©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Laufener Seminarbeitr. 1/03, S. 7 - 22 • Bayer. Akad. f. Naturschutz u. Landschaftspflege - Laufen / Salzach 2003

Moorrenaturierung - Grundlagen und Anforderungen

Armin SCHOPP-GUTH und Christiane GUTH *

1. Einführung

Nach den Naturschutzgesetzen des Bundes und der Länder sind „Maßnahmen, die zu einer Zerstörung oder sonstigen erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung“ der folgenden Feucht-Biotope führen können, „unzulässig“: Moore, Sümpfe, Röhrichte, seggen- und binsenreiche Nasswiesen, Quellbereiche, naturnahe und unverbaute Bach- und Flussabschnitte, Verlandungsbereiche stehender Gewässer, Bruch-, Sumpf- und Auwälder sowie Salzwiesen (§20c BNatG **). Auch die Europäische Gemeinschaft fordert von ihren Mitgliedsländern in der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie einen konsequenten Schutz für die entsprechenden, in Anhang I aufgelisteten „Lebensräume“ ein. Damit stehen die wesentlichen naturnahen Elemente von Feuchtgebieten und Feuchtlandschaften unter strengem gesetzlichem Schutz. Dennoch werden die Roten Listen für Tier- und Pflanzenarten feuchter Lebensräume länger und länger. Selbst in ausgewiesenen Schutzgebieten verschwinden immer mehr spezifische Feuchtarten, weil sie meist zu klein und zu isoliert sind und von ihrer Umgebung so beeinträchtigt werden, dass sich ihr Zustand nicht erhalten lässt. Auf der anderen Seite verliert die Landschaft zunehmend ihre Wasserrückhaltefähigkeit. Niederschläge werden rasch und oberflächig abgeleitet. Der Oberflächenabfluss von Stark-Niederschlägen richtet oft große Schäden an und macht vermeintlich immer größeren technischen Aufwand zur Wasserführung und Wasserrückhaltung notwendig.

Es ist daher offensichtlich, dass die Unterschutzstellung einzelner, verbliebener Moorbiotope bei weitem nicht ausreicht, um die für Mitteleuropa typische Flora und Fauna der Moore dauerhaft zu sichern und die Funktionen der Moore im Landschaftshaushalt zu erfüllen. Die umfassende Renaturierung dieser Feuchtlebensräume ist notwendig.

2. Begriffe

2.1 Moore, Moorbiotope und Moorlandschaften

Unter Moor wird hier ganz allgemein die landschaftliche Einheit eines Torf- bzw. Moorkörpers verstanden, der sich von seinem mineralischen Untergrund und seiner mineralischen Umgebung abgrenzt (SUCCOW 1988, PFADENHAUER 1994). Ein Moor weist eine spezifische Entwicklungsgeschichte und hydrologische Genese auf. Seine Teilsysteme stehen untereinander, mit ihren Wassereinzugsgebieten und der Atmosphäre in einem funktionalen Zusammenhang, der für die Erhaltung und Renaturierung von größter Bedeutung ist. Seine ursprünglichen landschaftsökologischen Funktionen sind in biotischer Hinsicht die Bereitstellung von Lebensraum für zahlreiche spezifisch an nasse Verhältnisse angepasste Tier- und Pflanzenarten. Zu seinen abiotischen Funktionen zählen die Aufnahme von Stoffen aus dem Stoffkreislauf und ihre dauerhafte Speicherung in den Torfen, die Aufnahme und Retention von Überschusswasser in der Landschaft sowie die ausgleichende Wirkung auf den Wärme- und Luftfeuchtigkeitshaushalt. Auch in ästhetischer Hinsicht kommt naturnahen Mooren hohe Bedeutung zu, hat sich ihr Bild in der Gesellschaft doch von einem als „unkultiviert“, abstoßend, gar bedrohlich empfundenen Landschaftsraum zu einer als angenehm, entspannend und gleichermaßen interessant wirkenden Natur- oder extensiv genutzten Kulturlandschaft gewandelt, wovon nicht nur in moorreichen Gegenden Tourismus und Naherholung profitieren.

Moore in diesem Sinne können mehr oder weniger naturnah sein und dann ihre landschaftsökologischen Funktionen voll erfüllen (Abb. 1). Sie können jedoch auch intensiv genutzt und naturfern sein. In ökologischer Hinsicht sind sie dann tot und bleiben als die Umwelt belastender Torfkörper in der Landschaft erhalten (zur Diskussion landschaftsökologischer Moor-Definitionen siehe z.B. SUCCOW 1988, PFADENHAUER 1994, KAPFER & POSCHLOD 1997, RINGLER 1999, SCHOPP-GUTH 1999). Definitionen, die den Begriff Moor enger fassen, wie z.B. in der Biotopkartierung, oder ausschließlich für Wachstums- und Stillstandskomplexe verwenden, schließen demgegenüber einen entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Zustand aus. Genutzte Moore werden dann vergleichbar dem englischen Begriff „peatlands“ auch als Torflandschaften bezeichnet (z.B. DIERSSEN & HÖRMANN 1999, TREPEL et al. 1999). Zur Darstellung der mit der Moornutzung verbundenen Probleme und Defizite in landschaftsökologischer Hinsicht, die die Notwendigkeit

* Vortrag auf der ANL-Fachtagung „Moorrenaturierungspraxis – Echte Chance oder nur Kosmetik?“ am 3./4. Mai 2000 in Rosenheim.
** bzw. BNatSchGNeuregG § 30.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

zur Renaturierung begründen, erscheint jedoch der hier verwendete Moorbegriff besser geeignet.

Entsprechend dem Prinzip ihrer hydrologischen Entstehung lassen sich in Mitteleuropa acht entwicklungsgeschichtlich-hydrologische Moortypen unterscheiden. Die überwiegend von mineralstoffreichem Grund- und Oberflächenwasser ernährten Grundwassermoore werden 7 Typen zugeordnet: Verlandungsmoore, Versumpfungsmoore, Kesselmoore, Quellmoore, Hangmoore, Durchströmungsmoore und Überflutungsmoore. Bei den durch Niederschläge ernährten Regenmooren ist das hydrologische Entstehungsprinzip vergleichsweise einheitlich, wobei je nach geologischen und reliefbedingten Voraussetzungen sowie Art und Menge der Niederschläge morphologisch deutlich unterscheidbare Varianten auftreten können. Zu ihnen werden hier auch Deckenmoore oder Kondenswassermoore der Gebirgslagen gezählt, die teilweise als eigenständige Typen behandelt werden (STEINER 1992, RINGLER 1999). Ein Moorökosystem kann dabei räumlich und in seiner zeitlichen Entstehung aus unterschiedlichen hydrologischen Moortypen zusammengesetzt sein. Die Begriffe Hoch- bzw. Niedermoor werden im folgenden vorwiegend im Sinne des Biotoptyps verwendet, ansonsten jedoch weitgehend vermieden, da sie in ökologischer, biotoptypischer, bodenkundlicher oder hydrologischer Hinsicht ganz unterschiedliche Bedeutung haben.

2.2 Renaturierung

Unter Renaturierung wird ganz allgemein die Überführung von Ökosystemen oder Lebensräumen in einen naturnäheren Zustand verstanden (PFADENHAUER 1981). Renaturierung schließt dabei die Regeneration mit ein. Eine Regeneration im Sinne der Wiederherstellung eines Zustandes, der dem Ausgangszustand weitgehend nahe kommt, ist allerdings nur bei wenig gestörten Moorökosystemen möglich. In stark gestörten Moorökosystemen ist aufgrund des Torfverlustes und der vollkommen veränderten Torfbeschaffenheit und Hydrologie der Ursprungszustand nicht wiederherstellbar. Von Regeneration kann man

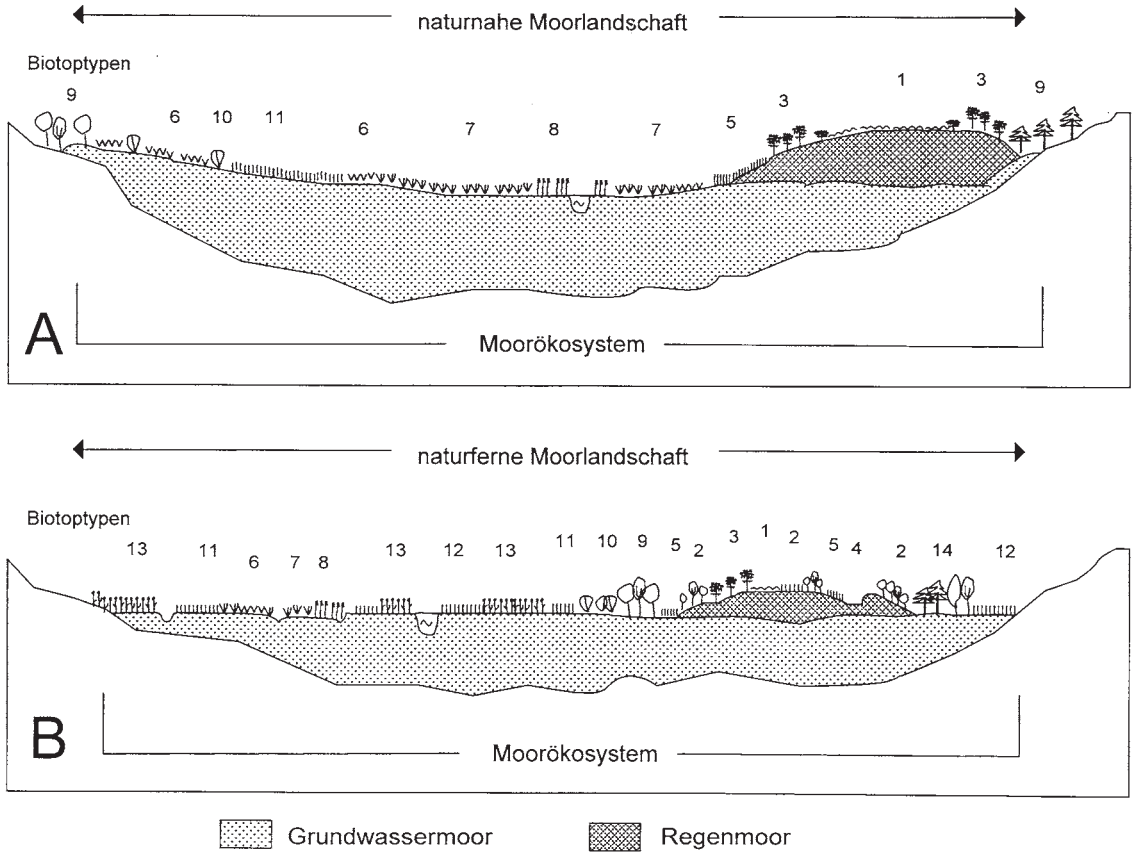

Abbildung 1

Schematischer Schnitt durch ein naturnahes (A) und ein naturfernes (B) Moorökosystem. Die Moore setzen sich zusammen aus einem Grundwassermoor und einem Regenmoor. Sie tragen Moorlandschaften, die sich unter anderem aus Moorbiotopen, Feuchtgrünland-Biotopen und Biotopen der intensiv genutzten Kulturlandschaft zusammensetzen. Nur dort, wo die Biotoptypen Hochmoor, Übergangs- oder Zwischenmoor, Moorwald, Niedermoor, Großseggenried, Röhricht oder Bruchwald auftreten, ist das Moor mehr oder weniger intakt.
Biotoptypen: 1 = Hochmoor, 2 = Hochmoor-Degenerationsstadien, 3 = Moorwald, 4 = Torfstich, 5 = Zwischenmoor, 6 = Niedermoor, 7 = Großseggenried, 8 = Röhricht, 9 = Bruchwald, 10 = Gebüsch nasser Standorte, 11 = Feuchtgrünland, 12 = Intensivgrünland, 13 = Acker, 14 = Forst. (Profil stark überhöht, Darstellung nicht maßstabsgerecht; aus SCHOPP-GUTH 1999.)

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 1

Wiederherstellbarkeit von Torfbildungsprozessen

• = möglich, •• = schwer möglich, ••• = langfristig eventuell möglich, jedoch bei aktuellen Nährstoffeinträgen und Klimaveränderungen Entwicklung noch unklar (?); dunkelgrau = kennzeichnende ökologische Moortypen, hellgrau = beigeordnete ökologische Moortypen

Ökologischer Moortyp / Hydrologischer Moortyp	eutroph	oligo- bis mesotroph kalkhaltig	oligo- bis mesotroph subneutral	mesotroph sauer	oligotroph sauer
Überflutungsmoor	●	●●			
Verlandungsmoor	●	●●	●●	●●	●●● ?
Versumpfungsmoor	●		●●	●●	
Quellmoor	●	●●	●●	●●	
Hangmoor	●		●●	●●	
Durchströmungsmoor		●●● ?	●●● ?	●●● ?	
Kesselmoor			●●	●●● ?	●●● ?
Regenmoor				●●	●●● ?

daher nur dann sprechen, wenn etwa die Wiederherstellung des Torfwachstums, torfbildender Biotoptypen oder eines hydrologischen Torfbildungsprinzips gemeint ist und nicht der ursprüngliche Zustand des Ökosystems (SLIVA 1997).

Doch auch die ursprünglichen hydrologischen Bedingungen der Moorentstehung lassen sich oft nicht oder nur schwer wiederherstellen. Daher müssen beispielsweise für großflächig abgetorfte Regenmoore (SLIVA 1997) oder „vernutzte“ Grundwassermoore (VAN DIGGELEN 1998, SUCCOW 1998) unabhängig vom hydrologischen Entstehungsprinzip je nach Ausgangslage neue Entwicklungsziele für die Renaturierung formuliert werden. Vergleichsweise einfach (wieder-)herstellbar ist durch Einstau ein Verlandungsregime oder Überstau ein Versumpfungsregime, wenn die dauernde Wassersättigung gewährleistet werden kann (Tab. 1). Auch Überrieselungsregime (Hangmoore) oder Quellmoorregime lassen sich wiederherstellen, wenn Entwässerungseinrichtungen entfernt und Zuflüsse wiederhergestellt sind. Schwieriger ist die Wiederherstellung des Torfwachstums bei solchen Mooren, die als „selbstregulierende“ Ökosysteme (JOOSTEN 1993) ihren eigenen Moorwasserstand aufbauen können und ein autonomes Torfwachstum aufweisen, wie Regenmoore, Durchströmungsmoore oder Kesselmoore. Das zugrunde liegende hydrologische Prinzip ist nur dann wiederherstellbar, wenn sie nur gering geschädigt sind. Bei starker Schädigung lassen sich beispielsweise in Kesselmooren auf absehbare Zeit nur Verlandungs- oder Versumpfungsregime herstellen. Bei intensiv genutzten Durchströmungsmooren können in vorflutnahen Bereichen je nach Grundwasserständen Überflutungs- oder Verlandungsregime initiiert werden, in Hanglagen ein Überrieselungsregime (SUCCOW 1998). Ob und wann sich aus letzterem wieder ein Durchströmungsregime entwickeln könnte, ist dabei nicht absehbar. Auch bei Regenmooren werden auf absehbare Zeit, ähnlich der Entwicklung in Handtorfstichen, nur Zwischenmoorstadien möglich sein (PFADENHAUER & GROOTJANS 1999), die innerhalb des degradierten Regenmoorkomplexes eher Verlandungs- oder Versumpfungscharakter aufweisen.

Bei den heute vorherrschenden eutrophierten Böden, Grund- und Oberflächenwassern und den Nährstoffeinträgen über die Luft sind auf absehbare Zeit meist nur eutrophe Wachstumskomplexe zu erreichen. Chancen, oligo- bis mesotrophe Moorwachstumsbedingungen wiederherzustellen, bestehen in Deutschland bestenfalls bei wenigen, nur schwach geschädigten Mooren. Da in oligo- bis mesotrophen Mooren mit autarkem Torfwachstum jedoch die Torfbildungsraten am höchsten sind, muss ihre Wiederherstellung vorrangig betrieben werden. Dabei ist zu beachten, dass selbst im Falle oligotropher, intakter Regenmoore Nähr- und Schadstoffeinträge über die Luft zu Veränderungen des Stickstoff- und Kohlenstoffmetabolismus torfbildender Arten und damit sowohl zu Veränderungen der Stoffumsätze im Akrotelm als auch zu schleichenden Veränderungen der Artenausstattung führen können (z.B. LÜTKE-TWENHÖVEN 1992, FRANKL 1996, VAN DER HEIJDEN et al. 2000). Neben Maßnahmen zur Renaturierung ist hier prinzipiell die Politik zur Verwirklichung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung gefordert.

3. Zustand der Moore in Deutschland und Begründung für die Notwendigkeit zur Renaturierung

3.1 Moorflächenverluste

Von der für den Beginn des 18. Jahrhunderts auf über 1,67 Mio. ha geschätzten und ökologisch intakten

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 2

Geschätzte Fläche von Grundwassermooren und Regenmooren für die Bundesländer und Anteil an der Landesfläche in %. Daten zusammengestellt aus SUCCOW 1988, EIGNER & SCHMATZLER 1991, GROSSE-BRAUCKMANN 1997, DREWS, LANU-SH 1998 schr., ZEITZ et al. 1998, PRECKER 1999, SCHOPP-GUTH 1999, TREPEL et al. 1999, LENSCHOW & THIEL 2000.

	Grundwassermoor		Regenmoor		Moorfläche gesamt	
	ha	%	ha	%	ha	%
Niedersachsen, Bremen	185.000	3,9	250.000	5,3	435.000	9,2
Mecklenburg-Vorpommern	292.000	12,3	5.000	0,23	297.000	12,6
Brandenburg, Berlin	211.000	7,3	200	0,01	211.200	7,3
Bayern	120.000	1,8	45.000	0,8	165.000	2,3
Schleswig-Holstein, Hamburg	115.200	7,4	30.300	1,9	145.500	9,3
Baden-Württemberg	40.000	1,1	20.000	0,6	60.000	1,7
Sachsen-Anhalt	46.000	2,3	160	0,01	46.160	2,3
Nordrhein-Westfalen	36.000	1,1	4.000	0,12	40.000	1,2
Sachsen	3.900	0,2	510	0,03	4.410	0,23
Rheinland-Pfalz, Saarland	2.000	0,1	1.000	0,05	3.000	0,15
Hessen	2.200	0,1	800	0,04	3.000	0,14
Thüringen	1.000	0,06	100	0,01	1.100	0,07
Deutschland gesamt	**1.054.300**	**2,96**	**357.100**	**1,00**	**1.411.400**	**3,96**

Moorfläche Deutschlands dürften heute nur noch etwa 1,41 Mio. ha in überwiegend stark degradiertem Zustand existieren, die knapp 4% der Landfläche Deutschlands bedecken (Tab. 2). Die Flächengrößen und Flächenverluste können dabei nur geschätzt werden, da sie bisher noch nicht einheitlich und verläßlich bilanziert wurden.

Während noch bis Anfang des 20. Jahrhunderts Torfverluste hauptsächlich durch Abbau zur Brenntorfgewinnung verursacht wurden, erfolgen sie heute großflächig durch Torfzersatz aufgrund intensiver Entwässerung vornehmlich für die Landwirtschaft. Dabei wurden je nach Entwässerungstiefe Torfschwundraten bis zu 2 cm festgestellt (EGGELSMANN 1990). In Deutschland ging so innerhalb der vergangenen 250 Jahre mindestens 19% der Moorbodenfläche verloren, wahrscheinlich sogar deutlich mehr (Tab. 3). Für Bayern schätzten SCHUCH et al. (1986) zwischen 1914 und 1985 einen Moorflächenverlust von 37%. Selbst wenn man von 165.000 ha verbleibender Moorfläche in Bayern ausgeht (vgl. Tab. 2), bedeutet dies einen Verlust von 18%. Die größten Flächenverluste traten mit den umfangreichen Entwässerungen zur Intensivierung der Landwirtschaft ab etwa 1950 ein. Das Donaumoos bei Ingolstadt beispielsweise verlor innerhalb des vergangenen Jahrhunderts 29% seiner ursprünglichen Ausdehnung. Dramatisch verlief diese Entwicklung insbesondere bei flachgründigen Mooren wie den Versumpfungsmooren der Lewitz, deren Fläche im Zuge intensiver landwirtschaftlicher Nutzung alleine während der letzten 40 Jahre um 20% schrumpfte.

Die verbliebenen Moorflächen sind nur zu einem geringen Bruchteil intakt. Von den 360 000 ha Regenmoor zeigen ca. 69.000 ha oder 19% naturnahe oder in Renaturierung befindliche Regenmoorbiotope (Tab. 4). Maximal 10.400 ha und damit weniger als 3% der Regenmoore werden in der Biotopkartierung als mehr oder weniger intakter Biotoptyp Hochmoor angesprochen. Auch diese verbliebenen minimalen Restbestände sind akut von Entwässerung und zunehmend von Schadstoffeinträgen bedroht. Sie bedürfen immer größerer Anstrengungen zu ihrer Erhaltung. So ging in Niedersachsen trotz der umfangreichen Bemühungen zur Unterschutzstellung durch das Moorschutzprogramm (NMELF 1981) seit den 80er Jahren die Fläche intakter Regenmoore weiter zurück. Derzeit gelten nur noch 1773 ha als Biotoptyp Hochmoor, etwa 0,7% der ursprünglichen Regenmoorfläche Niedersachsens!

Eine Bilanz für die Grundwassermoore Deutschlands würde mindestens ebenso schlecht ausfallen. Dies insbesondere dann, wenn man bedenkt, dass die meisten der heute verbliebenen eutrophen Röhrichte, Seggenriede oder Bruchgehölze kein adäquater Ersatz für die an diesen Standorten ursprünglichen, oligo- bis mesotrophen Moore darstellen.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 3

Verlust an Moorfläche (Torfbodenfläche) für Deutschland und einige Beispielsgebiete

Gebiet	Zeitraum	Verlust an Torfbodenfläche ca.	Quelle
Deutschland gesamt	1750 - 1980	mind. 19 %	versch. Quellen nach Schopp-Guth 1999
Niedersachsen	1750 - 1980	29 %	NMELF 1981
Bayern	1914 - 1985	37 %	Schuch & al. 1986
Donaumoos	1900 - 1990	29 %	Pfadenhauer & al. 1991
Schleswig-Holstein	1954 - 1998	17 %	Drews 1998, schriftl.
Mecklenburg-Vorpommern	1960 - 1997	mind. 10 %	Lenschow & Thiel 1999
Lewitz	1960 - 1997	20 %	Lenschow & Thiel 1999

3.2 Verlust der Funktionen im Landschaftshaushalt

Moore verdanken ihre Funktion als „Stoffsenken“ im Landschaftshaushalt sowohl dem Einbau von Stoffen in den wachsenden Torfen als auch deren Fähigkeit zur Adsorption und Filterung. Werden sie entwässert wandeln sie sich von einem Nährstoffe entziehenden und damit „entlastenden“ Ökosystem in der Landschaft zu einem „belastenden“ (SUCCOW 1998). Denn bei der Torfzersetzung werden gewaltige Mengen an Kohlenstoff, Stickstoff und anderen im Torf gespeicherten Stoffen frei (Abb. 2). Nimmt man mittlere Lagerungsdichten von 350 g/l und mittlere Torfzersatzraten von 4 mm an, so belaufen sich die in Deutschland jährlich freigesetzten Mengen an Kohlenstoff auf 8,9 Mio. Tonnen (Tab. 5). Kohlenstoff entweicht bei vollständigem oxidativem Abbau als Kohlendioxid, unter anaeroben Bedingungen als Methan. Beide tragen zum Treibhauseffekt bei.

Im Vergleich zu entwässerten produzieren naturnahe Feuchtgebiete ebenso wie wiedervernässte Flächen große Mengen des Treibhausgases Methan (SVENSON & SUND 1992, BLUNIER et al. 1995). Dies wird immer wieder als Problem in Bezug bei Wiedervernässungsmaßnahmen angeführt. AUGUSTIN et al. (1996) zeigten jedoch, dass in der Bilanz der positive Effekt durch die Minderung der CO_2- und N_2O-Freisetzung aus der Torfzersetzung überwiegt. Darüber hinaus dürften die steigende CO_2-Konzentration der Atmosphäre und zunehmende Stickstoffdepositionen die Stoffumsätze in Feuchtgebieten fördern und dabei die Methanfreisetzung stimulieren (SAARNIO et al. 2000). Torfzersatz muss daher flächendeckend gestoppt werden. Dem Treibhauseffekt entgegen wirken allerdings nur wachsende Moore. Die weitestgehende Wiederherstellung des Torfwachstums muss daher vorrangiges Ziel der Renaturierung sein.

Für Stickstoff muss mit einer jährlichen Freisetzung aus den Torfen von ca. 550.000 t gerechnet werden. Zwar wird ein Teil des mineralisierten Stickstoffs in der produzierten Biomasse wieder festgelegt und gegebenenfalls mit der Ernte entzogen. Insbesondere bei ackergenutzten Grundwassermooren können jedoch Stickstoffüberschüsse von über 500 kg/ha/Jahr auftreten (WILD & PFADENHAUER 1997). Ein großer Teil des N-Überschusses wird denitrifiziert und entweicht als harmloser, molekularer Stickstoff (N_2) in die Atmosphäre. Kleinere Teile, die jedoch jeweils bis zu einem Viertel des Überschusses ausmachen können, werden im Zuge komplexer biochemischer Umsetzungen gasförmig als umweltschädigende Stickoxide (NO_X), Lachgas (N_2O) oder Ammoniak (NH_3) freigesetzt, oder treten als Nitrat ins Grund- und Oberflächenwasser (PFADENHAUER 1994). Stickoxide, die an der Ozonbildung in der unteren Atmosphäre beteiligt sind, und Lachgas tragen zum Treibhauseffekt bei, Ammoniak zur Eutrophierung. Nitrat belastet das Grund- und Oberflächenwasser, führt zu Problemen bei der Trinkwassergewinnung und eutrophiert aufgrund seiner hohen Mobilität leicht nährstoffärmere Biotope. Auch Phosphor, Kalium, und andere Mineralstoffe werden in beträchtlichen Mengen bei der Torfzersetzung frei. Die Renaturierung von Mooren ist daher dringend erforderlich, um die N- und C-Bilanzen umzukehren und die Emission von Treibhausgasen sowie die Eutrophierung der Landschaft zu vermindern.

3.3 Bedeutung für Landschaftswasserhaushalt und Klima

Ihre Puffer- und Retentionsfunktion im Landschaftswasserhaushalt haben Moore heute fast vollständig verloren. Denn nur intakte Moore können Niederschläge oder abfließendes Grund- und Oberflächenwasser effektiv zurückhalten. Bei den typischen mitteleuropäischen Regenmooren des Tieflands und des Alpenvorlands erklärt das Akrotelm, die biologisch aktive oberste Moorschicht, einen Großteil der Wasserspeicherkapazität (Diskussionen z.B. bei JOOSTEN 1993, MONEY & WHEELER 1999). Es kann sich bei Wasserüberschüssen ausdehnen und bei Defiziten zusammenziehen, was sich in einer „oszillierenden“ Mooroberfläche äußert. Im wasserleitenden Akrotelm findet gleichzeitig ein gebremster Abfluss zu den Moorrändern statt. Das unterliegende, dauernd wassergesättigte Katotelm wirkt aufgrund der nach unten zunehmenden Torfverdichtung was-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 4

Bestand an Hoch- und Zwischenmoorbiotopen sowie ihren Degenerationsstadien in den Bundesländern (Angaben in ha). Die Daten beruhen überwiegend auf Auswertungen der Biotopkartierungen der Bundesländer. Die Zuordnung zu den verschiedenen Biotoptypen und Degenerationsstadien erfolgte pragmatisch und ist zwischen den Ländern nur eingeschränkt vergleichbar. + = vorhanden, Daten aus der Biotopkartierung standen nicht zur Verfügung.
Quellen: 1: HÖLL & BREUNIG 1995. 2: KAULE 1986. 3: GREBE et al. 1995. 4: PRECKER 1999. 5: Niedersächsisches LfÖ 1996, schriftl. 6: LÖBF Nordrhein-Westfalen 1995, schriftl. 7: FORST et al. 1997. 8: LfU Saarland 1996, schriftl. 9: LfUuG Sachsen 1996, schriftl. 10: LfU Sachsen-Anhalt 1996, schriftl. 11: DREWS, LANU Schleswig-Holstein 1998, schriftl. 12: WESTHUS & VAN HENGEL 1995.

	1 1.1	1.2	1.3	2	3	4	Summe
Biotoptyp	Hochmoor	Pfeifengras-Degenerationsstadien u.a.	Moorheide (Zwergstrauch-Stadien)	Torfstiche, Regenerationsstadien	Zwischen- und Übergangsmoor	Moorwälder (einschl. Birkendegenerationsstadien)	naturnahe und degenerierende bzw. regenerierende Regenmoorbiotope
Baden-Württemberg)[1]	4.213	in 1.1	in 1.1	1.390	1.450	1.402	8.455
Bayern)[2]	2.700	in 1.3	6 700	2 600	in 1.1	in 1	12.000
Brandenburg, Berlin	-	-	-	-	+	+	+
Hessen)[3]	in 2	-	-	-	20	+	20
Mecklenburg-Vorpommern)[4]	324	174	-	272	in 1	3.212	3.710
Niedersachsen)[5]	1.773	12.127	10.135	3.766	530	4.299	32.630
Nordrhein-Westfalen)[6]	662	in 1.1	in 1.1	163	in 1.1	in 1	825
Rheinland-Pfalz)[7]	4	-	-	-	13	+	17
Saarland)[8]	-	-	-	-	2	-	2
Sachsen)[9]	325	in 1.1	in 1.1	184	in 1	in 1	509
Sachsen-Anhalt)[10]	150	in 1.1	in 1.1	3	6.5	in 1	160
Schleswig-Holstein)[11]	141	3.756	850	1.176	402	4.025	10.350
Thüringen)[12]	100	in 1.1	in 1.1	-	in 1.1	+	100
Summe							68.778

serstauend und vermindert Wasserbewegungen und -verluste an der Moorbasis. Auch bei einigen Grundwassermooren, wie torfmoosreichen Kesselmooren oder braunmoosreichen Durchströmungsmooren, ist von einem akrotelm-ähnlichen Funktionieren des Wasserspeichers auszugehen. Darüber hinaus kann insbesondere bei Versumpfungs-, Überflutungs- oder Durchströmungsmooren ein fester Wurzelfilz das Aufschwimmen der Vegetationsdecke und das Speichern von Wasser in unterliegenden „Wasserblasen“ ermöglichen.

Der interne Speicherraum und der Abflusswiderstand durch die aufgebauten Torfe und die Vegetation sorgen damit für eine effektive Wasserrückhaltung. Moore glätten dabei Abflussspitzen, was sich in einer ausgeglicheneren Wasserführung der oberirdisch oder unterirdisch abfließenden Gewässer bemerkbar macht. Fließgewässer mit intakten Mooren in ihren Wassereinzugsgebieten und Überflutungsbereichen sind deshalb weit weniger von Hochwässern betroffen als solche mit degradierten oder ohne Moore (VERRY 1988, RINGLER 1999). Und umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen in Wassereinzugsgebieten können in vergleichsweise kurzer Zeit zur deutlichen Entlastung von Spitzenabflüssen führen (HEY & PHILIPPI 1995).

Darüber hinaus sind Moore direkt oder indirekt an der Grundwasserneubildung beteiligt. Denn sie wirken nicht nur selbst als Wasserreservoir, sie können auch durch die Abflussverzögerung sowie durch Rückstaueffekte den langsamen Übertritt von Oberflächenwasser in tiefere Grundwasserschichten fördern.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Tabelle 5

Geschätzte jährliche Freisetzung von Stickstoff und Kohlenstoff aus der Torfzersetzung für Deutschland bzw. für Bayern. Zugrundegelegt wurde eine mittlere Lagerungsdichte von 200 g/l und eine mittlere Torfzersatzrate von 0,7 cm pro Jahr. Die mittleren Stickstoffgehalte wurden für Grundwassermoortorfe mit 3,3 % und für Regenmoortorfe mit 1,2 % berechnet, die mittleren Kohlenstoffgehalte mit 45 %.

	Fläche (ha)	**N** (Tonnen)	**C** (Mio. Tonnen)
Deutschland:			
Grundwassermoorböden	1.054.300	487.100	6,64
Regenmoorböden	357.100	60.000	2,25
Summe	1.411.400	547.100	8,89
Bayern:			
Grundwassermoorböden	120.000	55.440	0,76
Regenmoorböden	45.000	7.560	0,28
Summe	165.000	63.000	1,04

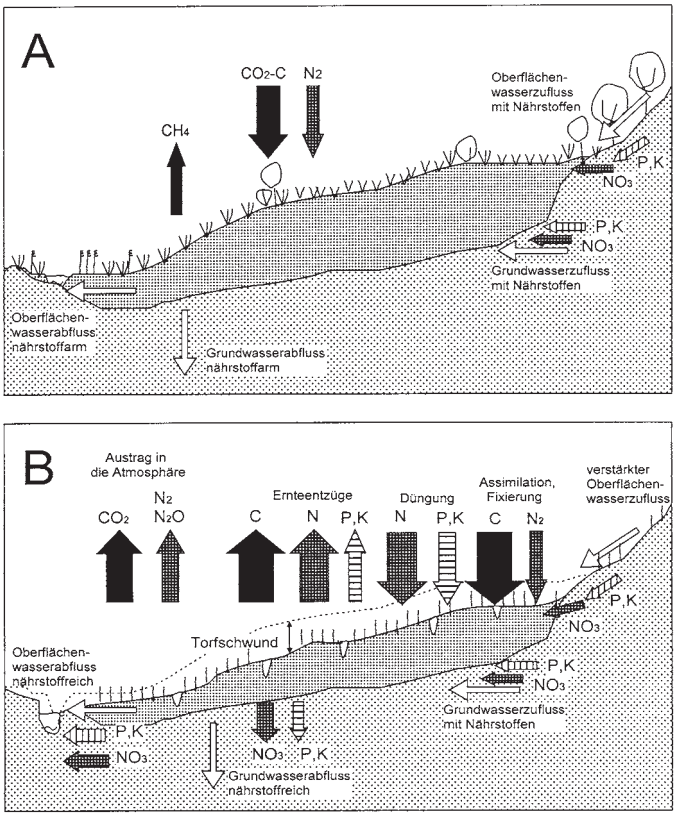

Abbildung 2

Schematische Darstellung der Stoffflüsse in einem naturnahen (A) und einem entwässerten, intensiv genutzten (B) Grundwassermoor (verändert n. PFADENHAUER 1994 aus SCHOPP-GUTH 1999). Das naturnahe Moor legt als akkumulierendes Ökosystem Kohlenstoff und Stickstoff in den Torfen fest und entzieht dem Stoffkreislauf Nährstoffe. Bei Entwässerung werden Stickstoff, Kohlenstoff und andere Stoffe durch Mineralisation der Torfe freigesetzt und gelangen in die Atmosphäre und ins Grundwasser.

Auch für das Lokalklima spielen Moore eine nicht zu unterschätzende Rolle. Sie gelten in der Landschaft als Kaltluft-Entstehungsräume und tragen durch ihre Verdunstungsleistung zur Steigerung der Luftfeuchtigkeit bei (EGGELSMANN 1990).

3.4 Gefährdung von Arten und Lebensräumen

Moortypische Arten stellen ganz spezifische ökologische Ansprüche an ihre Lebensräume, die anderswo nicht gegeben sind und ihnen nirgendwo sonst das Überleben ermöglichen (siehe z. B. BURMEISTER et al. 1990, BLAB 1993, KAPFER & POSCHLOD 1997, LIPSKY 1999, RINGLER 1999). Entsprechend den enormen Flächenverlusten weisen daher die Tier- und Pflanzenarten naturnaher Moore ebenso wie Biotoptypen bundesweit hohe Gefährdungsgrade auf (RIECKEN et al. 1994, BfN 1996, 1998). Einzigartige, immer wassergesättigte Nischen

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

bieten beispielsweise die Torfmoosdecken und Bult-Schlenken-Komplexe der Regenmoore. In ihnen finden sich zahlreiche gefährdete Pflanzenarten, wie die Torfmoose S*phagnum magellanicum, Sphagnum fuscum* oder *Sphagnum pulchrum. Sphagnum affine* als wesentlicher Torfbildner nordwestdeutscher Regenmoore ist stark gefährdet und heute selbst im Biotoptyp Hochmoor kaum mehr anzutreffen. Unter den Blütenpflanzen sind u. a. die Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*), die Polei-Gränke (*Andromeda polifolia*), die Sonnentauarten *Drosera rotundifolia* und *Drosera intermedia*, das Scheidige Wollgras (*Eriophorum vaginatum*) oder der Gagelstrauch (*Myrica gale*) gefährdet.

Als stark gefährdete Arten der Regenmoorschlenken und der sauren Zwischenmoore gelten der Weichstendel (*Hammarbya paludosa*), die Blasenbinse (*Scheuchzeria palustris*), die Schlammsegge (*Carex limosa*) oder das Torfmoos *Sphagnum obtusum*. Für Glazial-Relikte, wie der vom Aussterben bedrohte Moor-Steinbrech (*Saxifraga hirculus*), stellen intakte Moore unersetzbare Rückzugsgebiete dar. Schleichende Veränderungen, wie sie u. a. durch erhöhte Stickstoffeinträge über die Luft hervorgerufen werden, können zum Verlust der Arten führen.

Unter den Tierarten sind zahlreiche Wirbellose mit spezifischer Anpassung an Strukturen intakter Regenmoore zu nennen. Stark gefährdete Bewohner der Bulte oder der etwas trockeneren Torfmoosrasen sind z. B. die Schmetterlingsarten Moosbeerenbläuling (*Vacciniina optilete*), Rotbraune Torfmooseule (*Eugraphe subrosea*), Regenmoor-Heidelbeereule (*Paradiarsia sobrina*) und Hochmoorgelbling (*Colias palaeno*), die Ameisenarten Uralameise (*Formica uralensis)* und Schwarzglänzende Moorameise (*Formica transkaukasica*), die Spinnenart *Pardosa sphagnicola* oder die Käferart Kupfer-Glanz-Flachläufer (*Agonum ericeti*). Wasserführende Schlenken oder Kolke benötigen z. B. die gefährdeten Käferarten *Laccophilus variegatus, Hydroporus neglectus* oder *Ilybius aenescens*. Auch zahlreiche Libellenarten, wie die vom Aussterben bedrohte Hochmoor-Mosaikjungfer (*Aeshna subarctica*), oder die stark gefährdeten Arten Kleine Moosjungfer (*Leucorrhinia dubia*) und Arktische Smaragdlibelle (*Somatochlora arctica*) leben in Schlenken und Moorgewässern. Die gefährdeten Käferarten *Pityogenes bistridentatus* oder *Cocinella hieroglyphica* besiedeln vorzugsweise Moorkiefernwälder.

Am Beispiel einer Metapopulation der Hochmoor-Mosaikjungfer zeigte STERNBERG (1995), dass der Schlüpferfolg in Larvalhabitaten durch Klimaschwankungen von Jahr zu Jahr stark schwankt. Die Metapopulation benötigt dabei ein ausreichendes Angebot an geeigneten Lebensräumen in erreichbarer Nähe, das die Wiederbesiedelung von Habitaten ohne Schlüpferfolg erlaubt. Viele Moore liegen jedoch heute zu isoliert oder sind auf Restflächen zusammengeschrumpft, die angesichts von natürlichen Klimaschwankungen oder anthropogenen Klimaveränderungen und Schadstoffeinträgen nicht mehr die erforderliche Bandbreite an geeigneten Lebensräumen bieten, so dass solchen als Metapopulation existierenden Arten Wiederbesiedelungen nicht möglich sind.

Insbesondere Wirbeltieren, die ganz oder vorzugsweise Moore besiedeln, reichen die heute verbliebenen, mehr oder weniger kleinflächigen Moorreste als Lebensraum nicht aus. Vogelarten wie der Bruchwasserläufer (*Tringa glareola*), die Sumpfohreule (*Asio flammeus*), das Birkhuhn (*Tetrago tetrix*) oder der Goldregenpfeifer (*Pluvialis apricaria*) benötigen beispielsweise großflächige naturnahe Regen- und Grundwassermoorkomplexe als Lebensraum. Ihre Populationen gingen durch die einschneidenden Meliorationsmaßnahmen und die Intensivierung der Landwirtschaft in den 60er und 70er Jahren drastisch zurück. Obwohl parallel dazu umfangreiche Unterschutzstellungen der verbliebenen naturnahen Biotope und aufwändige, aber immer nur partielle Wiedervernässungsmaßnahmen erfolgten, ließen sich beispielsweise in der Diepholzer Moorniederung die Populationen von Birkhuhn und Goldregenpfeifer nicht stabilisieren (Abb. 3). Ihr Lebensraum ist aufgrund komplexer ökologischer Zusammenhänge kurzfristig nicht wiederherstellbar. Gerade für solche anspruchsvollen Indikatoren der Umweltqualität reichen einzelne, biotopbezogene Wiedervernässungen nicht mehr aus. Sowohl in intensiv genutzten Moorlandschaften als auch in noch naturnahen Mooren

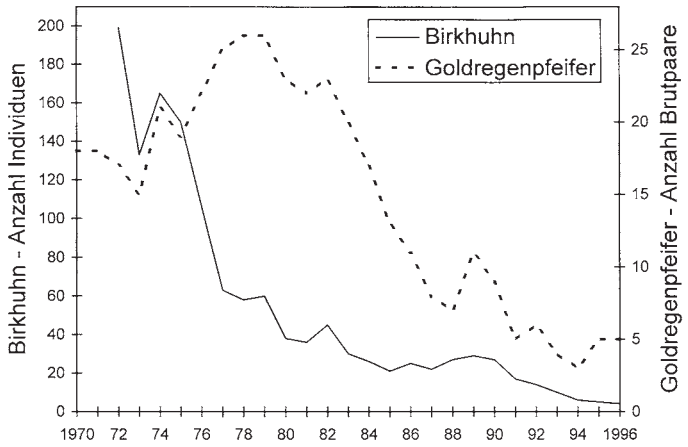

Abbildung 3

Bestandsentwicklung von Birkhuhn und Goldregenpfeifer in der Diepholzer Moorniederung von 1970 bis 1996 (aus HECKENROTH & LÜDERWALDT 1997).

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

sind daher gebietsbezogene Konzepte unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Wassereinzugsgebiete, Pufferzonen und die Biotopvernetzung erforderlich.

4. Forderungen für ein umfassendes Moorschutzprogramm

Moorschutzprogramme stehen in Deutschland schon seit längerem in der Diskussion, obwohl ein umfassender Ansatz noch fehlt, wie er etwa in der Schweiz gewählt wurde (z.B. GRÜNIG 1998). Das Niedersächsische Moorschutzprogramm (NMELF 1981, 1986) kann als eines der ersten Moorschutzprogramme gelten, das bezüglich der erfassten Moorfläche umfassend vorging. Es war allerdings auf Regenmoore beschränkt und segregierend ausgerichtet. Ziel war, noch naturnahe Moorbiotope oder abgetorfte Moorteile aufzunehmen und zur Unterschutzstellung vorzusehen, während auf den übrigen Moorflächen die Abtorfung zugelassen oder die landwirtschaftliche Nutzung weitgehend intensiviert wurde. Konzepte für letztere wurden erst später aufgegriffen, zunächst überwiegend auf der Basis einer naturschutzfachlichen Neubewertung von „Hochmoorgrünland“ und weniger unter Berücksichtigung landschaftsökologischer Erfordernisse (SCHMATZLER 1994). In einigen Bundesländern, wie z.B. Mecklenburg-Vorpommern (LENSCHOW & THIEL 2000), gibt es inzwischen von Seiten des Naturschutzes vielversprechende Ansätze zu einem umfassenden Moorschutzprogramm. Anforderungen dazu wurden in letzter Zeit vermehrt formuliert oder Konzepte entwickelt (z.B. EDOM & WENDEL 1998, POSCHLOD & BLOCH 1998, TREPEL & SCHRAUTZER 1998, SCHOPP-GUTH 1999, SLIVA et al. 1999), bedürfen jedoch in den meisten Bundesländern noch der politischen Umsetzung.

Ein landschaftsökologisch ausgerichtetes Moorschutzprogramm darf sich angesichts der gewaltigen ökologischen Defizite nicht nur auf die Erhaltung oder Renaturierung noch mehr oder weniger intakter Moore und Moorteile oder von einzelnen Torfabbauflächen beschränken. Es muss gleichzeitig die flächendeckende Renaturierung intensiv genutzter und degradierter Moore einschließen (PFADENHAUER & GROOTJANS 1999, SLIVA et al. 1999). Dabei gibt es auch in sogenannten „moorarmen Regionen“, deren Quell- und Überflutungsmoore schon seit langem stark gestört oder zerstört sind, erheblichen Renaturierungsbedarf. Um Zielvorstellungen für die zukünftige Entwicklung einzelner Moorgebiete zu entwerfen, sind Moorinventare notwendig, die neben der Arten- und Biotopausstattung sowie deren Gefährdungsursachen Informationen zu Moortyp, Hydrologie, Böden, Nutzung, Nutzungsgeschichte und möglichen Nutzungsalternativen, landschaftsökologischen Funktionen und Beeinträchtigungen, Renaturierbarkeit und der Biotopverbundfunktion im Raum vorhalten (SCHOPP-GUTH 1999, SLIVA et al. 1999).

Die Umsetzung eines solchen Moorschutzprogrammes ist im Sinne einer integrierten Naturschutzpolitik nicht nur Aufgabe der Naturschutzverwaltungen, sondern auch Aufgabe der Verwaltungen anderer Landnutzer, wie Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Raum- und Landschaftsplanung (PFADENHAUER 1994). Einige Anforderungen an Naturschutz und Landnutzung werden im folgenden kurz skizziert:

4.1 Naturschutz

Für den Naturschutz muss die Erhaltung und Wiederherstellung wachsender Moore aufgrund ihrer Seltenheit und landschaftsökologischen Bedeutung im Vordergrund stehen (Tab. 6). Dies schließt die Erhaltung und Wiederherstellung der unterschiedlichen Moortypen einschließlich regionaler Varianten sowie ihrer charakteristischen Arten und Lebensräume ein. Als zweite Aufgabe stellt sich der Schutz und die Erhaltung solcher extensiv genutzter Moorlebensräume, die seltenen und gefährdeten moortypischen Arten einen sekundären Lebensraum bieten. Oft muss dabei eine gewisse Entwässerung und damit eine langsame Degradierung der Moore in Kauf genommen werden, zumindest solange bis sich die Bestände der Arten an ihren natürlichen Standorten erholt haben. Als dritte Aufgabe schließlich muss der Naturschutz den Anstoß und die Begründung der Notwendigkeit zur Umwandlung von derzeitigen Intensivnutzungen in Mooren hin zur Einführung von moorschonenden, d.h. den Torfzersatz minimierenden, Nutzungsalternativen geben. Langfristig müssen diese in nachhaltige Wirtschaftsweisen überführt werden, bei denen zumindest in Teilbereichen auch Torfwachstum möglich ist.

Um Torfwachstum in Gang zu bringen, müssen geeignete Flächen vollkommen vernässt werden. In Mooren mit noch artenreichem Feuchtgrünland kommt es daher nicht selten zu Konflikten zwischen der notwendigen Wiedervernässung, die meist mit der Nutzungsaufgabe verbunden ist, und dem Wunsch nach Beibehaltung einer Pflege oder Bewirtschaftung zur Erhaltung der Populationen einzelner Arten. Dies betrifft in der Regel solche Arten, deren primäre Lebensräume weitgehend vernichtet wurden und die heute ihren Verbreitungsschwerpunkt in Feuchtwiesen, Torfstichen, an Gräben und anderen pflege- und meist entwässerungsabhängigen oder sekundären Lebensräumen haben. In Mooren können diese nutzungsabhängigen Lebensräume oft artenreicher als die Primär-Lebensräume sein. Darüber hinaus erreichen manche seltene und gefährdete Arten bei Grünland- oder anderen Nutzungen höhere Populationsdichten als an ihren natürlichen Standorten in intakten Mooren. Für die Vegetation lässt sich dies beispielsweise mit der Auflichtung der Pflanzendecke und mit dem Nährstoffentzug durch Abtrans-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

port des Mähgutes erklären, wodurch die Konkurrenzfähigkeit auch schwach- und niedrigwüchsiger Arten steigt. So erreichen beispielsweise die Mehlprimel (*Primula farinosa*) oder das Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*) in gemähten Kopfbinsenrieden höhere Dichten als in ungemähten (SCHOPP-GUTH 1993). Auch entwickeln sich viele Kleinseggenriede bei Verbrachung zu artenarmen Großseggenbeständen (SCHRAUTZER & JENSEN 1999), was sich durch Auteutrophierung und Nährstoffeinträge über die Luft oder das Grundwasser erklären lässt.

Teilweise werden daher Wiedervernässungsmaßnahmen bzw. die damit oft verbundene Verbrachung sowohl von vegetations- als auch von tierökologischer Seite skeptisch beurteilt oder als Eingriff in Natur und Landschaft gewertet (z.B. LIPSKY 1999). Entsprechend gewinnen Verbrachung, Vernässung nährstoffärmerer Biotope durch eutrophiertes Wasser oder anhaltender Überstau als Gefährdungsursachen für Rote-Liste-Arten zunehmend an Bedeutung (BINOT-HAFKE et al. 2000). Konfliktsituationen zwischen naturnaher Entwicklung und Beibehaltung bestimmter Pflegemaßnahmen können dabei sowohl im Fall der Wiedervernässung weitgehend naturnaher Moore wie dem Wurzacher Ried (BÖCKER et al. 1997) als auch im Fall stark degradierter Moore wie dem Donaumoos (NIEDZIELLA 2000) auftreten und müssen unbedingt im Vorlauf von Maßnahmen abgeklärt werden.

Unstrittig ist die Notwendigkeit zur Pflege von Streuwiesen und anderem Naß- und Feuchtgrünland, um deren reichhaltige Artenausstattung dauerhaft zu erhalten (z.B. PFADENHAUER 1989, QUINGER et al. 1995, ROSENTHAL et al. 1998, RINGLER 1999, SCHRAUTZER & JENSEN 1999, WEID 1999, THORN 2000). Oft wird dabei die Aufrechterhaltung von Entwässerungsgräben als notwendig erachtet, um den hydrologischen Ansprüchen bestimmter Pflanzengesellschaften zu entsprechen und um Pflegemaßnahmen überhaupt beibehalten zu können. Darüber hinaus kann beispielsweise in kalk-oligotrophen Verlandungsmooren niederschlagsreicher Gebiete die Aufrechterhaltung einer leichten Entwässerung zur Erhaltung von Kleinseggenrieden sinnvoll sein, um Nährstoffeinträgen über die Luft, der oberflächigen Versauerung durch belastete Niederschläge oder der „Verhochmoorung“ als natürlichem Sukzessionsprozess entgegenzuwirken (BELTMANN et al. 1995).

Bei Quell- oder Durchströmungsmooren ist dagegen zur Erhaltung von Kalk-Kleinseggenrieden die Wiederherstellung ausreichender Grundwasserzuflüsse und die Wasserrückhaltung notwendig (KOERSELMAN & VERHOEVEN 1995, VAN DIGGELEN 1998). Auch wenn wir Relief und Hydrologie ganzer Moorlandschaften betrachten, wird klar, dass die Wiedervernässung stärker entwässerter Moorteile in der Regel zur Vernässung von verbliebenen Feuchtgrünlandresten führen wird. Darüber hinaus sind Feuchtwiesen für Wiedervernässungsmaßnahmen mit dem Ziel der Wiederansiedlung torfbildender Arten besonders interessant, weil hier am ehesten ausreichend Wasser zur Verfügung steht und die vergleichsweise wenig degradierte Bodenstruktur eine dauernd nasse Wasserführung begünstigt.

In solchen Fällen muss unter Umständen ein mit der Verbrachung verbundener Artenverlust auf Einzelflächen in Kauf genommen werden und ist aus Naturschutzsicht nicht unbedingt negativ zu bewerten, insbesondere wenn für die betroffenen Arten Ersatzlebensräume bestehen oder geschaffen werden können. Denn bei den meisten Wiedervernässungsmaßnahmen kann nicht ad hoc mit der Bildung gehölzfreier, lückiger und torfbildender Stadien gerechnet werden. Beim Einstau von Grundwassermooren dürften auch bei ausreichender Wasserverfügbarkeit verbuschende oder artenarme Stadien aus Röhricht- und Seggenriedarten solange auftreten, bis die Bodenstrukturen ein funktionsfähiges Akrotelm und das Wiedereinsetzen von Torfwachstum erlauben.

Von Seiten des Naturschutzes muss die Pflege insbesondere dann überdacht werden, wenn sie nur über den Einsatz immer schwererer Maschinen leistbar ist. Denn die optimale Pflege von Hand oder unter Einsatz leichter Spezialfahrzeuge wird mit dem Rückzug der Landwirtschaft aus nassen Flächen zunehmend teurer. Die als Kompensation gedachte Breit- und Doppelbereifung wirkt gerade bei schweren Maschinen ähnlich wie eine Walze. Bei durchfeuchteten Mineralböden wurden beispielsweise trotz verringertem Auflagedruck enorme Druckbelastungen im Unterboden verbunden mit Porenschädigung und verringerter Durchwurzelungstiefe nachgewiesen (EHLERS 1999, 2000). Für Nassgrünland dürften solche Effekte fatal sein. Die ohnehin durch Sackung verdichteten Torfe werden flächig zusammengepresst und verlieren so zunehmend ihre Wasserleit- und Quellfähigkeit. Nicht nur an Staunässe und Wechselfeuchte angepasste Arten werden dabei zuungunsten typischer Streuwiesen- und Feuchtgrünlandarten gefördert, auch die Renaturierung zu wachsenden Mooren wird für die Zukunft erschwert. Pflege mit schweren Maschinen sollte insbesondere dann unterbleiben, wenn etwa intakte kalkreiche Quellmoore mit sehr empfindlichen Quellkuppen oder kalkreiche Durchströmungsmoore mit Kleinseggenrieden betroffen sind, deren Wasserversorgung ausreicht, um Gehölzbewuchs oder Verhochmoorung zu verhindern.

Auch wenn auf Einzelflächen ein Artenverlust zugunsten einer naturnäheren Entwicklung in Kauf genommen wird, sollten Vernässungen prinzipiell ohne den Verlust von spezifischen Feuchtarten innerhalb eines Moorgebietes erfolgen. Daher ist rechtzeitig vor Einsetzen der Wiedervernässung ein geeignetes Management zur Erhaltung der betreffenden Populationen notwendig. Dieses kann z.B. Aushagerung oder auch die aktive Umsiedlung der Arten einschließen. Solche Feuchtgrünlandarten, die auf regelmäßige Bewirtschaftung angewiesen sind, sollten in

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

nicht vernässbaren Randbereichen von Moorkomplexen angesiedelt werden. Hier könnten spezielle Mahd- oder Beweidungssysteme die gezielte Ausbreitung und Etablierung sowohl von Planzen- als auch von Tierarten fördern (BAKKER 1989, FISCHER et al. 1995). Dabei sind genaue Kenntnisse des populationsbiologischen Verhaltens der Arten und ihrer Ansprüche an den Lebensraum notwendig und ggf. in einem Begleitprogramm zu erforschen.

Die Wiederherstellung artenreicher Feuchtwiesen oder oligo- bis mesotropher und torfbildender Seggenriede ist in jedem Fall nur schwer möglich (z.B. ROSENTHAL 1992, HELLBERG 1995, PATZELT 1998, ROSENTHAL et al. 1998). Besonderes Anliegen bei Renaturierungen muss jedoch gerade der Erhalt und die Wiederherstellung nährstoffarmer Zustände und Biotope sein. Sind die Ausgangsbedingungen schon oligo- bis mesotroph, so ist eine unkontrollierte Überflutung oder die Einleitung von nährstoffreichem Wasser unbedingt zu verhindern. Eine genaue Analyse der hydrologischen Voraussetzungen und Möglichkeiten ist unerlässlich, aus der sich mögliche Entwicklungen abschätzen lassen (z.B. VAN DIGGELEN 1998). Bei allen Wiedervernässungsmaßnahmen ist ein genaues und regelmäßiges Monitoring unbedingt erforderlich, um gegebenenfalls auf unerwünschte Veränderungen reagieren zu können (siehe BÖCKER et al. 1997, HELLBERG et al. 2000).

Tabelle 6

Anforderungen an den Naturschutz in einem landschaftsökologischen Moorschutzprogramm

Ziele	Maßnahmen zum Wasserhaushalt	Pflege und Nutzung, weitere Maßnahmen	Zielbiotope bzw. erwünschte Effekte auf die Biotopausstattung
1. Erhalt und Wiederherstellung wachsender Moore	Wiedervernässung je nach Moortyp und Ausgangslage durch Wasserrückhaltung, großräumige Anhebung der Grundwasserstände, Ausdeichung bzw. Wiederherstellung natürlicher Überflutungsregime	Sukzession, Aufgabe von Nutzung oder Pflege; z.T. sind die Wiedervernässung unterstützende Maßnahmen bzw. Initialpflege notwendig; großräumig Verhinderung von Nähr- und Schadstoffeinträgen, z.B. durch Nutzungsextensivierung in Wassereinzugsgebieten, Maßnahmen zur Luftreinhaltung usw.	Erhaltung oder Entwicklung wachsender Moore: vorwiegend Torfmoosrasen, Kleinseggenriede, Großseggenriede, Röhrichte, auch Moorwälder, Bruchwälder und Feuchtgebüsche
2. Schutz und Erhaltung extensiv genutzter Moorlebensräume und Moorlandschaften	Wiedervernässung soweit möglich; ggf. extensive Grabenpflege notwendig	Verhinderung von Verbrachung, Sukzession und Vernässung durch Pflege oder an hohe Wasserstände angepaßte Nutzung; in der Regel keine Düngung, ggf. leichte organische Düngung möglich, kein Pestizideinsatz; langfristig Entwicklung von Konzepten zur Ansiedlung pflegeabhängiger Arten in Randbereichen von Mooren oder nicht vernäßbaren Teilen	Erhaltung artenreicher Seggenriede, Pfeifengraswiesen (*Molinion*), Feuchtwiesen (*Calthion*); Erhaltung seltener und gefährdeter Arten; ggf. muß ein geringer Torfzersatz zugunsten pflegeabhängiger Arten und Biotope in Kauf genommen werden
3. flächendeckende Umwandlung von derzeitigen Intensivnutzungen in an hohe Wasserstände angepaßte, alternative Nutzungen	Rückbau von Entwässerungseinrichtungen, Wiedervernässung auf möglichst hohe Wasserstände zur Reduzierung der Torfzehrung	in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft Entwicklung moorschonender, alternativer Nutzungen mit Wasserständen um die Geländeoberfläche; Abschaffung torfzehrender Wirtschaftsweisen; ggf. Verhinderung torfzehrenden Gehölzbewuchses; kein Pestizideinsatz, in der Regel keine Düngung, bei eutrophen Mooren ggf. Rieselfeld-Nutzung denkbar; teilweise Nutzungsaufgabe, insbesondere in Mooren, bei denen nährstoffärmere Zustände erreichbar sind	Seggenriede, Röhrichte (vorwiegend Mähnutzung, in Randbereichen Beweidung), Bruchgehölze (ggf. energetische Nutzung), Torfmoosdecken (ggf. Plaggennutzung bei ausreichendem Torfmooswachstum); Ziel ist die Torfstabilisierung und in geeigneten Moorbereichen die Initiierung von Torfwachstum

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

4.2 Wasserwirtschaft

Den Schlüssel für die Entwicklung von Moorlandschaften hält die Wasserwirtschaft, von deren Maßnahmen auch die übrigen Landnutzer abhängen. In Ihrer Verantwortung liegt die Wiederherstellung von Mooren als natürliche Wasserretentionsräume mit weitgehend natürlichem Wasserhaushalt. Die Wasserabflüsse müssen dazu minimiert und im Fall der Grundwassermoore die Wasserzuflüsse wiederhergestellt werden. Rückhaltebecken, Überflutungspolder und ähnliche technische Konstruktionen können die landschaftsökologischen Leistungen intakter Moore bei weitem nicht erreichen und sind keine Alternative.

4.3 Land- und Forstwirtschaft

Die Landwirtschaft steht in Feuchtgebieten generell vor der Aufgabe, an moortypische Grundwasserstände angepasste Nutzungen zu entwickeln, wenn sie sich nicht prinzipiell aus der Nutzung zurückziehen will. Die derzeitigen Programme der Landwirtschaft, wie Programme zur Grünlandextensivierung, zur Umwandlung von Acker in Grünland, zum Verzicht auf Herbizide und Pflanzenschutzmittel, sind allesamt nicht geeignet, die mit der Nutzung von Moorökosystemen verbundene Belastung der abiotischen Ressourcen zu vermindern und dem Rückgang moortypischer Tier- und Pflanzenarten entgegenzusteuern. Sie sollten für Moorökosysteme Standard einer nicht finanziell auszugleichenden „ordnungsgemäßen landwirtschaftlichen Bodennutzung“ sein und sind bestenfalls ein Schritt in die richtige Richtung (SCHOPP-GUTH 1998). Im schlechtesten Fall tragen sie gerade in stark entwässerten und landwirtschaftlich intensiv genutzten Moorgebieten als fehlgeleitete Subventionen dazu bei, dass umweltunverträgliche Nutzungen weiter beibehalten werden können. Solche Programme, die eher als Marktentlastungs- und weniger als Umweltprogramme entwickelt wurden, gehen von Nutzungsintensitäten aus, die dem abiotischen und biotischen Ressourcenschutz in Mooren bei weitem nicht gerecht werden. So sind etwa Grundwasserstände von 60-70 cm unter Flur, Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumdüngung oder Weidelgras-Weißkleeweiden, wie sie aus landwirtschaftlicher Sicht für eine rentable, sogenannte „extensive“ Rinderhaltung auf Grundwassermoorböden als notwendig erachtet werden (z.B. DEBLITZ et al. 1994), sicher nicht im Sinne eines umfassenden Moorschutzes.

Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsprogramme der Landwirtschaft müssen daher direkt auf die Anforderungen des Moorschutzes abgestimmt werden. So dürfen in Moorlandschaften nur Nutzungssysteme finanziert werden, die an dauernd hohe Wasserstände angepasst sind. Dies erfüllen heute meist nur Pflegeprogramme des Naturschutzes, etwa zur Beibehaltung einer Streuwiesen- oder Feuchtgrünlandmahd. Sie reichen allerdings zur Erhaltung von Moorlandschaften derzeit bei weitem nicht aus. Agrar-Umwelt-Programme müssen daher sinnvoll und eindeutig umweltentlastend umgebaut werden (vgl. BRONNER 2000). Denkbar sind z.B. die Förderung der Feuchtgrünland-, Röhricht- und Seggenriednutzung, die sich nicht nur an der traditionellen Verwertung als Rauhfutter oder Einstreu, sondern auch an Alternativen orientieren muss, wie der Verwendung als Baustoff, Dämmstoff, Energierohstoff oder Zusatz für Gartenerde (WICHTMANN & KOPPISCH 1998, SUCCOW 1998, PFADENHAUER 1999). Auch die Beweidung mit leichten, robusten Tierrassen zumindest in Randbereichen von Mooren kann sowohl aus landwirtschaftlicher Sicht vertretbar (z.B. LUICK 1995) als auch aus naturschutzfachlicher Sicht sinnvoll sein (BARTH et al. 2000). Solche angepaßten Nutzungen sind im Sinne der Agenda 21 der Rio-Konferenz nicht nur ökologisch „nachhaltig“, sondern könnten bei Umleitung der derzeitigen, oft als Umweltleistungen deklarierten „Subventionen“ der Landwirtschaft auch durchaus ökonomisch rentabel sein (siehe HAMPICKE 1997). Programme, die die Einhaltung hoher Grundwasserstände in Mooren gewährleisten, könnten darüber hinaus Entlastung für die Umwelt bringen und gleichzeitig sinnvoll marktentlastend oder neuartige Märkte erschließend wirken.

Aus vielen Bereichen, in denen das Torfwachstum wieder in Gang gebracht werden könnte, werden sich die Landwirtschaft und andere Nutzungen jedoch sukzessive ganz zurückziehen müssen. Dies gilt prinzipiell auch für die Forstwirtschaft, die ihre Bewirtschaftungsrichtlinien bereits deutlich den Erfordernissen des Moorschutzes anpasst und bei der Wiedervernässung ehemals zur forstlichen Nutzung entwässerter Moore vielfach mit gutem Beispiel vorangeht (z.B. POPP 1994, BAUER 1999, ZOLLNER & CRONAUER 1999).

4.4 Raum- und Landschaftsplanung

Um für die Moore Deutschlands zumindest eine ausgeglichene Stickstoff- und Kohlenstoff-Bilanz zu erreichen, müssten mindestens 50%, d.h. eine Fläche von etwa 700.000 ha, voll vernässt werden. Wollen wir zumindest Schritte in diese Richtung unternehmen, so ist dazu neben einem bundesweiten Inventar von Moorlandschaften notwendig, alle Moorökosysteme als Vorrangflächen für den Naturschutz und für Wiedervernässungen von Bebauung, anderweitiger Beplanung oder torfzehrenden Nutzungen freizuhalten. Die Wassereinzugsgebiete sind in Konzepte zur Wiedervernässung mit einzubeziehen.

Dies betrifft nicht nur Moore und Moorreste, die noch in mehr oder weniger naturnahem Zustand verblieben sind, sondern auch heute degradierte Moore, die verstärkter planerischer Bearbeitung bedürfen. Neben mehr oder weniger großflächigen zählen dazu auch kleinflächige Vermoorungen, z.B. in Quellbereichen und Auen der vergleichsweise moorarmen Mittelgebirge. Entwicklungsplanungen insbesondere für Moore mit hohem landwirtschaftlichen Nutzungsdruck müssen dabei entsprechend der Vernäs-

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

sungsmöglichkeit zoniert und entsprechend der anzustrebenden Nutzungen differenziert erfolgen (z. B. NIEDZIELLA 2000). Dabei wird erheblicher Abstimmungsbedarf zwischen unterschiedlichen Fachdisziplinen und die Formulierung von auch für die Landnutzer akzeptablen Teilzielen für bestimmte Zeitabschnitte notwendig sein. Oft werden die Ziele des Moorschutzes nur langfristig und mit enormem finanziellem Aufwand zu erreichen sein. Dies entbindet jedoch nicht von der Verantwortung, die Industrienationen wie Deutschland tragen, wenn sie von Dritte-Welt-Staaten etwa die Erhaltung von Feuchtgebieten oder der Regenwälder als grüne Lungen der Welt in internationalen Konventionen (Ramsar-, Biodiversitäts-, Klimaschutz-Konvention) einfordern und gleichzeitig ihre eigenen grünen Lungen und Wasserspeicher unwiederbringlich vernichten.

5. Folgerungen

Ein Schutzprogramm für Moorökosysteme und Moorlandschaften ist bundesweit notwendig, das alle Moore unabhängig von ihrer Größe einschließt. In diesem sind regionale Ziele für die zukünftige Moorentwicklung auszuarbeiten, die Arten- und Biotopschutz gleichermaßen wie die landschaftsökologische Funktionsfähigkeit berücksichtigen. Priorität hat die Wiederherstellung wachsender Moore. Dabei sind insbesondere nährstoffarme Zustände und Biotope wiederherzustellen. Da mindestens 50% der Moorfläche, d.h. für Deutschland ca. 700.000 ha, voll vernässt werden müssten, um eine ausgeglichene N- und C-Bilanz für die Moore Deutschlands zu erzielen, sind langfristige Planungen erforderlich.

Renaturierungen müssen großflächig erfolgen, nicht nur bezogen auf einzelne Flächen oder Restbiotope. Sie müssen unter Berücksichtigung der aktuell und zukünftig zur Verfügung stehenden Wassermengen für das gesamte Moorgebiet einschließlich seines Wassereinzugsgebietes geplant werden. Dabei kann die Verminderung des Torfzersatzes und die Erhaltung der Funktion der Moore als Wasserspeicher und als Lebensraum nur durch Verzicht auf Entwässerung und einschneidende Wiedervernässung erreicht werden. Hohe Wasserstände sind insbesondere in den Sommermonaten zu garantieren. Dies schließt herkömmliche Forst- oder Landwirtschaft, auch die sogenannte „extensive Grünlandwirtschaft“, weitgehend aus. Alternative Landnutzungskonzepte sind deshalb zu entwickeln bzw. die Nutzung einzustellen.

6. Dank

Herzlicher Dank gilt allen Mitarbeitern von Landesämtern und Ministerien, die freundlicherweise Daten zur Biotopkartierung und zu Moorflächen zur Verfügung stellten.

Literatur

AUGUSTIN, J.; W. MERBACH, W. SCHMIDT & E. REINIG (1996):
Effect of changes of temperature and water table on trace gas emission from minerotrophic mires.- Angewandte Botanik 70, 45-51.

BAKKER, J.P. (1989):
Nature Management by Grazing and Cutting.-. Geobotany 14. Kluwer, Dordrecht. 400 p.

BARTH, U.; T. GREGOR, P. LUTZ, C. NIEDERBICHLER, J. PUSCH, A. WAGNER & I. WAGNER (2000):
Zur Bedeutung extensiv beweideter Nassstandorte für hochgradig bestandsbedrohte Blütenpflanzen und Moose.- Natur und Landschaft 75(7), 292-300.

BAUER, A. (1999):
Schutz der staatseigenen Moore.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 49-53.

BELTMANN, B.; T. VAN DEN BOEK, & S. BLOEMEN (1995):
Restoration of acidified rich-fen ecosystems in the Vechtplassen Area: Sucess and failures.- In: Wheeler, B.D., S.C. Shaw, W.J. Foit & R.A. Robertson (eds.): Restoration of temperate Wetlands. Wiley, Chichester. 273-286.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (BfN) (Hrsg.) (1996):
Rote Liste gefährdeter Pflanzen Deutschlands.- Schriftenreihe für Vegetationskunde 28. 744 S.

——— (1998):
Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55. 434 S.

BINOT-HAFKE, M.; R. BUCHWALD, H.J. CLAUSNITZER, H. DONATH, H. HUNGER, J. KUHN, J. OTT, W. PIPER, F.J. SCHIEL & M. WINTERHOLLER (2000):
Ermittlung der Gefährdungsursachen von Tierarten der Roten Liste am Beispiel der gefährdeten Libellen Deutschlands – Projektkonzeption und Ergebnisse.- Natur und Landschaft 75(9/10), 393-401.

BLAB, J. (1993):
Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. 4. Aufl.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 24. 479 S.

BLUNIER, T.; J. CHAPELLAZ, J. SCHWANDER, B. STAUFFER & D. RAYNOUD (1995):
Variations in atmospheric methane concentration during Holocene epoch.- Nature 374, 46-49.

BÖCKER, R. (Hrsg.) (1997):
Erfolgskontrolle im Naturschutz am Beispiel des Moorkomplexes Wurzacher Ried.- Agrarforschung in Baden-Württemberg 28. Ulmer Verlag, Stuttgart. 336 S.

BRONNER, G. (2000):
Öko-MEKA in der Diskussion – Umweltorientierte Gestaltung eines landwirtschaftlichen Förderprogramms.- Natur und Landschaft 75(8), 323-327.

BURMEISTER, E.; K. GÖTTLICH, T. GROSPIETSCH & G. KAULE, (1990):
1. Begriffsbestimmungen anhand der Moortypen Mitteleuropas.- In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. Schweizerbarth, Stuttgart. 1-58.

DEBLITZ, C.; U. BALLIET, S. KREBS & M. RUMP (1994):
Extensive Grünlandnutzung in den östlichen Bundesländern.- Schriftenreihe d. BMELF, Reihe A, Heft 429. 356 S.

DIERSSEN, K. & G. HÖRMANN (1999):
Bedeutung und Entwicklungsmöglichkeiten von Grünland auf vererdeten Hochmoortorfen – Perspektiven des Naturschutzes aus ökosystemarer Sicht.- Telma 29, 213-224.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

EDOM, F. & D. WENDEL (1998):
Grundlagen zu Schutzkonzepten für Hang-Regenmoore des Erzgebirges.- In: Sächsische Akademie für Natur und Umwelt (Hrsg.): Ökologie und Schutz der Hochmoore im Erzgebirge. Dresden. 31-77.

EGGELSMANN, R. (1990):
4.5 Moor und Wasser – 4.6 Wasserregelung im Moor.- In: Göttlich, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde. Schweizerbarth, Stuttgart. 288-348.

EHLERS, W (1999):
Bodenschäden durch Zuckerrübenernte.- Land & Forst 12/99, 36-38.

——— (2000):
Schwerlast auf dem Ackerboden.- In: Agrarbündnis (Hrsg.): Der Kritische Agrarbericht 2000. ABL Verlag, Rheda-Wiedenbrück. 153-157.

EIGNER, J. & E. SCHMATZLER (1991):
Handbuch des Hochmoorschutzes – Bedeutung, Pflege, Entwicklung. 2. Aufl.- Greven, Kilda. 158 S.

FISCHER, S.;P. POSCHLOD & B. BEINLICH (1995):
Die Bedeutung der Wanderschäferei für den Artenaustausch zwischen isolierten Schaftriften.- In: Beinlich, B. & H. Plachter (Hrsg.): Ein Naturschutzkonzept für die Kalkmagerrasen der Schwäbischen Alb: Schutz, Nutzung und Entwicklung. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württ. (Karlsruhe) 83, 229-256.

FORST, M.; R. HIERLMEIER, A. KIEBEL & B. RUTHSATZ (1997):
Hoch- und Zwischenmoore in Trockenmaaren der Vulkaneifel.- Angewandte Landschaftsökologie 14. 481 S.

FRANKL, R. (1996):
Zur Vegetationsentwicklung in den Rottauer Filzen (südliche Chiemseemoore) im Zeitraum von 1957 bis 1992.- Bayreuther Forum Ökologie 37. 223 S. + Anhang.

GREBE, R. et al. (1995):
Biosphärenreservat Rhön: Rahmenkonzept für Schutz, Pflege und Entwicklung. Planungsbüro Grebe & al. (Bearb.).- Neumann-Verlag, Radebeul. 402 S.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1997):
Moore und Moor-Naturschutzgebiete in Deutschland – eine Bestandsaufnahme.- Telma 27, 183-215.

GRÜNIG, A. (1998):
Erfolgskontrolle Moorschutz Schweiz.- In: Naturschutzzentrum Bad Wurzach (Hrsg.): Zehn Jahre Naturschutzgroßprojekt Wurzacher Ried. Margraf Verlag, Weikersheim. 155-166.

HAMPICKE, U. (1997):
Warum ist Landnutzung oft so unwirtschaftlich?- Verhandl. Gesellschaft f. Ökologie 27, 253-262.

HELLBERG, F. (1995):
Entwicklung der Grünlandvegetation bei Wiedervernässung und periodischer Überflutung.- Dissertationes Botanicae 243. Cramer, Berlin, Stuttgart. 271 S.

HELLBERG, F.; A. NAGLER, H. KLUGKIST & A. SCHOPPENHORST (2000):
Pflege und Entwicklung einer Niederungslandschaft im Bremer Becken am Beispiel des Naturschutzgebietes „Westliches Hollerland (Leher Feld)“.- Natur und Landschaft 75(1), 17-27.

HEY, D.L. & N.S. PHILIPPI (1995):
Flood reduction through wetland restoration: The Upper Mississippi river basin as a case history.- Restoration Ecology 3, 4-17.

HÖLL, N. & T. BREUNIG (1995):
Biotopkartierung Baden-Württemberg. Ergebnisse der landesweiten Erhebungen 1981-1989.- Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg (Karlsruhe) 83. 544 S.

JOOSTEN, H. (1993):
Denken wie ein Hochmoor.- Telma 23, 95-115.

KAPFER, A. & P. POSCHLOD (1997):
Sümpfe und Moore: Biotope erkennen, bestimmen, schützen.- Hutter, C.P. (Hrsg.): Biotop-Bestimmungsbücher. Weitbrecht-Verlag, Stuttgart. 135 S.

KAULE, G. (1986):
Arten und Biotopschutz.- Ulmer Verlag, Stuttgart. 461 S.

KOERSELMAN, W. & J. VERHOEVEN (1995):
Eutrophication of mire ecosystems – external and internal nutrient sources and restoration strategies.- In: Wheeler, B.D., S.C. Shaw, W.J. Foit & R.A. Robertson (eds.): Restoration of temperate Wetlands. Wiley, Chichester. 91-112.

LENSCHOW, U. & W. THIEL (2000):
Das Moorschutzkonzept des Landes Mecklenburg-Vorpommern – Ansätze zur Lösung der durch Entwässerung verursachten ökonomischen und ökologischen Probleme.- Natur und Landschaft 75(8), 317-322.

LIPSKY, H. (1999):
Einige Aspekte der Moorrenaturierung aus tierökologischer Sicht.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 91-108.

LÜTKE-TWENHÖVEN, F. (1992):
Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren.- Mitt. AG Geobotanik Schleswig-Holstein und Hamburg (Kiel) 44. 171 S.

LUICK, R. (1995):
Modelle zur extensiven Rinderbeweidung als Folgenutzung von Wirtschaftsgrünland.- In: Landesanstalt f. Umweltschutz (Hrsg.): Landschaftspflege – Quo vadis? (II). Karlsruhe. 57-68.

MONEY, R.P. & B.D. WHEELER (1999):
Some critical questions concerning the restorability of damaged raised bogs.- Applied Vegetation Science 2, 107-116.

NIEDZIELLA, I. (2000):
Entwicklungskonzept Donaumoos – Wege zur Leitbildfindung und Akzeptanzförderung. Natur und Landschaft 75(1), 28-34.

NMELF (NIEDERSÄCHSISCHER MINISTER FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN) (1981, 1986):
Niedersächsisches Moorschutzprogramm. Hannover. Teil 1 (1981), 37 S. + Karten. Teil 2 (1986), 41 S. + Karten.

PATZELT, A. (1998):
Vegetationsökologische und populationsbiologische Grundlagen für die Etablierung von Magerwiesen in Niedermooren.- Dissertationes Botanicae 297. 215 S.

PFADENHAUER, J. (1981):
Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen der Moor-Renaturierung.- In: Universität Hohenheim (Hrsg.): Daten u. Dokumente zum Umweltschutz 31, 75-82.

——— (1989):
Gedanken zur Pflege und Bewirtschaftung voralpiner Streuwiesen aus vegetationskundlicher Sicht.- Schriftenr. Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz 95, 25-42.

——— (1994):
Renaturierung von Niedermooren. Ziele, Probleme, Lösungsansätze.- In: Böcker, R. & A. Kohler (Hrsg.): Feuchtgebiete – Gefährdung, Schutz, Renaturierung. Heimbach, Ostfildern. 57-73.

——— (1999):
Renaturierung von Mooren im süddeutschen Alpenvorland.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 9-24.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

PFADENHAUER, J.; G.M. KRÜGER & E. MUHR (1991): Ökologisches Gutachten Donaumoos.- Schr.R. Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz 109. 88 S.

PFADENHAUER, J. & A. GROOTJANS (1999): Wetland restoration in Central Europe.- Applied Vegetation Science 2, 95-106.

POPP, H. (1994): Renaturierung des Häuselloh-Moores in Oberfranken (Rückblick, waldbauliche, hydrologische Maßnahmen, erste Erfolge).- Telma 24, 213-220.

POSCHLOD, P. & D. BLOCH (1998): Verbreitung, Nutzungsgeschichte und heutige Situation der Moore in Baden-Württemberg.- In: Naturschutzzentrum Bad Wurzach (Hrsg.): Zehn Jahre Naturschutzgroßprojekt Wurzacher Ried. Margraf Verlag, Weikersheim. 173-188.

PRECKER, A. (1999): Die Regenmoore Mecklenburg-Vorpommerns – Vorläufig abschliessende Auswertung der Untersuchungen zum Regenmoor-Schutzprogramm des Landes Mecklenburg-Vorpommern.- Telma 29, 131-145.

QUINGER, B.; U. SCHWAB, A. RINGLER, M. BRÄU, R. STROHWASSER & J. WEBER (1995): Lebensraumtyp Streuwiesen. Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.9. Bayer. Staatsmin. f. Landesentwicklung u. Umweltfragen, Bayer. Akad. f. Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.). München. 396 S.

RIECKEN, U.; U. RIES & A. SSYMANK (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland.- Schr.-Reihe Landschaftspflege u. Naturschutz 41. 184 S.

RINGLER, A. (1999): Moorentwicklung in Bayern post 2000: Dezentral, kooperativ, aber nicht ziellos.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 109-152.

ROSENTHAL, G. (1992): Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen.- Dissertationes Botanicae 182. Cramer, Berlin, Stuttgart. 283 S.

ROSENTHAL, G.; J. HILDEBRANDT, C. ZÖCKLER, M. HENGSTENBERG, D. MOSSAKOWSKI, W. LAKOMY & I. BURFEINDT (1998): Feuchtgrünland in Norddeutschland – Ökologie, Zustand, Schutzkonzepte.- Angewandte Landschaftsökologie 15. 291 S. + Anhang.

SAARNIO, S.; T. SAARINEN, H. VASANDER & J. SILVOLA (2000): A moderate increase in the annual CH_4 efflux by raised CO_2 or NH_4NO_3 supply in a boreal oligotrophic mire.- Global Change Biology 6, 137-144.

SCHMATZLER, E. (1994): Naturschutzfachliche Bewertung der Hochmoore in Niedersachsen – Stand April 1994.- Telma 24, 221-227.

SCHOPP-GUTH, A. (1993): Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftung auf populationsbiologische Merkmale von Streuwiesenpflanzen und das Samenpotential im Boden.- Dissertationes Botanicae 204. 168 S.

——— (1998): Anforderungen des Naturschutzes an die Landnutzung in Niedermooren.- In: Naturschutzzentrum Bad Wurzach (Hrsg.): Zehn Jahre Naturschutzgroßprojekt Wurzacher Ried. Margraf Verlag, Weikersheim. 189-212.

——— (1999): Renaturierung von Moorlandschaften – Naturschutzfachliche Anforderungen aus bundesweiter Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Grundwassermoore.- Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 57. 220 S.

SCHRAUTZER, J. & K. JENSEN (1999): Quantitative und qualitative Auswirkungen von Sukzessionsprozessen auf die Flora der Niedermoorstandorte Schleswig-Holsteins.- Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 7, 219-240.

SCHUCH, M.; W. LAFORCE & W. MEINDL (1986): Die Moorvorkommen Bayerns und ihr derzeitiger Zustand. Telma 16, 11-21.

SLIVA, J. (1997): Renaturierung von industriell abgetorften Hochmooren am Beispiel der Kendlmühlfilzen. Utz Verlag, München. 221 S.

SLIVA, J.; G. KUHN, U. WILD, H.J. SCHLEIFER, M. KURZ & J. PFADENHAUER (1999): Methoden der Inventarisierung und Bewertung der bayerischen Moore – als Grundlage für ein Moorentwicklungskonzept.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 65-78.

STEINER, G.M. (1992): Österreichischer Moorschutzkatalog.- Grüne Reihe 1. Bundesministerium f. Umwelt, Jugend u. Familie, Wien. 509 S.

STERNBERG, K. (1995): Regulierung und Stabilisierung von Metapopulationen bei Libellen am Beispiel von Aeshna subarctica elisabethae Djakonov im Schwarzwald (Anisoptera: Aeshnidae).- Libellula 14(1/2), 1-39.

SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. Bornträger, Berlin, Stuttgart. 340 S.

——— (1998): Nutzung, Nutzen und zukünftige Nutzbarkeit von Niedermoorstandorten.- In: Naturschutzzentrum Bad Wurzach (Hrsg.): Zehn Jahre Projekt Wurzacher Ried. Margraf Verlag, Weikersheim. 21-33.

SVENSSON, B.H. & I. SUNDH (1992): Factors affecting methane production in peat soils.- SUO 43(4-5), 183-190.

THORN, M. (2000): Auswirkungen von Landschaftspflegemaßnahmen auf die Vegetation von Streuwiesen.- Natur und Landschaft 75(2), 64-73.

TREPEL, M. & J. SCHRAUTZER (1998): Bewertung von Niedermoorökosystemen für den Ressourcenschutz und Artenschutz in Schleswig-Holstein und ihre Entwicklungsmöglichkeiten.- Die Heimat 105(3/4), 45-62.

TREPEL, M.; M. BODE, E.W. REICHE & J. SCHRAUTZER (1999): Bedeutung von Nährstoffausträgen aus Niedermooren und Strategien ihrer Vermeidung. Ökologie-Zentrum Kiel: unveröff. Abschlussbericht des LAWA-Vorhabens K5.64. 95 S. + Anhang.

VAN DER HEIJDEN, E.; S.K. VERBEEK & P.J.C. KUIPER (2000): Elevated atmospheric CO_2 and increased nitrogen deposition: effects on C and N metabolism and growth of the peat moss *Sphagnum recurvum* P. Beauv. var. *mucronatum* (Russ.) Warnst. Global Change Biology 6, 201-212.

VAN DIGGELEN, R. (1998): Moving Gradients – Assessing restoration prospects of degraded brook valleys. Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen. Van Denderen bv, Groningen. 183 S.

VERRY, E.S. (1988): Wetlands and water. Water Quality Bulletin 13, 17-20.

WEID, R. (1999): Renaturierungs- und Pflegemaßnahmen von oberbayerischen Mooren.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 25-48.

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

WESTHUS, W. & U. VAN HENGEL (1995):
Biotope in Thüringen - Situation, Gefährdung, Schutz. Thüringer Landesanstalt f. Umwelt (Hrsg.). Naturschutzreport 9. 255 S.

WILD, U. & J. PFADENHAUER (1997):
Stickstoffhaushalt auf Niedermoor-Renaturierungsflächen im Donaumoos.- Verhandlungen Gesellschaft f. Ökologie 27, 235-242.

WICHTMANN, W. & D. KOPPISCH (1998):
Nutzungsalternativen für Niedermoore am Beispiel Nordostdeutschlands.- Zeitschrift f. Kulturtechnik und Landentwicklung 39, 162-168.

ZEITZ, J.; H. LEHRKAMP & M. KNIEPER (1998):
Karte der Niedermoore Brandenburgs – Grundlage für Maßnahmen des Niedermoorschutzes.- Telma 28, 273-283.

ZOLLNER, A. & H. CRONAUER (1999):
Wiedervernässung und Durchforstung als Maßnahmen zur Renaturierung bewaldeter Moore in Bayern – erste Versuchsergebnisse.- Laufener Seminarbeiträge 6/98, 55-64

Anschrift der Verfasser:

Dr. Armin Schopp-Guth & Christiane Guth
Büro für Landschaftsökologie und GIS-Entwicklung, Umweltbildung
Eichenweg 7
D-53604 Bad Honnef
Tel. 02224/961818
schopp-guth@t-online.de

©Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)

Zum Titelbild: Angestauter Graben in einem verheideten Hochmoor (Weidfilz bei Seeshaupt, Landkreis Weilheim-Schongau) nach 5 Jahren: *Calluna vulgaris* (Heidekraut) ist durch *Eriophorum vaginatum* (Scheidiges Wollgras) ersetzt; die Wasserfläche mit flutendem *Sphagnum cuspidatum* (Schmalblättriges Torfmoos) weitgehend zugewachsen; zu tief stehende Waldkiefern (*Pinus sylvestris*) und Spirken (*Pinus uncinata*) sind abgestorben. (vgl. Beitrag von BRAUN/SIUDA auf S. 171-186) (Foto: Wolfgang Braun)

Laufener Seminarbeiträge 1/03
Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)
ISSN 0175-0852
ISBN 3-931175-69-3

Die Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege ist eine dem Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen angehörende Einrichtung.

Die mit dem Verfassernamen gekennzeichneten Beiträge geben nicht in jedem Fall die Meinung der Herausgeber wieder. Die Verfasser sind verantwortlich für die Richtigkeit der in ihren Beiträgen mitgeteilten Tatbestände.

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwedung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung der AutorInnen oder der Herausgeber unzulässig.

Schriftleitung und Redaktion: Dr. Notker Mallach (ANL, Ref. 12) in Zusammenarbeit mit Dr. Christian Stettmer (ANL)
Satz: Christina Brüderl (ANL), Fa. Hans Bleicher, Laufen (Farbseiten)
Druck und Bindung: Lippl Druckservice GmbH, Tittmoning
Druck auf Recyclingpapier (100% Altpapier)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge (LSB)

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 1_2003

Autor(en)/Author(s): Schopp-Guth Armin, Guth Christiane

Artikel/Article: Moorrenaturierung - Grundlagen und Anforderungen 7-22