulata*). Der Sumpfgrasahüpfer (*Chorthippus montanus*) ist gleichfalls vor allem aufgrund der Beschaffenheit seiner Eier an feuchte Lebensräume gebunden. Sehr häufig ist in solchen Biotopen auch

ein naher Verwandter, der stärker trockenresistente und daher als mesohygrophil eingestufte Weißrand-Grashüpfer (*Chorthippus albomarginatus*). Auf Feuchtwiesenbrachen dominieren hingegen die hygrophile Goldschrecke (*Chrysochraon dispar*) sowie die mesophilen Arten Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) und Zwitscherschrecke (*Tettigonia cantans*). Die von diesen Arten bevorzugten Eiablagelagesubstrate sind sehr unterschiedlich: *Chrysochraon dispar* braucht hohle, verholzte Stengel, wie sie vorjährige Disteln, Brennesseln, Himbeeren oder bestimmte Doldenblüter haben. *Metrioptera roeselii* legt ebenfalls in Pflanzenstengel, ist jedoch wahrscheinlich weniger wählerisch. *Mecostethus grossus*, *Tettigonia cantans* und die *Chorthippus*-Arten deponieren ihre Eier in der obersten Schicht der Bodenauflage, sei es nun Torf, Sand, Moos oder anderes Pflanzenmaterial. *Tetrix subulata* schließlich legt ihre Eier auf die kahle Oberfläche.

Wanzen (Heteroptera)

Wanzen haben stechend-saugende Mundwerkzeuge. Einige Familien ernähren sich von Pflanzensäften, andere sind Räuber. *Remane* (1958) fand in seggenreichem Niedermoorgrünland des nordwestlichen Niedersachsens unter insgesamt 17 Spezies als ausgesprochen stenotope Vertreter die drei Seggen-Spezialisten *Teratocoris paludum*, *Orius majusculus* und *Cymus glandicolor* sowie die an Labkraut-Arten (*Galium spec.*) lebende *Polymerus palustris*. Dazu kamen weitere 13 hygrophile und eurytope Arten. Die Wanzen-Taxozönose einer feuchten Mähweide war dagegen sehr artenarm. Stenotope Arten konnten nicht nachgewiesen werden.

Zikaden (Auchenorrhyncha)

Zikaden haben ebenfalls stechend-saugende Mundwerkzeuge und ernähren sich ausschließlich von Pflanzensäften. Die Larven etlicher Arten sind mono- oder oligophag, also auf eine oder wenige Pflanzen-



Spiegelpleck-Dickkopffalter (*Heteropterus morpheus*)
(Foto: B. Bölscher)

arten spezialisiert. Viele Arten überwintern im Eistadium, andere als Larve oder Imago. Bei frühen Arten können im Laufe der Vegetationsperiode zwei Generationen aufeinander folgen (= bivoltin). Auf nassen Flächen fehlen Imaginal- und Larvalüberwinterer sowie frühe Arten mit nur einer Generation (= univoltin). Die ersten Imagines können ab Mitte Mai auftreten. Allerdings wird ihr Lebenszyklus durch Überschwemmung oder eine frühe Mahd abrupt beendet. Ende Juni zeigt die Zikadenzönose den Frühsommeraspekt mit der ersten Generation der bivoltinen Arten, im Herbstaspekt erscheint dann deren zweite Generation. Späte univoltine Arten können in beiden Aspekten auftreten.

In der aktuellsten, noch unvollendeten Artenliste für Teile Mitteleuropas führt *Schiemenz* (1987–1990) rund 20 Arten als stenotope Cyperaceen- bzw. Juncaceen-Bewohner auf. *Remane* (1958) fand in seggenreichem Niedermoorgrünland im nordwestlichen Niedersachsens 28 Zikadenspezies. Die Zikadenzönose einer feuchten Mähweide war viel artenärmer. Hochspezialisierte Formen fehlten völlig. Bei einem Vergleich von sehr extensiv genutzten, seggenreichen Wiesen mit entwässerten und kultivierten Wiesen an Niedermoorstandorten in

Nordostpolen fand *Andrzejewska* (1965) insgesamt 56 Spezies. Acht Arten kamen ausschließlich, weitere fünf überwiegend auf halbnatürlichen Seggenwiesen vor. Die restlichen 43 waren teils eurytop, teils so selten, daß sie sich keiner Gruppe zuordnen ließen. An typischen Sumpf- und Hochstaudenbesiedlern fand *Tamm* (1985) im Schlankseggenried eines Niedermoores im hessischen Werratal unter fünf Zikadenarten nur eine auf Riedgräser spezialisierte Spezies. Unter Berücksichtigung all dieser Quellen lassen sich als besonders typische Niedermoorarten für Mitteleuropa *Onco-delphax pullulus*, *Delphax notula*, *Kelisia vittipennis*, *Kelisia palidula*, *Cicadula quadrinotata*, *Cicadula flori* und *Neophilaenus lineatus* nennen.

Käfer (Coleoptera)

Die meisten Arten der Laufkäfer (Carabidae) ernähren sich räuberisch und leben in den Strata von dicht unterhalb bis dicht oberhalb der Bodenoberfläche. Auch bei ihnen gibt es keine Niedermoorarten im engeren Sinne. Die Carabiden-Taxozönose des nassen bis feuchten Niedermoorgrünlandes setzt sich aus stenotop-hygrobionten, hygrophilen, mesophilen und eurytopen Arten zu-

sammen. Das Dominanzgefüge der Arten einer Fläche zeigt dabei im Jahresverlauf eine Verschiebung von den hygrophilen/-toleranten hin zu den mesophilen Arten. Grund hierfür ist die Überwinterungsstrategie der beiden Gruppen. Während die an Feuchtigkeit angepaßten Arten als Imago überwintern und so im zeitigen Frühjahr dominieren, gewinnen im Jahreslauf die als Ei/Puppe überwinternden mesophilen Arten an Anteil. Stenotop-hygrophile Arten sind empfindlich gegen Austrocknung (s. z. B. Weber 1965, Stein 1965, Thiele 1967). Einige dieser Arten bevorzugen seggenreiche Moorstandorte deutlich gegenüber anderen Habitaten. Dies sind nach Koch (1989) unter anderem *Carabus clathratus*, *Bembidion gilvipes*, *Poecilus diligens*, *Pterostichus diligens*, *Agonum lugens*, *Oodes helopioides*, *Panagaeus cruxmajor* und *Demetrias monostigma*. Typisch für Überflutungsmoore ist das Vorkommen von *Blethisa multipunctata*. In der Wümme-Niederung bei Fischerhude wurden mehr als 100 Arten nachgewiesen, davon waren zehn beschränkt auf Feuchtwiesen und Altarmreste im eigentlichen Niedermoorbereich (Bölscher 1986). Huk (1993) fing auf Niedermoorgrünland unterschiedlicher Feuchtestufen im Drömling über 70 Arten, darunter zwei hygrophile Moorbewohner und weitere 20 hygrophile Arten. Für ein Niedermoor des hessischen Werratal gibt Tamm (1985) *Agonum fuliginosum* und *Agonum thoreyi* als typische Bewohner des Seggenriedes an.

Schwimmkäfer (Dytiscidae) leben räuberisch in Gewässern. Nach Koch (1989) sind etwa 34 stenotope Arten der Gattungen *Coelambus*, *Hydroporus*, *Laccophilus*, *Agabus*, *Ilybius*, *Colymbetes*, *Graphoderus*, *Rhantus*, *Hydaticus*, *Acilius* und *Dytiscus* mehr oder weniger stark an Niedermoorgewässer gebunden. Kratz (1992) konnte hiervon sechs Arten in Grabensystemen des Drömling nachweisen. Insgesamt fing er 40 Spezies. Als tyrphophile bzw. azidophile Charakterarten der Niedermoorgewässer im Unterweser-Wümme-Hamme-Gebiet nennt Sondermann (1990) zwölf Arten. Kratz wie Sondermann machen auf die Problematik regionaler Stenotopie aufmerksam.



Sumpfschrecke (*Mecostethus grossus*) (Foto: B. Bölscher)

Kurzflügler (Staphylinidae) spielen eine bedeutende Rolle im Naturhaushalt. Das Wissen um typische Niedermoorarten ist jedoch sehr beschränkt. Bei den phytophagen Käferfamilien finden sich einige wenige stenotop-hygrophile Arten unter den Schnellkäfern (Elateridae) und Prachtkäfern (Buprestidae). Eine Anzahl monophager und oligophager Seggen-Spezialisten gibt es bei den Blattkäfern (Chrysomelidae), so in den Gattungen *Donacia* und *Plateumaris*. Die ebenfalls phytophagen Rüsselkäfer (Curculionidae) haben eine große Zahl von Spezialisten für Gramineen und Krautartige der Feuchtwiesen, so in den Gattungen *Apion*, *Sitona*, *Bagous*, *Notaris*, *Limnobaris* und *Ceutorhynchus*.

Schmetterlinge (Lepidoptera)

Zwar sind auch die Imagines verschiedener Falterarten durch die Länge ihres Saugrüssels an bestimmte, Nektar bietende Nahrungspflanzen besonders angepaßt. Eine echte Spezialisierung als hygrophil-monophage bzw. oligophage Arten trifft jedoch in erster Linie auf die Larven (Raupe) zu. Für Niedermoorgrünland und Schilfsümpfe in Mitteleuropa sind dies etwa zehn Tagfalterarten und eine größere Zahl von Nachtfaltern, insbesondere Eulen (Noctuidae)

und Spanner (Geometridae). Zu den Nahrungspflanzen derart stenotoper Tagfalter wie des Moor-Perlmutterfalters (*Argynnis aphyras*), Großen Feuerfalters (*Chrysophanus amphidamas*), Moorenzian-Bläulings (*Lycaena alcon*) und des Goldenen Scheckenfalters (*Melitaea aurinia*) gehören u. a. Schlangenknocher (*Polygonum bistorta*), Lungenenzian (*Gentiana pneumonanthe*) und Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*). Nicht so eindeutig oligophag, dafür aber allgemein an extensives Moorgrünland gebunden ist der Spiegelfleck-Dickkopffalter (*Heteropterus morpheus*). Für den Drömling (Hamann 1993) ebenso wie für die Hamme-Niederung (Schikora 1988) wird er als besonders gut geeigneter Bioindikator genannt.

Unter den stenotopen Nachtfaltern sind für Niedermoorgrünland besonders typisch die verschiedenen Arten der Schilf- und Riedgrasbewohner, so z. B. Sumpfschneckenfalter (*Photedes pygmaea*), Seggenfalter (*Sedina buettneri*) und Rötliche Binsenstengeleule (*Coenobia rufa*). Außerdem sind hier zu nennen der Wiesenrauten-Blattspanner (*Cidaria sagittata*) und der Bitterklee-Blattspanner (*Cidaria lignata*), der an Sumpflabkraut (*Galium palustre*) frißt. Für die Hamme-Niederung nennt Schikora (1988) 30 Charakterarten aus dieser Gruppe. Im Bereich des „Nassen Dreiecks“ am Zu-

sammenfluß der drei Wümme-Arme westlich von Fischerhude wurden etwa 90 Großschmetterlingsarten nachgewiesen (Bölscher 1986). Darunter waren zehn stenotop an Riedgras und Schilf gebundene Nachtfalterarten.

Zweiflügler (Diptera)

Einigermaßen gut informiert sind wir über die Biologie der Schnaken (Tipulidae). In den westlichen Bundesländern wurden bis Mitte der 80er Jahre insgesamt 124 Arten nachgewiesen. Die verschiedenen Spezies besiedeln neben Waldbachquellen vor allem staunasse Feuchtwiesen, Sümpfe und Moore, aber auch Wälder und mesophiles Grasland. Die Larven ernähren sich teils saprophag von unterirdisch faulenden Pflanzenteilen, teils phytophag von Pflanzenwurzeln, insbesondere Graswurzeln. Die Imagines lecken während ihrer kurzen Lebensspanne Flüssigkeit auf. Die Weibchen sind sehr schlechte Flieger. Allgemein verbreitet auf mesophilem bis mäßig feuchtem Moorgrünland in Nordwestdeutschland sind nach Noll (1985) die ubiquitäre Kohlschnake (*Tipula oleracea*) und die strikter an Wiesen und Weiden gebundene Sumpfschnake (*Tipula paludosa*). Für *Tipula paludosa* sind im küstennahen Binnenland zyklische Massenvermehrungen typisch, bei denen Larvendichten bis zu 600 Individuen/qm erreicht werden können (siehe z. B. Lauenstein 1986). Bei starker Vernässung treten beide Arten zurück. Hier dominiert *Tipula subcunctans* (syn.: *T. czizeki*). Neben dieser Spezies sind in Ostwestfalen als Bewohner feuchter Moorwiesen sechs Arten charakteristisch: *Tipula pruinosa*, *Tipula luna*, *Tipula vittata*, *Tipula luteipennis*, *Tipula nigra* und *Tipula pagana*. Im Niedermoorgrünland des Drömling wies Ispas (1993) zusätzlich zu den beiden eurytopen Grünlandarten auch *Tipula subcunctans* und – offenbar an Hundstrauchgraswiesen assoziiert – eine weitere Art, wahrscheinlich *Tipula obsoleta*, nach.

Eine Reihe weiterer Dipterenfamilien sind für den Naturhaushalt der Niedermoore von erheblicher Bedeutung, da ihre Larven als Sapro-

phagen in die Stoffkreisläufe eingeschaltet sind. Vermutlich gibt es in diesen Gruppen eine größere Zahl von Niedermoor-Spezialisten. Jedoch erfordert eine saubere Art-diagnose in der Regel umfassende Spezialkenntnisse, so daß das Wissen über die Ökologie der betreffenden Taxozönosen noch sehr lückenhaft ist. Dies gilt zum Beispiel für die Haarmücken (Bibionidae), Gallmücken (Cecidomyiidae) und Trauermücken (Sciaridae). Bei den Gallmücken-Unterfamilien Lestremiinae, Heteropezinae und Porricondylinae ernähren sich die Larven saprophag. Viele Arten der Unterfamilie Itonidinae rufen Pflanzengallen hervor. Hier sind verschiedene Arten mono- bzw. oligophag auf Pflanzenarten der Feucht- und Naßwiesen spezialisiert, so auf Gilbweiderich (*Lysimachia vulgaris*), Schlangenknotrich (*Polygonum bistorta*), Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) und Schilf (*Phragmites australis*).

Ein wenig besser informiert sind wir über die Bremsen (Tabanidae). In Deutschland wurden bisher 59 Arten sicher nachgewiesen (Chvala et al. 1972). Die Larven leben semiaquatisch oder im feuchten, humusreichen Boden. Vom dritten Larvenstadium an ernähren sie sich als aktive Prädatoren von Fliegen- und Mückenlarven sowie von Würmern und Schnecken. Die Dauer der Larvalentwicklung, ja selbst die Anzahl der Larvenstadien kann innerhalb einer Art stark schwanken und hängt ab vom Nahrungsangebot, von Temperatur und Feuchtigkeit. Die Imagines leben ektoparasitisch als Blutsauger. Typisch für Niedermoorgrünland sind insbesondere die Arten *Chrysops viduatus*, *Chrysops rufipes*, *Hybomitra muehlfeldi*, *Atylotus plebeius* und *Tabanus maculicornis*.

Bei den Schwebfliegen (Syrphidae) ernähren sich die Larven einiger Unterfamilien phytophag, andere sind zoophag (Blattlausfresser) oder saprophag. Die Unterfamilie Sericomyiinae bevorzugt morastige Böden mit hohem Humusgehalt. Die Larven der Eristalinae sind an aquatische Bedingungen besonders gut angepaßt und leben in Schlamm-tümpeln ebenso wie in Gräben und

Moorwiesen. Saprophage Cheilosiniinae leben in periodisch überfluteten Sumpfwiesen. Vier Arten der Gattungen *Platycheirus* und *Pyrophaena* lassen sich als Charakterarten dem Niedermoorgrünland zuordnen (Bastian 1986). Die Larven der Minierfliegen (Chloropidae, Agromyzidae) leben im Inneren von Pflanzenstengeln und Blattrippen. Viele Arten haben ein hohes Fortpflanzungspotential. Duda (1933) nennt eine Anzahl von Chloropiden-Arten, die offenbar oligophag an Seggen und Binsen gebunden sind. Nach Hendel (1936) minieren verschiedene Agromyzidae im Gewebe niedermoorartypischer Kraut- und Grasarten, so allein drei verschiedene Spezies in der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), drei in der Gelben Wiesenraute (*Thalictrum flavum*) und sogar vier im Teufelsabbis (*Succisa pratensis*).

Wirbeltiere

Gewässer der Niedermoore weisen zumeist die typische Fischfauna stehender und langsam fließender Gewässer auf. Charakterarten sind hier nicht bekannt. Für die Amphibien gilt dies schon eher. Hier sind für saubere Stillgewässer insbesondere zu nennen der Moorfrosch (*Rana arvalis*), der Kleine Teichfrosch (*Rana lessonae*) und auch der Laubfrosch (*Hyla arborea*). Die Reptilienfauna besteht in der Regel nur aus der Ringelnatter (*Natrix natrix*). Im Westen Mitteleuropas nur ausnahmsweise, eher schon im Osten kommt noch die Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*) dazu. Typische Vögel extensiv genutzter Niedermoorwiesen sind Bekassine (*Gallinago gallinago*), Uferschnepfe (*Limosa limosa*) und Kampfläufer (*Philomachus pugnax*), dazu verschiedene bodenbrütende Sperlingsvögel wie Wiesenpieper (*Anthus pratensis*), Schafstelze (*Motacilla flava*), Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) und Feldschwirl (*Locustella naevia*) (Bölscher 1988). Eine Charakterart der Niedermoore Ostmitteleuropas ist der Seggenrohrsänger (*Acrocephalus paludicola*) (Dyrce et al. 1984). Schließlich sei noch kurz auf die Säugetiere einge-

gangen: Vom Elch (*Alces alces*) Ostmitteleuropas und Skandinaviens war schon eingangs die Rede. Als Charakterarten sind hier noch zu nennen Wasserspitzmaus (*Neomys fodiens*), Zwergmaus (*Micromys minutus*), Schermaus (*Arvicola terrestris*) und als boreale Art die Sumpfmaus (*Microtus oeconomus*).

Etliche weitere Taxa, so z. B. die Blattfußkrebse (Phyllopoda), Muschelkrebse (Ostracoda), Ruderfußkrebse (Copepoda) und Asseln (Isopoda) sind mit zahlreichen Arten in terrestrischen, semiaquatischen und aquatischen Bereichen des Niedermoorgrünlandes vertreten. Milben (Acari) und Springschwänze (Collembola) sind als Streuzersetzer höchst bedeutsam für den Naturhaushalt. Thripse (Thysanoptera), Blattwespen (Tenthredinidae) und Hummeln (*Bombus*) spielen wichtige Rollen als Phytophagen bzw. Blütenbestäuber. Das Wissen über Niedermoor-Spezialisten aus diesen Gruppen ist jedoch ausgesprochen dürftig.

3. Folgen der Entwässerung

In Niedermoororten folgt auf eine Entwässerung ganz allgemein eine Zunahme der biologischen Aktivität. Bei den Tieren geht der Trend dabei in zwei Richtungen. Zum einen nimmt die Anzahl und Biomasse saprophager Organismen zu, so bei den Lumbriciden ebenso wie den Collembolen (Kajak 1985). Auf der anderen Seite steigt das Ressourcenangebot für Phytophagen. Besonders deutlich wird dies bei den Nematoden und den Dipteren im Boden. Bei den Nematoden nimmt die Gesamtabundanz aller Arten zu. Das Dominanzspektrum verschiebt sich jedoch klar in Richtung auf Phytophagen. Die Gattung *Paratylenchus* steigt im entwässerten Erlenbruchwaldtorf auf einen Anteil von mehr als 12 % an und bildet damit ein beträchtliches phytopathogenes Potential aus. Der Anteil Pantophager und Zoophager liegt noch 30 Jahre nach einer Entwässerung bei weniger als 30 % (Wasiłewska 1991). Während also phytophage Arten in den ersten zehn Jahren nach einer Entwässerung allgemein deutlich zunehmen, gehen



Uferlaufkäfer (*Carabus clathratus*) (Foto: T. Huk)

Anzahl und Biomasse räuberischer Arten stark zurück. Dies hat Folgen für die Konsumption des Aufwuchses durch Phytophagen ebenso wie für den Prädationsdruck auf torfabbauende Saprophagen im Boden (Kajak 1985). Des weiteren verschwinden bei den meisten Insektentaxa alle stenotop-hygrophilen Arten sowie die monophag an Feuchtwiesen- bzw. Sumpfpflanzen gebundenen Pflanzenfresser sehr rasch. Die eurytop-hygrophilen Arten gehen deutlich zurück und verschwinden ebenfalls nach und nach. Dafür wandern in größerer Zahl mesophile und mesoxerophile Ubiquisten ein. Entwässerung muß daher keinen Rückgang der Artenzahl und der Artendiversität bedeuten. Faunenveränderungen sind vielmehr qualitativer Natur und am ehesten an bestimmten diagnostisch wichtigen Bioindikatoren meßbar. Diese Zielarten zu ermitteln ist ein wesentliches Anfangsziel des Forschungsprojektes „Ökosystemmanagement Niedermoore“. Gut geeignet scheinen uns nach den bisherigen Erfahrungen die Carabiden *Carabus clathratus* und *Chlaenius nigricornis* sowie die Heuschreckenarten *Conocephalus dorsalis* und *Mecostethus grossus*. Welche weiteren Arten diese Auswahl ergänzen können, müssen die künftigen Ergebnisse des Projektes zeigen.

4. Danksagung

Für Hilfen bei den Literaturrecherchen danke ich M. Gasse, K. Hagen, C. Hamann, T. Huk und J. Wogram. Diese Arbeit entstand im Rahmen des vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT) geförderten Forschungsprojektes „Ökosystemmanagement Niedermoore“, Förderungsnummer BEO-51-0339527A.

5. Literatur

- Andrzejewska, L., 1965: Stratification and its dynamics in meadow communities of Auchenorrhyncha (Homoptera). Ekol. pol., 31: 685–715.
- Andrzejewska, L.; Chmielewski, K.; Kaczmarek, M.; Kajak, A.; Wasilewska, L., 1985: The effect of peat meadow management on biocoenosis. Pol. ecol. Stud., 11: 53–78.
- Bastian, O., 1986: Schwebfliegen. Wittenberg Lutherstadt, 168 S.
- Behrends, A., 1993: Untersuchungen zur Wolfsspinnenfauna (Araneae, Lycosidae) auf Niedermoorgrünland im Drömling (SO-Niedersachsen). Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Bölscher, B., 1984: Biotopkartierung (Fauna) Oldenburg-Nordost. Gutachten (unveröff.) im Auftrag der Stadt Oldenburg (Oldb).

- Bölscher, B., 1986: Faunistisches und vegetationskundliches Gutachten zur landespflegerischen Bedeutung der Wümmeniederung im Gebiet des Landkreises Verden. Gutachten (unveröff.) im Auftrag des Landkreises Verden.
- Bölscher, B., 1988: Untersuchungen zur Dispersion und Habitatwahl der Vogelarten nordwestdeutscher Hochmoor- und Grünlandbiotope. Versuch einer Biotopbewertung. Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 283 S.
- Chvala, M.; Lyneborg, L.; Moucha, J., 1972: The horse flies of Europe (Diptera, Tabanidae). Kopenhagen, 500 S.
- Decleer, K., 1990: Experimental cutting of reedmarsh vegetation and its influence on the spider (Araneae) fauna in the Blankaart nature reserve, Belgium. Biol. Cons., 52: 161–185.
- Duda, O. (1933): Chloropidae. In: Lindner, E. (Hrsg.): Die Fliegen der palaearktischen Region. Bd. 61.
- Dyrz, A.; Okulewicz, J.; Witkowski, J., 1984: Bird communities of the Biebrza valley. Pol. ecol. Stud., 10: 403–423.
- Engelhardt, W., 1964: Die mitteleuropäischen Arten der Gattung *Trochosa*, C. L. Koch, 1848 (Araneae, Lycosidae). Morphologie, Chemo-taxonomie, Biologie, Autökologie. Z. Morph. Ökol. Tiere, 54: 219–392.
- Fischer, M., 1993: Einfluß unterschiedlicher Mahdregime auf die Carabidenzönose von Niedermoorgrünland am Dümmer. Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Forster, W.; Wohlfahrt, Th. A., 1954–1973: Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Bd. I–V. Tagfalter – Spinner (Geometridae). Stuttgart.
- Frömming, E., 1956: Biologie der mitteleuropäischen Süßwasserschnecken. Berlin, 313 S.
- Geyer, D., 1927: Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Stuttgart, 224 S.
- Hamann, C., 1993: Untersuchungen von Macrolepidoptera-Zönosen auf unterschiedlich wirtschaftlich genutztem Niedermoorgrünland im Drömling. Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Harz, K., 1969–1975: Die Orthopteren Europas. Vol. I, II. Series Entomologica, 5, 11. The Hague.
- Heimer, S.; Nentwig, W., 1991: Spinnen Mitteleuropas. Berlin und Hamburg, 543 S.
- Hendel, F., 1936: Agromyzidae. In: Lindner, E. (Hrsg.): Die Fliegen der palaearktischen Region. Bd. 59.
- Herter, K., 1968: Der medizinische Blutegel und seine Verwandten. Wittenberg Lutherstadt, 199 S.
- Heydenreich, M.; Bölscher, B., 1994: Community structure and niche requirements of grasshoppers (Orthoptera) at different types of fen meadowland in the Droemling area, Germany. In: Jankowska-Hufleit, H., Golubiewska, E. (Hrsg.): Conservation and Management of Fens. – Proceedings of the International Symposium. Pp. 343–354. Falenty, Polen.
- Huk, T., 1993: Untersuchungen zur Eignung von Laufkäfern (Coleoptera, Carabidae) als Zielarten für Renaturierungsmaßnahmen auf Niedermoorgrünland im Drömling. Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Ispas, G., 1993: Untersuchungen zur Tipulidenfauna von Niedermoorgrünlandflächen des Drömlings (SO-Niedersachsen). Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Kämmerer, A., 1993: Regenwurmzönosen in niedermoorartigen Grünlandböden des Drömling (SO-Niedersachsen). Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 72: 555–558.
- Kajak, A.; Andrzejewska, L.; Chmielewski, K.; Ciesielska, Z.; Kaczmarek, K.; Makulec, G.; Petal, J.; Wasilewska, L., 1985: Long-term changes in grassland communities of heterotrophic organisms on drained fens. Pol. ecol. Stud., 11: 21–52.
- Keer, R. de; Alderweireldt, M.; Decleer, K.; Segers, H.; Desender, K.; Maelfait, J.-P., 1989: Horizontal distribution of the spider fauna of intensively grazed pastures under the influence of diurnal activity and grass height. J. Appl. Ent. 107: 455–473.
- Koch, K., 1989–1993: Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 1–4. Krefeld.
- Koch, M., 1984: Wir bestimmen Schmetterlinge. Melsungen.
- Kratz, R., 1992: Ökologische Untersuchungen am Grabensystem des Drömling zur Eignung der Schwimmkäfer als Indikator- und Zielartengruppe für die Bewertung von Feuchtgebieten und dort durchgeführten biotopverbessernden Maßnahmen. Dissertation, Techn. Universität Braunschweig, 202 S.
- Lauenstein, G., 1986: Tipuliden als Grünlandschädlinge. Biologie und Bedeutung. Z. ang. Zool., 73: 385–431.
- Meier-Brook, C., 1975: Der ökologische Indikatorwert mitteleuropäischer Pisidium-Arten (Mollusca, Eulamellibranchiata). Eiszeitalter u. Gegenwart, 26: 190–195.
- Nentwig, W., 1982: Die Molluskenfauna eines Niedermoores (Schweinsberger Moor bei Marburg). Decheniana (Bonn), 135: 60–65.
- Nentwig, W., 1983: Die Spinnenfauna (Araneae) eines Niedermoores (Schweinsberger Moor bei Marburg). Decheniana (Bonn), 136: 43–51.
- Noll, R., 1985: Taxonomie und Ökologie der Tipuliden, Cylindrotomiden, Limoniiden und Trichoceriden unter besonderer Berücksichtigung der Fauna Ostwestfalens. Decheniana-Beihefte, 28: 1–265.
- Nowak, E., 1971: Productivity investigation of two types of meadows in the Vistula valley. IV. Soil macrofauna. Ecol. pol., 19: 129–137.
- Remane, R., 1958: Die Besiedlung von Grünlandflächen verschiedener Herkunft durch Wanzen und Zikaden im Weser-Ems-Gebiet. Z. ang. Ent., 42: 353–400.
- Sandkühler, K., 1993: Untersuchungen zum Artenspektrum und zur Dispersion von Heuschrecken (Orthoptera: Saltatoria) zur Auswahl von Zielarten für Naturschutzmaßnahmen auf Niedermoorgrünland im Drömling. Diplomarbeit (unveröff.), Technische Universität Braunschweig.
- Schiemenz, H., 1987: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina) (Insecta). Teil I: Allgemeines, Artenliste, Überfamilie Fulgoroidea. Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden, 15: 41–108.

Schiemenz, H., 1988: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina) (Insecta). Teil II: Überfamilie Cicadoidea excl. Typhlocybinae et Deltocephalinae. Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden, 16: 37–94.

Schiemenz, H., 1990: Beiträge zur Insektenfauna der DDR: Homoptera – Auchenorrhyncha (Cicadina) (Insecta). Teil III: Unterfamilie Typhlocybinae. Faun. Abh. Mus. Tierk. Dresden, 17: 141–188.

Schikora, H.-B., 1988: Die Großschmetterlinge (Insecta: Lepidoptera) der Hammeniederung (Kreis Osterholz-Scharmbeck/Niedersachsen) nordöstlich von Bremen. Abh. Naturw. Verein Bremen, 41: 1–6.

Schünemann, K., 1993: Untersuchung des Einflusses verschiedener landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Saltatoriazönose von Niedermoorgrünland am Dümmer. Diplomarbeit

(unveröff.), Technische Universität Braunschweig.

Skuhrava, M.; Skuhavy, V., 1973: Gallmücken und ihre Gallen auf Wildpflanzen. Wittenberg Lutherstadt, 118 S.

Sondermann, W., 1990: Zur Ökologie und Faunistik der in der Umgebung von Bremen vorkommenden Schwimmkäfer (Dytiscidae) sowie von *Hygrobia tarda*. Abh. Naturw. Verein Bremen, 41: 131–151.

Tamm, J. C., 1985: Zur Fauna eines Sumpfes im Werratal („Franzosenried“ bei Witzenhausen). Decheniana (Bonn), 138: 104–117.

Thiele, H.-U., 1967: Ein Beitrag zur experimentellen Analyse von Euryökie und Stenökie bei Carabiden. Z. Morph. Ökol. Tiere, 58: 355–372.

Wasilewska, L.; Andrzejewska, L.; Chmielewski, K.; Kaczmarek, M.; Kajak, A.; Makulec, G.; Petal, J. (1985): Biocoenoses of drained peat meadows in the Biebrza ice-marginal valley as compared to other types of

meadows and crop fields. Pol. ecol. Stud., 11: 87–105.

Wasilewska, L., 1991: Long-term changes in communities of soil nematodes on fen peat meadows due to the time since their drainage. Ecol. pol., 39: 59–104.

Weber, F., 1965: Vergleichende Untersuchungen über das Verhalten von *Carabus*-Arten in Luftfeuchtigkeitsgefällen. Z. Morph. Ökol. Tiere, 55: 233–249.

Zöckler, C., 1988: Feuchtwiesenflora und blütenbesuchende Insekten. Ihre Bedeutung für die Grünlandextensivierung. Faun.-Ökol. Mitt., 6: 5–20.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Bernd Bölscher
Zoologisches Institut
der Technischen Universität
Braunschweig
Pockelsstr. 10 a
38106 Braunschweig

Konzept zur Sanierung des Dümmerraumes – Eine Einführung in die Exkursion

Von Helmut Weiß

1. Ausgangslage

Die rd. 300 qkm große Dümmerniederung ist, wie Untersuchungen zeigen, bereits im 14. bis 16. Jahrhundert von Diepholzer Bauern erschlossen worden. Der ursprünglich ungangbare Bruchwald wurde im Laufe der Jahrhunderte der heutigen intensiven landwirtschaftlichen und infrastrukturellen Nutzung zugeführt.

Der Dümmers selbst war einst eine flache, große Mulde mit schwach erkennbaren Ufern. Ein Verlandungsprozeß hat erst zu der Gestalt geführt, wie sie vor der Eindeichung im Jahre 1953 vorzufinden war. Bis dahin richteten Hochwasserereignisse mit bis zu 10 000 ha Überschwemmungsfläche immer wieder größere Ernteschäden an.

Angesichts der Nahrungsmittelknappheit nach dem 2. Weltkrieg kam es zur Realisierung von weitreichenden wasserwirtschaftlichen und Meliorationsplanungen, deren Ursprünge bis zur Jahrhundertwende zurückreichen. Es erfolgte 1953 die Eindeichung des Dümmers – heutige Wasserfläche 12 qkm –, wodurch insbesondere der Hochwasserschutz erreicht wurde.

Die Entwicklung zu einem leistungsstarken Siedlungsraum und attraktiven Fremdenverkehrszentrum wurde ebenfalls erst durch die Eindeichung ermöglicht.

2. Notwendigkeit der Sanierung/Konzept 1992

Vor allem durch Trockenlegung und Abtorfung von Mooren, weiträumige Meliorationen der Niedermoorstandorte, Intensivierung der Landwirtschaft (Massentierhaltung) einerseits sowie Einleitung von Siedlungsabwässern in Zuflüsse des Dümmers andererseits wurde die Nährstofffracht so erhöht, daß sich seit Anfang der 60er Jahre verstärkt Eutrophierungserscheinungen durch

Massenentwicklung von Algen und Schlammabildung zeigten. Um die mit der Intensivierung der Nutzung des Dümmerraumes eingetretenen negativen Auswirkungen in ihren Zusammenhängen besser erkennen zu können, wurden seit 1980 mehrere Gutachten zur Limnologie, Ornithologie, Agrarstruktur usw. erstellt und 1987 vom Land Niedersachsen das sog. Konzept zur langfristigen Sanierung des Dümmerraumes vorgelegt. Im Sept. 1992 wurde dieses Konzept in wesentlichen Punkten durch die jetzige Landesregierung geändert.

Folgende Ziele werden genannt:

1. Naturschutz

Dauerhafte Erhaltung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche des Dümmers und der Dümmerniederung mit den naturraumspezifischen Pflanzen- und Tierarten; dazu gehört auch die Wiederherstellung von besonderen Biotopen, soweit diese erheblich beeinträchtigt oder zerstört sind.

2. Wasserwirtschaft

Erhaltung einer offenen Wasserfläche des Dümmers und die Verbesserung der Gewässergüte der Oberflächengewässer und des Grundwassers durch Verminderung der Nährstoffeinträge.

3. Landwirtschaft

Sicherung der Existenzen der betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe unter Berücksichtigung einer an den Belangen von Naturschutz und Wasserwirtschaft orientierten Bodennutzung.

4. Erholung und Fremdenverkehr

Erhaltung des Dümmers und der Dümmerniederung als Erholungsraum.

Danach ist eine Lösung zu verfolgen, die einerseits den Belangen des Naturschutzes gerecht wird, andererseits die Existenzansprüche der Landwirtschaft und des Fremdenverkehrs sichert und dabei auch die wasserwirtschaftlichen Funktionen des Dümmers berücksichtigt.

Für den Naturschutz wurde im Rahmen einer Definition des Mindestumfanges eine vorläufige Abgrenzung der Kern- und Pufferzone festgelegt.

Die **Kernzone** mit dem Entwicklungsziel Feuchtwiese hat eine Größe von ca. 2100 ha. Die Kernzone wird Naturschutzgebiet mit besonders strengen Festlegungen. Die Schutz- und Entwicklungsziele sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten des Gebietes differenziert auf der Grundlage von Entwicklungs- und Pflegeplänen nach detaillierten Bestandsaufnahmen festzulegen. Insgesamt ist es Ziel, eine Entwicklung in Richtung des ursprünglichen Mosaiks unterschiedlicher Wiesentypen (Sumpfdotterblumenwiesen, Kleinseggenwiesen und Großseggenrieder) einzuleiten bzw. bestehende Reste davon zu erhalten. Hierfür, aber auch für die Erfüllung des Ziels, Feuchtgrünland zum Schutz von Tierarten, insbesondere der auf diese Verhältnisse angewiesenen Vogelarten wie Uferschnepfe, Brachvogel, Bekassine, Rotschenkel, Kampfläufer und Gänse zu erhalten und wieder herzustellen, ist eine extensive Bewirtschaftung (Mähwiesen, extensive Beweidung) erforderlich.

Die angestrebten, gegenüber heute höheren Grundwasserstände führen bei den unterschiedlichen Geländehöhen in einigen Bereichen dazu, daß die Bewirtschaftung nicht mehr zumutbar ist.

Die Bewirtschaftung der in der Kernzone extensiv zu nutzenden bzw. zu pflegenden Flächen soll weiterhin möglichst von den bisher dort wirtschaftenden Landwirten vorgenommen werden, die für die Leistungen für den Naturschutz eine mehrjährig abgesicherte angemessene Vergütung erhalten.

Zur Beratung und Erfolgsbeobachtung wird vor Ort eine Naturschutzstation vom Land betrieben.



Quelle: Ganzert und Pfadenhauer 1988; Ludwig und Belting 1987; Unterlagen der Bezirksregierung Hannover 1985

Abb. 1: Ausbreitung der Ackerflächen in der Dümmerniederung zwischen 1947/48 und 1984
 Aus: Werner Klohn, *Probleme der Raumgestaltung in der Dümmerniederung*, VSAG Band 3, 1992, Vechta



Aus: Werner Klohn, Probleme der Raumgestaltung in der Dämmerniederung, VSAG Band 3, 1992, Vechta

In einer **Pufferzone** von rd. 2500 ha Größe, die die Kernzone umschließt, werden die Ziele des Naturschutzes bereits erreicht, wenn die Landwirtschaft bei in Privateigentum stehenden Flächen auf die vom Standort her gegebene Nutzungsmöglichkeit mit folgenden Festlegungen beschränkt bleibt: Keine Umwandlung von Nieder- und Hochmoorflächen in Acker, keine Veränderung des Bodenreliefs, keine Verstärkung und kein Nachbau der Entwässerung. Gewässer sind weiterhin nur im notwendigen Umfang zu unterhalten.

Die aus Naturschutzsicht anzustrebenden weiteren Nutzungseinschränkungen sollen auf freiwilliger Basis durch den Abschluß von Vereinbarungen über bestimmte Bedingungen wie Düngung, Einsatz von chemischen Mitteln, Bearbeitungszeitraum etc. erreicht werden.

Zur Verwirklichung dieser Zielsetzungen, die über die üblichen Bestimmungen eines Landschaftsschutzgebietes hinausgehen, sowie zur Unterbindung von Handlungen, die zu Gefährdungen oder Störungen der Kernzone führen können, ist dieser Bereich deshalb ebenfalls als Naturschutzgebiet mit entsprechenden Regelungen für die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen festzulegen. Damit wird auch dort die Möglichkeit eröffnet, Erschwerenisausgleich zu gewähren.

Für die **Wasserwirtschaft** sieht das Konzept vor, daß der Dümmmer als beliebtes Naherholungs- und Wassersportgewässer sowie gleichfalls aus ökologischen Gesichtspunkten als offene Wasserfläche erhalten bleiben soll. Die Verlandung durch Schlammablagerungen, die aus der Belastung des Dümmmerwassers mit Pflanzen- und Planktonnährstoffen entsteht, muß daher gestoppt werden. Primäre Voraussetzung dafür ist, die Nährstoffzufuhr zum Dümmmer aus den zufließenden Gewässern zu minimieren. Eine sekundäre Maßnahme ist, die bereits im Dümmerschamm gebundenen Nährstoffe aus dem See zu entfernen.

Als vordringliche Maßnahmen sind daher das Fernhalten hochbelasteter Wasserströme, das Fernhalten

diffuser Einleitungen und die Reinigung bestimmter Wasserströme in Angriff zu nehmen:

- Bornbachumleitung
 - zentrale Abwasserbeseitigung
 - dritte Reinigungsstufe auf den Kläranlagen
 - Einschränkung diffuser Nährstoffeinleitungen
- Weitere wasserwirtschaftliche Maßnahmen:

- naturnaher Gewässerausbau zum Zweck der ökologischen Aufwertung
 - Gewässergüteüberwachung
 - Dümmmerentschlammung
 - fischereibiologische Maßnahmen
- Für die **Landwirtschaft** gibt das Konzept folgende Maßnahmen/Einschränkungen vor:
- standortgerechte Bodennutzung
 - standort- und pflanzengerechte Düngung
 - übergebietsliche Verwertung der Gülleüberschüsse
 - Schaffung einer Biogasanlage und andere techn. Verfahren der Gülleaufbereitung
 - fachliche Beratung

Um auf Dauer einen zielgerichteten Ablauf der Durchführungsmaßnahmen zu gewährleisten, wurde auf örtlicher Ebene der Leiter des Amtes für Agrarstruktur Sulingen als Koordinator eingesetzt, der als Anlauf- und Informationsstelle für Betroffene, Verbände usw. und als Vermittler zu den Behörden zur Verfügung steht.

Alle notwendigen Maßnahmen sind in der Verantwortlichkeit der jeweils zuständigen Behörden durchzuführen.

3. Ausgleich von Konflikten Naturschutz/Landwirtschaft

3.1 Beispiel: Ochsenmoor/Flurneueordnung Dümmmer-Süd

Durch die genannten Ziele war es für die Landwirtschaft nicht mehr möglich, die Flächen im Bereich des Ochsenmoores, eines ca. 850 ha großen Niedermoorgebietes südlich des Dümmers, in ein existenzhaltendes, betriebswirtschaftliches Nutzungskonzept einzubinden. Insbesondere eine landwirtschaftliche

Betroffenheitsanalyse wies durch Erfassung und Analyse folgende Daten nach:

- durchschnittliche Betriebs-Eigenumsfläche
- durchschnittliche Zupacht
- wirtschaftende Betriebe
- Betriebsstandorte
- Betroffenheit

Zur schnellen Realisierung der Naturschutzzielsetzungen wurde seitens des BMU das Vorhaben Ochsenmoor als eigenständiges Projekt von gesamtstaatlich repräsentativer Bedeutung gefördert. Innerhalb von vier Jahren sollten die gesamten Kern- und Teilgebiete der Pufferzone in das Eigentum der öffentlichen Hand überführt werden. Sofern dies durch direkten Ankauf nicht möglich war, sollten Ersatzlandflächen erworben und durch Flurneueordnungsverfahren bis 1992 in die Ziel-lage hineingetauscht werden. Es wurde zur Auflage gemacht, die eigentumsrechtliche Umschreibung (Flurbereinigungsplan) bis 1994 zu vollziehen.

Derzeit ist von folgendem Stand auszugehen:

- anzukaufende Gesamtfläche ca. 850 ha
- im freien Verkauf erworben ca. 550 ha
- Tausch und Umsiedlung von landwirtschaftlichen Betrieben im Rahmen des Flurbereinigungsverfahrens ca. 300 ha

Anmerkung: 1994 wurde eine geänderte Abgrenzung der Kern- und der Pufferzone vorgelegt, die derzeit im einzelnen abgestimmt wird. Es ist abzusehen, daß hierdurch weitere Ankäufe/Tauschmaßnahmen erforderlich werden.

3.2 Durchführung

Die Durchführung des Bodenordnungsverfahrens erschien schon im Ansatz schwierig. Hierzu trugen entscheidend der relativ späte Zeitpunkt der Einleitung des Verfahrens – zunächst nach § 1 FlurbG mit beabsichtigter Umstellung nach §§ 87 ff. FlurbG bei Vorliegen der Voraussetzungen – und der vorgegebene massive Ankauf von Flächen im Zielgebiet bei gleichzeitig unzureichen-

den Ersatzlandankäufen außerhalb von Kern- und Pufferzone bei. Ferner stellten die straffe zeitliche Vorgabe, innerhalb des Ankaufszeitraumes bis 1992 zeitgleich notwendige Flächentransfers durchführen zu müssen, und die jährlich bereitstehenden Finanzierungsmittel die Flurbereinigungsbehörde vor die Aufgabe, nach neuen Wegen der Verfahrensdurchführung zu suchen.

Als weiteres Problem war die Aufstellung eines einheitlichen Bewertungsrahmens zusammen mit den benachbarten Flurbereinigungsverfahren zur Sicherung der wertgleichen Abfindung bei Tauschmaßnahmen zu bewältigen.

Während die übergeordneten wasserwirtschaftlichen Maßnahmen nach dem NWG planfestgestellt werden sollen und damit die Grundlage für die beabsichtigte Umstellung des Verfahrens in eine Unternehmensflurbereinigung nach §§ 87 ff. FlurbG geliefert wird, sollen die flächendeckend vorgesehenen kleineren Maßnahmen, wie Verfüllung bzw. Anstau von Gräben, Aufhebung von Wegen usw., im Plan nach § 41 FlurbG festgestellt werden (Negativplanfeststellung).

Durch die vorgegebene Priorität des Zielflächenenerwerbs und des sich daraus ergebenden ausgeschöpften Ersatzflächenmarktes wurde es nötig, ganze Betriebe aus dem fraglichen Bereich umzusiedeln. Der schnelle Ankaufserfolg von immerhin ca. 550 ha Zielfläche war aufgrund der Betroffenheitsanalyse zu erwarten, da ein extrem hoher Pachtanteil vorhanden war und der landwirtschaftliche Strukturwandel sich zeitgleich als Folge ungünstiger landwirtschaftlicher Rahmenbedingungen verstärkt vollzog. Dies bewirkte andererseits aber einen erheblichen Pachtflächenverlust für die langfristig leistungsfähigen wirtschaftenden Betriebe.

Der verbleibende Eigentümerstamm, der aufgrund des engen Ersatzflächenmarktes keine Ausweichmöglichkeiten hatte, neigte nun zum Verharren und war nicht mehr verkaufsbereit.

Hieraus resultierte insbesondere die Notwendigkeit, mit dem Instrumentarium der Umsiedlung geeignete Ersatzflächen für diese Betriebe im Zielgebiet zu beschaffen. Die schwierige Aufgabe der Bodenordnung war es nun, innerhalb von kürzester Zeit unter Beachtung des Grundsatzes der wertgleichen Abfindung den verbleibenden Betrieben im Wege von Einzelverhandlungen nach § 52 FlurbG (Landverzichtserklärung) in mehreren Schritten geeignete Ersatzflächen zur Verfügung zu stellen. Dabei gingen die Aktivitäten bzgl. der Auswahl der Umsiedlungsstandorte über die Landesgrenze Niedersachsens hinaus.

Zwischenzeitlich sind drei landwirtschaftliche Betriebe aus dem Umfeld der Kern- und Pufferzone des Ochsenmoores auf ihre neuen Standorte umgesiedelt. Hierfür war ein Mittelvolumen von insgesamt 3,26 Mill. DM erforderlich.

Auch am neuen Betriebsstandort war erhebliche Vorarbeit bzgl. der lagerichtigen Bereitstellung möglichst hofnaher Flächen teilweise im Rahmen anderer Flurneuordnungsverfahren erforderlich. Sämtliche bisher durchgeführten Flächentransfers im Rahmen der Umsiedlung wurden ebenfalls über den Einsatz des §-52-FlurbG-Instrumentariums realisiert. Die Umsiedlungsstandorte und Ersatzflächen sind insgesamt zum Flurneuordnungsverfahren Dümmer-Süd hinzugezogen worden. Um eine zeitgerechte Abwicklung des Projekts zu gewährleisten, wurden abgeschlossene Tauschmaßnahmen auf der Grundlage des § 8 (3) FlurbG zu selbständigen Teilverfahren zusammengefaßt, aus dem ursprünglichen Verfahren herausgelöst und bevorzugt abgewickelt.

4. Ausblick

Die Vorgabe, 1994 die Eigentumsübertragung für die in der Flurneuordnung getauschten Flächen vorzunehmen, wird eingehalten. Verfahrenstechnisch wird auf die vorläufige Besitzeinweisung im Rahmen der Flurneuordnung zunächst verzichtet, da Besitzübergänge im einzelnen in den §-52-FlurbG-Erklärungen geregelt sind und die Flächenbereitstellung im Zielgebiet zunächst absoluten Vorrang hat.

Damit konnte erreicht werden, daß die Zielflächen in nur vier Jahren seit der Einleitung des Flurneuordnungsverfahrens bereitgestellt werden konnten. Dies ist zum einen ein Erfolg, der durch neue Verfahrensabläufe bewirkt wurde, zum anderen ist die gute Zusammenarbeit aller Beteiligten, besonders der NLG Verden, des LK Diepholz und der Teilnehmergemeinschaft des Verfahrens Dümmer-Süd, mit dem AfA Sulingen hervorzuheben.

Es ist vorgesehen, daß in einem zweiten verfahrenstechnischen Schritt eine Zusammenlegung der Flächen außerhalb der Kern- und Pufferzone im Interesse der verbleibenden landw. Betriebe durchgeführt wird.

Die in einem besonderen Konzept festzuschreibenden Maßnahmen zur Pflege der wiedervernünftlichen Flächen werden dauerhaft erhebliche Kosten für die öffentliche Hand entstehen lassen. Es ist politische Absicht, auch aus Kostengründen, die örtliche Landwirtschaft mit der Pflege der Naturschutzflächen, fachlich begleitet auch durch eine Naturschutzstation, zu beauftragen.

Anschrift des Verfassers:

Helmut Weiß
Amt für Agrarstruktur
27232 Sulingen

Veröffentlichungen aus der NNA

NNA-Berichte*

Band 1 (1988)

- Heft 1: (vergriffen)
Der Landschaftsrahmenplan · 75 Seiten
Heft 2: Möglichkeiten, Probleme und Aussichten der Auswilderung von Birkwild (*Tetrao tetrix*); Schutz und Status der Rauhfußhühner in Niedersachsen · 60 Seiten

Band 2 (1989)

- Heft 1: Eutrophierung – das gravierendste Problem im Naturschutz? · 70 Seiten
Heft 2: Adventskolloquium der NNA · 56 Seiten
Heft 3: Naturgemäße Waldwirtschaft und Naturschutz · 51 Seiten

Band 3 (1990)

- Heft 1: Obstbäume in der Landschaft/Alte Haustierrassen im norddeutschen Raum · 50 Seiten
Heft 2: (vergriffen)
Extensivierung und Flächenstilllegung in der Landwirtschaft/ Bodenorganismen und Bodenschutz · 56 Seiten
Heft 3: Naturschutzforschung in Deutschland · 70 Seiten

Sonderheft

Biologisch-ökologische Begleituntersuchung zum Bau und Betrieb von Windkraftanlagen – Endbericht · 124 Seiten

Band 4 (1991)

- Heft 1: (vergriffen)
Einsatz und unkontrollierte Ausbreitung fremdländischer Pflanzen – Florenverfälschung oder ökologisch bedenkenlos? Naturschutz im Gewerbegebiet · 88 Seiten
Heft 2: Naturwälder in Niedersachsen – Bedeutung, Behandlung, Erforschung · 80 Seiten

Band 5 (1992)

- Heft 1: (vergriffen)
Ziele des Naturschutzes – Veränderte Rahmenbedingungen erfordern weiterführende Konzepte · 88 Seiten
Heft 2: Naturschutzkonzepte für das Europareservat Dümmer – aktueller Forschungsstand und Perspektiven · 72 Seiten
Heft 3: Naturorientierte Abwasserbehandlung · 66 Seiten
Heft 4: Extensivierung der Grünlandnutzung – Technische und fachliche Grundlagen · 80 Seiten

Sonderheft (vergriffen)

Betreuung und Überwachung von Schutzgebieten · 96 Seiten

Band 6 (1993)

- Heft 1: Landschaftsästhetik – eine Aufgabe für den Naturschutz? · 48 Seiten
Heft 2: „Ranger“ in Schutzgebieten – Ehrenamt oder staatliche Aufgabe? · 114 Seiten
Heft 3: Methoden und aktuelle Probleme der Heidepflege · 80 Seiten

Band 7 (1994)

- Heft 1: Qualität und Stellenwert biologischer Beiträge zu Umweltverträglichkeitsprüfung und Landschaftspflege · 114 Seiten
Heft 2: Entwicklung der Moore · 104 Seiten

Mitteilungen aus der NNA*

1. Jahrgang (1990)

- Heft 1: Seminarbeiträge zu den Themen
– Naturnahe Gestaltung von Weg- und Feldrainen
– Dorfökologie in der Dorferneuerung
– Beauftragte für Naturschutz in Niedersachsen: Anspruch und Wirklichkeit
– Bodenabbau: fachliche und rechtliche Grundlagen (Tätigkeitsbericht vom FÖJ 1988/89)
Heft 2: (vergriffen)
Beiträge aus dem Seminar
– Der Landschaftsrahmenplan: Leitbild und Zielkonzept, 14/15. März 1989 in Hannover
Heft 3: Seminarbeiträge zu den Themen
– Landschaftswacht: Aufgaben, Vollzugsprobleme und Lösungsansätze
– Naturschutzpädagogik
Aus der laufenden Forschung an der NNA
– Belastung der Lüneburger Heide durch manöverbedingten Staubeintrag
– Auftreten und Verteilung von Laufkäfern im Pietzmoor und Freyerer Moor
Heft 4: Kunstausstellungskatalog „Integration“
Heft 5: (vergriffen)
Helft Nordsee und Ostsee
– Urlauber-Parlament Schleswig-Holstein – Bericht über die 2. Sitzung am 24./25. November in Bonn

2. Jahrgang (1991)

- Heft 1: Beiträge aus dem Seminar
– Das Niedersächsische Moorschutzprogramm – eine Bilanz – 23./24. Oktober 1990 in Oldenburg
Heft 2: Beiträge aus den Seminaren
– Obstbäume in der Landschaft
– Biotopkartierung im besiedelten Bereich
– Sicherung dörflicher Wildkrautgesellschaften
Einzelbeiträge zu besonderen Themen
– Die Hartholzaue und ihr Obstgehölzanteil
– Der Bauer in der Industriegesellschaft
Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
– Das Projekt Streuobstwiese 1988–1990
Heft 3: Beiträge aus dem Fachgespräch
– Feststellung, Verfolgung und Verurteilung von Vergehen nach MARPOL I, II und V

- Beitrag vom 3. Adventskolloquium der NNA
– Synthetie und Alloethie bei Anatiden
Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
– Ökologie von Kleingewässern auf militärischen Übungsflächen
– Untersuchungen zur Krankheitsbelastung von Möwen aus Norddeutschland
– Ergebnisse des „Beached Bird Survey“

Heft 4: Beiträge aus den Seminaren

- Bodenentsiegelung
– Naturnahe Anlage und Pflege von Grünanlagen
– Naturschutzgebiete: Kontrolle ihrer Entwicklung und Überwachung

Heft 5: Beiträge aus den Seminaren

- Naturschutz in der Raumplanung
– Naturschutzpädagogische Angebote und ihre Nutzung durch Schulen
– Extensive Nutztierhaltung
– Wegraine wiederentdecken

Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA

- Fledermäuse im NSG Lüneburger Heide
– Untersuchungen von Rehwildpopulationen im Bereich der Lüneburger Heide

Heft 6: Beiträge aus den Seminaren

- Herbizidverzicht in Städten und Gemeinden – Erfahrungen und Probleme
– Renaturierung von Fließgewässern im norddeutschen Flachland
– Der Kreisbeauftragte für Naturschutz im Spannungsfeld von Behörden, Verbänden und Öffentlichkeit

Beitrag vom 3. Adventskolloquium der NNA

- Die Rolle der Zoologie im Naturschutz

Heft 7: Beiträge aus dem Fachverwaltungslehrgang

- Landespflege für Referendare der Fachrichtung Landespflege aus den Bundesländern vom 1. bis 5. 10. 1990 in Hannover

3. Jahrgang (1992)

Heft 1: Beiträge aus dem Fachverwaltungslehrgang

- Landespflege (Fortsetzung)
– Landwirtschaft und Naturschutz
– Ordnungswidrigkeiten und Straftaten im Naturschutz

Heft 2: Beiträge aus den Seminaren

- Allgemeiner Biotopschutz – Umsetzung des § 37 NNatG
– Landschaftsplanung der Gemeinden
– Bauleitplanung und Naturschutz

Beiträge vom 3. Adventskolloquium der NNA

- Natur produzieren – ein neues Produktionsprogramm für den Bauern
– Ornithopoesie
– Vergleichende Untersuchung der Libellenfauna im Oberlauf der Böhme

4. Jahrgang (1993)

Heft 1: Beiträge aus den Seminaren

- Naturnahe Anlage und Pflege von Rasen- und Wiesenflächen
– Zur Situation des Naturschutzes in der Feldmark
– Die Zukunft des Naturschutzgebiets Lüneburger Heide

Sonderheft

„Einer trage des Anderen Last“ – 12782 Tage Soltau-Lüneburg-Abkommen

Heft 2: Beiträge aus dem Seminar

- Betreuung von Schutzgebieten und schutzwürdigen Biotopen
– Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
– Tritt- und Ruderalgesellschaften auf Hof Möhr
– Eulen im Siedlungsgebiet der Lüneburger Heide
– Bibliographie Säugetierkunde

Heft 3: Beiträge aus den Seminaren

- Vollzug der Eingriffsregelung
– Naturschutz in der Umweltverträglichkeitsprüfung
– Bauleitplanung und Naturschutz

Heft 4: Beiträge aus den Seminaren

- Naturschutz bei Planung, Bau und Unterhaltung von Straßen
– Modelle der Kooperation zwischen Naturschutz und Landwirtschaft
– Naturschutz in der Landwirtschaft

Heft 5: Beiträge aus den Seminaren

- Naturschutz in der Forstwirtschaft
– Biologie und Schutz der Fledermäuse im Wald

Heft 6: Beiträge aus den Seminaren

- Positiv- und Erlaubnislisten – neue Wege im Artenschutz
– Normen und Naturschutz
– Standortbestimmung im Naturschutz
Aus der laufenden Projektarbeit an der NNA
– Die Pflanzenkläranlage der NNA – Betrieb und Untersuchungsergebnisse

5. Jahrgang (1994)

Heft 1: Beiträge aus den Seminaren

- Naturschutz als Aufgabe der Politik
– Gentechnik und Naturschutz

* Bezug über die NNA; erfolgt auf Einzelanforderung. Alle Hefte werden gegen eine Schutzgebühr abgegeben (je nach Umfang zwischen 5,- DM und 15,- DM).

