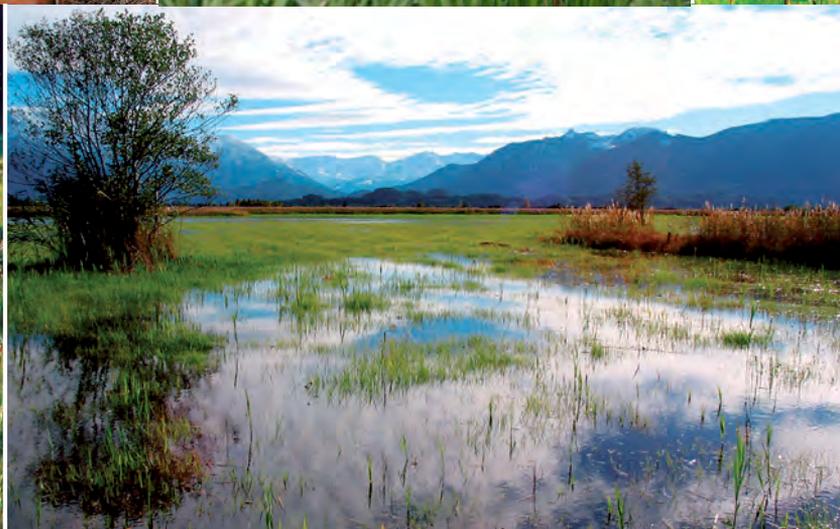


Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern



Bayerisches Landesamt
für Umwelt

Leitfaden der Niedermoor- renaturierung in Bayern



Bayerisches Landesamt
für Umwelt

Augsburg, 2005 – ISBN 3-936385-56-4

Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 – 0
Fax: (0821) 90 71 – 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Verfasser: Dr. Alfred und Ingrid Wagner
Büro für Vegetations- und Landschaftsökologie
Kappelweg 1
82497 Unterammergau
Tel.: (08822) 94 4 – 34
Fax.: (08822) 94 4 – 35
E-Mail: wagner-ugau@t-online.de

Redaktion: Rainer Fuß, Bayerisches Landesamt für Umwelt
Layout: Klaus Schweizer, Bayerisches Landesamt für Umwelt
Druck: Kessler Druck + Medien, Bobingen
Bezug: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Zitiervorschlag: Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg] Bearb.: WAGNER, A. & WAGNER, I. (2005):
Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern, Augsburg.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

Für den Inhalt der Beiträge zeichnen die Autoren verantwortlich.

© Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg 2005

Gedruckt auf Recyclingpapier

Inhalt

	Seite
Einführung	7
A Niedermoorrenaturierung – Aufgaben und Ziele	8
1 Aufgaben der Niedermoorrenaturierung	8
2 Grundsätze der Niedermoorrenaturierung	9
2.1 Lebensraumfunktionen für die moortypische Pflanzen- und Tierwelt	9
2.2 Natürlicher Wasserrückhalt als vorbeugender Hochwasserschutz	10
2.3 Nährstoffrückhalt zur Vermeidung von Gewässerbelastungen	10
2.4 CO ₂ -Bindung als Beitrag zum Klimaschutz	11
2.5 Erholungsfunktion	11
3 Leitbilder und Entwicklungsziele	11
3.1 Leitbild: Naturnahe Moore	11
3.2 Leitbild: Bedingt naturnahe Moore	12
3.3 Leitbild: Kulturbetonte Moore	12
3.4 Entwicklungsziel: Kulturgeprägte Moore mit moorschonender Bewirtschaftung	13
4 Beispiele für Leitbilder und Entwicklungsziele	14
4.1 Ziele für intensiv genutzte Moore (kulturgeprägt bis naturfern)	14
4.2 Ziele für seit langem nicht mehr genutzte Moore (bedingt naturnah)	19
4.3 Ziele für extensiv genutzte Moore (kulturbetont)	24
B Niedermoorrenaturierung in der Umsetzungspraxis	27
1 Ablauf und Organisation von Umsetzungsprojekten	27
1.1 Wichtige Vorüberlegungen bei der Umsetzung	27
1.2 Ablauf der Umsetzung	27
2 Renaturierungstechniken	28
2.1 Hydrologische Sanierungsmaßnahmen	28
2.2 Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen	37
2.3 Hinweise zur Ermittlung von Pufferzonen	38
2.4 Vegetationslenkende Maßnahmen und Maßnahmen zur Biotopgestaltung	38
2.5 Literaturhinweise zu Folgepflege und Nutzung	42
3 Rechtliche Rahmenbedingungen	43
3.1 Privatrecht	43
3.2 Wasserrecht	44
3.3 Waldrecht	45
3.4 Naturschutzrecht	46
4 Kosten und Finanzierung	46
4.1 Literaturhinweise zu Kosten	46
4.2 Literaturhinweise zur Finanzierung von Renaturierungsprojekten	46
5 Öffentlichkeitsarbeit	46
C Niedermoorrenaturierung in der Planung	49
1 Entwicklungs- und Umsetzungskonzepte	49
1.1 Inhalt von Entwicklungs- und Umsetzungskonzepten	49
1.2 Planungsunterlagen	55
2 Erfassung von Standorten, Lebensgemeinschaften und Arten	55
2.1 Moortypen	55
2.2 Moorwasserhaushalt	64

2.3	Nährstoffhaushalt und Bodenreaktion	73
2.4	Vegetation naturnaher und extensiv genutzter Niedermoore	75
2.5	Flora	85
2.6	Fauna	86
2.7	FFH-Lebensraumtypen	87
3	Nutzung von Niedermooren und Auswirkungen	89
3.1	Zweck und Methoden	89
3.2	Hauptnutzungsformen	89
3.3	Auswirkungen der Nutzungen	90
4	Hemerobiestufen von Mooren	100
4.1	Begriff und Methoden	100
4.2	Naturnahe Moorflächen	100
4.3	Bedingt naturnahe Moorflächen	101
4.4	Kulturbetonte Moorflächen	102
4.5	Kulturgeprägte, stark veränderte Moorflächen	102
4.6	Naturferne, sehr stark veränderte Moorflächen	103
4.7	Naturfremde, zerstörte Moorflächen	103
5	Leitbilder	103
5.1	Begriff und Methoden	103
5.2	Abwägung von Zielkonflikten, Prioritäten	104
6	Erhaltungs- und Entwicklungsziele	104
6.1	Begriff und Methoden	104
6.2	Restriktionen	105
6.3	Zonenkonzepte	105
7	Erfolgskontrolle	105
7.1	Zweck und Begriffe	105
7.2	Wirkungskontrollen	106
7.3	Methoden zur Vegetationsanalyse	108
7.4	Methoden zur Erfassung von Zielarten	109
7.5	Methoden zur Standortsanalyse	109
7.6	Sonstige Methoden	109
7.7	Literatur	110
D	Anhang	111
1	Beispielprojekte	111
2	Moortypen	113
3	Vegetation	114
4	Flora	121
5	Fauna	124
6	Biotoptypen	126
	Literatur	127
	Glossar	137
	Abkürzungen	140

Einführung

Bayern ist eines der moorreichsten Bundesländer, beherbergt ein bundesweit einzigartiges Spektrum an verschiedenen Moortypen mit den für sie charakteristischen Arten und Lebensgemeinschaften und trägt daher für den Moorschutz eine entsprechende nationale bis internationale Verantwortung.

Moore erfüllen bedeutende Funktionen im Naturhaushalt. Sie leisten einen entscheidenden Beitrag zur Biodiversität und tragen durch die Rückhaltung von Wasser und CO₂ zum Hochwasser- und Klimaschutz bei. Sie können diese Funktionen jedoch nur in einem weitgehend ungestörten Zustand erfüllen. Tatsächlich zählen naturnahe Moore aber zu den in Mitteleuropa am stärksten rückläufigen Ökosystemen. Bayernweit ist davon auszugehen, dass auf etwa 90 % der Nieder- moorfläche Renaturierungsbedarf besteht (PFADENHAUER & AL. 2000). Mit dem Wissen um die Bedeutung und den Rückgang der Moore wuchsen auch Bemühungen um ihre Regeneration. Erste Renaturierungskonzepte begannen in den 1970er und 1980er Jahren. Im Blickpunkt lagen dabei vor allem Hochmoore (z. B. SCHMEIDL 1972, TÜXEN 1976, EGGELSMANN 1982). Im Unterschied zu den Hochmooren ist die Renaturierungsthematik bei den Nieder- und Übergangsmoore aber vielschichtiger. Dies liegt in erster Linie an der großen Vielfalt dieser Moore mit ihrer hohen Bedeutung für den Schutz bestandsbedrohter Arten.

Über die bisher schon geleistete Renaturierungsarbeit der Naturschutzbehörden, der Staatsforstverwaltung und der Naturschutzverbände hinaus besteht weiterhin die Notwendigkeit einer durchgreifenden Verbesserung des Zustandes der bayerischen Moore. Hierfür liefert das Moorentwicklungs-konzept Bayern (MEK) die fachlichen Grundlagen (vgl. LfU 2003), die im Sinne eines ressortübergreifenden Moorschutzes auch in andere Fachplanungen und Programme einfließen, wie z. B. in Managementpläne zu NATURA 2000-Gebieten, in BayernNetzNatur-Projekte, in das Auen- und Quellenprogramm oder in Konzepte zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Zur Initiierung konkreter Umsetzungsprojekte wurde im Rahmen des MEK eine Liste von Moorhandlungsschwerpunkten erarbeitet (LfU 2003). Sie enthält aktuell 161 Moore, bei denen in drei Prioritätsstufen Handlungsbedarf besteht.

Für die Umsetzungspraxis hat das LfU 2003 bereits den „Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern“ veröffentlicht. Der „Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern“ richtet sich an Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer, die sich mit der Renaturierung von Niedermooren befassen. Er stellt eine Arbeitshilfe bei der Durchführung von einfachen Vorhaben bis hin zu umfangreicheren und vielschichtigen Projekten bereit.

Sein erster Teil umreißt kurz die Aufgaben und Grundsätze der Moorrenaturierung. Er beschreibt

mögliche Leitbilder und Entwicklungsziele. Denn bei der Erhaltung der vielfältigen Niedermoor-typen Bayerns steht – im Gegensatz zu Hochmooren – nicht immer im Vordergrund, Moore möglichst stark zu vernässen und natürliche Entwicklungen der Moorregenerierung einzuleiten oder zu unterstützen. Vielmehr wird in Umsetzungs-vorhaben für Niedermoore festgelegt, wo die Erhaltung oder Entwicklung kulturbetonter Moore, wie z. B. extensiv genutzte Streuwiesenland-schaften, Vorrang hat, wo lenkende Eingriffe nötig sind und wo eine natürliche Entwicklung anzustreben ist. Konkrete Fallbeispiele sollen helfen, die entsprechenden Entwicklungsziele zu bestimmen.

Der „Praxisteil“ des Niedermoorleitfadens informiert über die notwendigen Schritte vom Start eines Vorhabens bis zur Umsetzung, über die rechtlichen Voraussetzungen für die Umsetzung, über Renaturierungstechniken sowie über Träger, Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten.

Der „Planungsteil“ versteht sich als Arbeitshilfe bei speziellen Fragestellungen oder bei komplexeren Gebieten, für die Entwicklungs- und Umsetzungs-konzepte zu erarbeiten sind. Er informiert über biologische, standörtliche und planerische Grundlagen, die im Vorfeld der Umsetzung zu beachten sind. In diesem Rahmen werden die wichtigsten hydrologischen und moorökologischen Zusammenhänge aufgezeigt. Daneben werden Hinweise zu durchzu-führenden Erfolgskontrollen gegeben.

Dem umfangreichen Aufgabenfeld entsprechend kann der Leitfaden nicht alle Themenfelder in einer Tiefe behandeln, die den in Praxis und Planung gestellten Anforderungen gerecht wird. Dies betrifft zum Beispiel die Folgenutzung bzw. Pflegemaßnahmen in Niedermooren oder nähere Hinweise zu speziellen Themen (z. B. Grünlandextensivierung, hydrologische Aspekte). So wird fallweise nur auf weiterführende Literatur verwiesen. Wünschenswert wäre die Auswertung und Präsentation von bisher in Bayern abgeschlossenen Renaturierungsprojekten, um die Erfahrungen aus solchen Beispielen zu nutzen. Da die Veröffentlichung des Leitfadens im Internet bezüglich Fortschreibung eine ideale Plattform bietet, sind wir für Anregungen und Kritik aus dem Leserkreis jederzeit dankbar.

In den Leitfaden sind zahlreiche konstruktive Vorschläge, Hinweise und nicht veröffentlichte Unterlagen eingegangen. Beteiligt waren Ruth Baur (StMUGV), Rainer Fuß (LfU), Hans-Jürgen Gulder (LWVF), Bruno Haas (uNB GAP), Gerrit Ise (uNB Freising), Gerda Kößler (uNB Freising), Wolfgang Kraus (uNB GAP), Elisabeth Pleyl (ZUK Bendikt-beuern), Lukas Landgraf (Landesumweltamt Brandenburg), Prof. Dr. Jörg Pfenhauer (TU München-Weihenstephan), Werner Rehkau (LfW), Karl Reithbauer (WWA WM), Dr. Manfred Scheidler (Reg. v. Oberfranken), Cornelia Siuda (Neu-Esting), Peter Strohwasser (uNB GAP), Ralf Strohwasser (Steinholz) sowie Dr. Willi Zahlheimer (Reg. v. Niederbayern).

A Niedermoorrenaturierung – Aufgaben und Ziele

1 Aufgaben der Niedermoorrenaturierung

Die Aufgaben des **Moorschutzes** liegen darin, Moore als Lebensraum für eine hoch spezialisierte Pflanzen- und Tierwelt zu schützen (Lebensraumfunktion) und die natürliche Fähigkeit der Moore zur Rückhaltung von Wasser sowie zur Bindung von Nährstoffen und organischen Substanzen zu erhalten (Stoffhaushaltliche Funktionen).

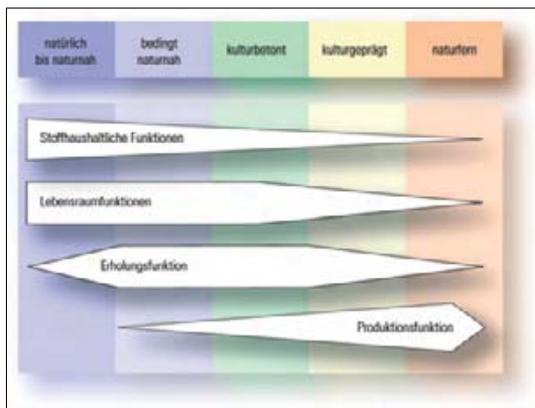


Abbildung 1: Naturnähestufen und Funktionserfüllung von Niedermooresorten.

Viele Moore wurden durch intensive Nutzungsweisen so verändert, dass sie diese Funktionen nicht mehr oder nur noch sehr eingeschränkt erfüllen. Aufgabe der **Renaturierung** ist es, durch Nutzungseinfluss überprägte Moore in einen naturnäheren Zustand zu überführen. Die Renaturierung erfolgt durch schrittweise Annäherung an einen naturnäheren als den aktuellen Zustand. Schrittweise deshalb, weil eine schlagartige Wiederherstellung naturnaher oder gar natürlicher Bedingungen nicht möglich ist; die Maßnahmen können nur einen ersten Impuls setzen. Der Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen hängt maßgeblich von den jeweiligen Ausgangsbedingungen ab. So ist das Ziel eines stoffhaushaltlich intakten, Torf bildenden Moores in naturfernen Gebieten, deren Torfe durch Entwässerung und Düngung in ihrer Struktur erheblich verändert wurden, nur über längere Zeiträume zu erreichen. Ebenso wird sich in Mooren, deren Inventar an moortypischen Arten stark reduziert wurde, auch nach Vernässung keine insgesamt naturnahe Situation mit den ursprünglich charakteristischen Arten und Lebensgemeinschaften einstellen.

Um Misserfolgen vorzubeugen, sind im Vorfeld von Renaturierungsvorhaben Überlegungen zu den Ausgangsbedingungen und zur Renaturierungsfähigkeit im Hinblick auf den natürlichen Moortyp erforderlich.

Mit der Renaturierung soll erreicht werden, dass **Niedermooresorten** ihre naturgemäßen Lebensraumfunktionen und ihre stoffhaushaltlichen Funktionen gleichermaßen erfüllen können. Während bei den vergleichsweise artenarmen Regenwassermooresorten überwiegend davon auszugehen ist, dass sich durch Wiedervernässung auch die Besiedlungschancen für die charakteristischen Arten und Lebensgemeinschaften verbessern, ist die Situation bei Niedermooresorten weitaus komplexer. Niedermooresorten sind sehr vielfältige Ökosysteme, die ein weites Spektrum an Standorten einnehmen und daher auch einer weitaus höheren Vielfalt an moortypischen Pflanzen und Tieren Lebensraum bieten.

Da die Bestandssituation zahlreicher Niedermooresorten sehr kritisch ist, häufig das Wissen um ihre natürlichen Lebensräume (Primärlebensräume) fehlt und die Entwicklung der Arten und Standorte bei Renaturierungsmaßnahmen oft nicht abschätzbar ist, erfordert die Festlegung von fachlichen Zielen (Leitbildern) eine sorgfältige Beurteilung der Ausgangssituation und der Renaturierungsfähigkeit des jeweiligen Moores. Zur Sicherung der Lebensraumfunktionen kann es durchaus erforderlich sein, der Erhaltung extensiv genutzter, kulturbetonter Moore Vorrang gegenüber ihrer natürlichen Entwicklung einzuräumen. Voraussetzung für das Leitbild „naturnahes Moor“ ist immer, dass neben stoffhaushaltlichen Funktionen auch die Funktionen als Lebensraum für moortypische Arten erfüllt sein müssen.

In Niedermooresorten ist es zwingend erforderlich, fachlich abgewogene Leitbilder als langfristige Orientierungshilfe festzulegen.

Dabei ist die **Moorrenaturierung nur eine Strategie des Naturschutzes in Mooren**. Gleichberechtigt steht der Grundsatz, die durch extensive Nutzungsweise entstandene Arten- und Biotopvielfalt zu schützen (siehe Art. 1 BayNatSchG). Hier engagiert sich der Freistaat Bayern in beachtlichem Umfang. Im Rahmen naturschutzfachlicher Planungen ist deshalb zu entscheiden, durch welche Strategie die Ziele des Moorschutzes am besten erfüllt werden. Im Vordergrund steht immer die Frage, ob die Erhaltung und Wiederherstellung kulturbetonter Moorlebensräume Vorrang haben soll oder ob die Entwicklung naturnaher Moore anzustreben ist.

Die Niedermoorrenaturierung bewegt sich auch in einem Feld von sozio-ökonomischen **Sachzwängen**. Im Hinblick auf eine effiziente Umsetzung sind Einschränkungen (Restriktionen), die sich aufgrund von Nutzungsinteressen vor allem bei mangelnder Flächenverfügbarkeit ergeben, zu berücksichtigen. **Zur Gewährleistung des Erfolgs von Renaturierungsprojekten müssen neben den fachlichen Zielen (Leitbildern) auch voraussichtlich realisierbare Ziele (umsetzungsorientierte Entwicklungsziele) formuliert werden.** Sie sind Grundlage der Maßnahmenplanung.

2 Grundsätze der Niedermoorrenaturierung

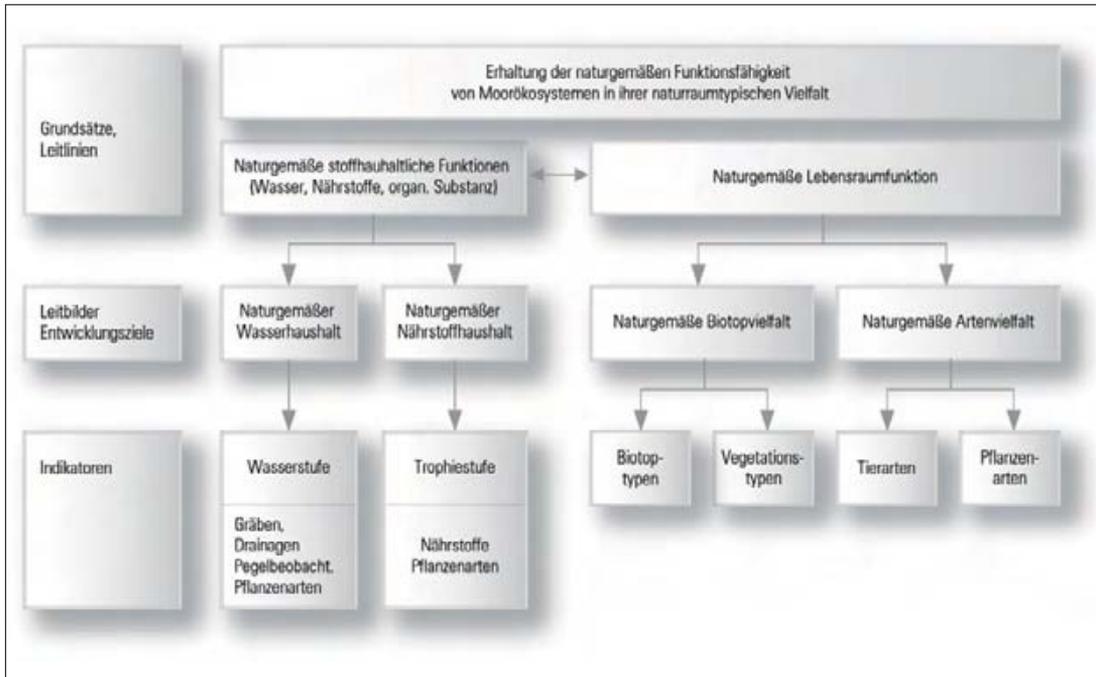


Abbildung 2: Zielsystem Moorschutz (abiotischer und biotischer Ressourcenschutz).

Übergeordnete Grundsätze, die auch auf Moore anzuwenden sind, enthalten die Naturschutzgesetze des Bundes und der Länder, die Fauna-Flora-Habitatrichtlinie (Rat der europäischen Gemeinschaften 1992) und die Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000). In der Wasserrahmenrichtlinie wird das Ziel „Schutz und der Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt“ (EU 2000: 5, Art. 1) ausdrücklich genannt. Daneben sind in der Agenda 21, Konferenz von Rio 1992, und der Klimakonferenz von Kyoto 1997 internationale Handlungsgrundsätze festgelegt. Diese übergeordneten Vorgaben werden auf den verschiedenen Planungsebenen konkretisiert, so auf Landesebene durch die Bayern-Agenda 21 (StMLU 1997) und durch das Landesentwicklungsprogramm.

Die allgemeinen, übergeordneten Grundsätze, die die Leitlinien für die Niedermoorrenaturierung bilden, sind in Abbildung 2 dargestellt und werden nachfolgend erläutert (vgl. MEIER & AL. 2000).

2.1 Lebensraumfunktionen für die moortypische Pflanzen- und Tierwelt

Grundsätze: Allgemeines Ziel des Naturschutzes ist die Erhaltung und Entwicklung der Arten und Lebensgemeinschaften sowohl in ihrer natürlichen als auch in ihrer historisch gewachsenen Vielfalt (BNATSCHG §2(1)10, BAYNATSCHG Art. 1). In der Übereinkunft über die Biologische Vielfalt wird der Etablierung überlebensfähiger Populationen in ihrer natürlichen Umgebung besondere Bedeutung beigemessen (SCBD 1992, Präambel u. Artikel 8f).

Für die Erhaltung der mitteleuropäischen Vielfalt an moortypischen Arten und Lebensgemeinschaften trägt Bayern eine besondere Verantwortung. In den ehemals moorreichen norddeutschen Bundesländern bereits ausgestorbene oder vom Aussterben bedrohte Arten sind in bayerischen Mooren vielfach noch weit verbreitet und besitzen oft große Populationen, bei einigen Arten kommt Bayern auch die alleinige Verantwortung zu.

Situation: Die im bundesweiten Vergleich sehr günstige Situation kann aber nicht über den auch für bayerische Moore zu verzeichnenden Artenrückgang hinwegtäuschen.¹ So tragen die Moore im Bereich der großflächig intensiv agrarisch genutzten Naturräume, wie der Isar-Inn-Schotterplatten, kaum noch zur Erhaltung moortypischer



Abbildung 3: Moore mit langer Nutzungstradition beherbergen vielfach hochgradig gefährdete Arten, die heute auf extensiv genutzte Lebensräume angewiesen sind (Schlechtenwiesen, Murnauer Moos, GAP).

¹ vgl. hierzu v. a. ältere Vegetationsbeschreibungen, z. B. SENDTNER 1854 oder PAUL 1910

Arten bei ². Aber auch in Regionen wie dem Alpenvorland und den Mooren des Alpenraums, die insgesamt noch über eine hohe Moorarten-Dichte verfügen, stellt sich die Situation für einzelne Arten sehr ungünstig dar (vgl. Kap. C 3.3.3, S. 90). Gefährdet sind insbesondere Arten dauerhaft nasser, oligo- und mesotropher Moore, wobei es sich hier vielfach um Glazialrelikte oder für das Verständnis der mitteleuropäischen Faunen- und Florenentwicklung wichtige Arten handelt.

Naturnahe, d. h. hydrologisch, nährstoffhaushaltlich und in ihrem Arteninventar ungestörte Niedermoores besitzen heute weitaus geringere Flächenanteile als extensiv genutzte (bedingt naturnahe, kulturbetonte) Moore. Ursache ist die relativ lange Nutzungstradition, die seit der Bronzezeit belegt ist (KÜSTER 1995), ansatzweise wohl aber schon im Neolithikum stattfand (SCHLICHTHERLE 1989). Seit der Hochphase der Streuwie-sennutzung, die etwa im 17. und 18. Jahrhundert eingeleitet wurde (vgl. ABEL 1978) und Mitte des 20. Jahrhunderts durch den verstärkt einsetzenden Meliorationsschub abgelöst wurde, sind die Moore einem ganz erheblichen Nutzungsdruck ausgesetzt. Als Folge dieser Entwicklung sind naturnahe Niedermoores heute stark unterrepräsentiert und auch in vielen naturnah erscheinenden Mooren ist der Einfluss der ehemaligen Nutzung noch zu erkennen.

Konsequenzen ergeben sich hieraus vor allem für den planenden Artenschutz. Die lange Nutzungstradition hat dazu geführt, dass eigentlich nutzungsunabhängige Arten derzeit vielfach auf die Erhaltung extensiv genutzter, kulturbetonter Lebensräume angewiesen sind. Als Beispiel für moortypische, gebietsweise nur noch in Sekundärlebensräumen vorkommende Arten wären *Liparis loeselii*, *Orchis palustris*, *Pedicularis scep-trum-carolinum* und viele andere zu nennen. Nutzungsaufgabe bedeutet für solche Arten in den meisten Fällen Aussterben, weil sie den Schritt in die durch Renaturierungsmaßnahmen neu entstehenden Biotope nicht schlagartig vollziehen können. In vielen Fällen stellen Moore zudem letzte Refugialräume für eigentlich nicht moortypische Arten dar. Insofern bergen nicht auf Artenschutzüberlegungen beruhende Renaturierungskonzepte die Gefahr einer weiteren Aussterbewelle. Bei vielen Arten bestehen keine gesicherten Erkenntnisse darüber, wie ihr natürlicher Lebensraum ausgesehen haben könnte, weil fast alle älteren vegetationskundlichen Aufzeichnungen der Phase der großflächigen Extensivnutzung entstammen. Allein vor diesem Hintergrund ist im Falle von Renaturierungskonzepten ein sehr bedachtes Vorgehen angeraten. Andererseits ist Moorrenaturierung aber auch aus Sicht des Artenschutzes als Chance für eine nachhaltige – von veränderlichen ökonomischen Rahmenbedingungen (Pflegeaufwand) unabhängige – Sicherung der moortypischen Biodiversität zu begreifen.

Strategien: Zur Abschwächung der Gefährdung, zur Verminderung des Aussterberisikos und zur langfristigen Förderung hochgradig gefährdeter Moorarten sind prinzipiell zwei Strategien zu verfolgen:

- Bestandssicherung und Schutz aktueller Wuchsorte durch Ausschaltung der Gefährdungsfaktoren (Artenhilfsmaßnahmen im engeren Sinn).
- Bestandsentwicklung durch Regeneration potenzieller Lebensräume im Umfeld vorhandener Populationen und durch Reaktivierung der für die natürliche Arterhaltung erforderlichen Landschaftsdynamik („planender Artenschutz“).

Orientiert an der jeweiligen örtlichen und regionalen biologischen Situation dienen Renaturierungsmaßnahmen zur Realisierung dieser Strategien.

2.2 Natürlicher Wasserrückhalt als vorbeugender Hochwasserschutz

Im Sinne einer dauerhaft-umweltgerechten Wasserpolitik soll die Rückhalte- und Speicherfähigkeit der Landschaft gefördert und der Schutz vor Hochwasser durch natürlichen Wasserrückhalt verbessert werden (StMLU 1997: 107). Im Zusammenhang mit diesem Ziel der bayerischen Hochwasserschutzpolitik kommt Maßnahmen der Moorrenaturierung eine wichtige Aufgabe zu: Aufgrund ihres gleichmäßigen und insgesamt geringeren Abflusses vermindern naturnahe Moore im Vergleich zu entwässerten Mooren das Risiko extremer Hochwasserscheitel. Durch die Verlängerung der Fließstrecken, den Anstau von Gräben und die damit verbundene Verflachung hydraulischer Gradienten, die Entwicklung wasserspeichernder und den Oberflächenabfluss dämpfender Vegetation wirken Renaturierungsmaßnahmen abflussverzögernd und damit retentionssteigernd (vgl. Kap. C 3.3.5, S. 98). Da Renaturierungsmaßnahmen bereits am potentiellen Entstehungsort ansetzen, beugen sie einer Gefährdung durch Hochwasser vor.

2.3 Nährstoffrückhalt zur Vermeidung von Gewässerbelastungen

Durch Sauerstoffzutritt und Mineralisation der organischen Substanz tragen entwässerte Moore erheblich zur Eutrophierung von Grund- und Oberflächenwasser bei (z. B. GELBRECHT 1996, KRATZ & PFADENHAUER 2001). Dies steht im Widerspruch zum Ziel, Stoffeinträge, die die Wasserqualität beeinträchtigen, zu vermeiden bzw. zu vermindern und das Grundwasser flächendeckend in möglichst unbelastetem Zustand zu erhalten (StMLU 1997: 107). Wiedervernässungs- und Extensivierungsmaßnahmen führen längerfristig zu einer Reduktion der Phosphat- und Stickstoffausträge und tragen so zur Erreichung des in der Wasser-Rahmenrichtlinie (EUROPÄISCHES PARLAMENT, RAT DER EUROPÄISCHEN UNION 2000) geforderten guten ökologischen Zustands von Grund- und Oberflächenwasser bei (vgl. Kap. C 3.3.2, S. 94).

² z. B. PFADENHAUER et al. 1991 für das Donaumoos zwischen Neuburg und Ingolstadt

2.4 CO₂-Bindung als Beitrag zum Klimaschutz

Durch oxidative Torfzehrung emittieren entwässerte Moore Kohlendioxid (CO₂). Damit wandelt sich die natürliche Funktion der Moore als Kohlenstoff-Senke zur Kohlenstoff-Quelle. Während für nicht entwässerte Moore C-Bindungsraten von ca. 300 kg/ha und Jahr angegeben werden, geben entwässerte und intensivlandwirtschaftlich genutzte Moore mehrere Tonnen Kohlenstoff in Form von Kohlendioxid an die Atmosphäre ab (JOOSTEN & CLARKE 2002, AUGUSTIN IN SUCCOW & JOOSTEN 2001). Dies steht im Widerspruch zu den Zielen des Klimaschutzes, die eine deutliche Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen vorsehen (z. B. Kyoto-Protokoll zum Rahmenübereinkommen Klimaschutz, Bayern-Agenda 21).

2.5 Erholungsfunktion

Über die primär ökologischen Zielsetzungen hinaus bildet die nachhaltige Sicherung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft (BNatSchG §1) einen weiteren Zielkomplex (nach PFADENHAUER, 1994, Schutz der ästhetischen Ressourcen). Naturnahen und extensiv genutzten Mooren kommt hier eine besondere Bedeutung zu, bezüglich Formenvielfalt, Farben, Strukturen und Landschaftsbild unterscheiden sie sich von anderen Landschaftstypen. Renaturierungsmaßnahmen dienen diesem Ziel und tragen zur Steigerung des landschaftlichen Erholungs- und Erlebniswerts (Wellness) bei.

3 Leitbilder und Entwicklungsziele

Leitbilder beschreiben die innerfachlich abgewogenen und langfristig gültigen Ziele. Demgegenüber berücksichtigen **Entwicklungsziele** auch die sozio-ökonomischen Einschränkungen (z. B. fehlende Flächenverfügbarkeit), die während der Laufzeit eines Renaturierungsprojektes häufig auch nicht geändert werden können. Diese umsetzungsorientierten Entwicklungsziele bilden die Grundlage für die Renaturierungsmaßnahmen und sind Maßstab für eine spätere Erfolgskontrolle. Grundlage für die Beschreibung der Leitbilder und Entwicklungsziele ist der Naturnähegrad, das heißt die Naturnäheklassen des Hemerobiesystems (= griech. hemeros: kultiviert, gezähmt) (s. Tabelle 1 und Kapitel C 4, S. 100).

3.1 Leitbild: Naturnahe Moore

Ziel ist die Renaturierung eines in jeder Hinsicht naturnahen Moores (Wasser- und Nährstoffhaushalt, Arten und Lebensgemeinschaften). Naturnahe Moore sollen einen Primärlebensraum für moortypische Arten darstellen, Torf bilden und weitere Funktionen des abiotischen Ressourcenschutzes erfüllen. Ziel sind ferner naturraumtypische Moorstrukturen und -zonationen und ein weitgehend ungestörtes Beziehungsgefüge zwi-

schen Moor und Moorumfeld (z. B. keine/geringe hydrologische Störwirkung im Einzugsgebiet), die im Gebiet ablaufenden Prozesse sollen möglichst natürlich sein. Je nach Nässe und Nährstoffversorgung werden sich offene, halboffene oder bewaldete Moore entwickeln. Moor- und Bruchwaldkomplexe sollen durch die für sie typischen zyklischen Zusammenbruchsphasen und Verlichtungsstadien gekennzeichnet sein.

Im Sinne einer langfristigen Vision besteht für viele Moore das Leitbild einer möglichst naturnahen Entwicklung. Mit höherer Wahrscheinlichkeit und in absehbaren Zeiträumen ist dieses Ziel aber nur in Gebieten zu erreichen, die hydrologisch und trophisch kaum beeinflusst wurden und die auf der Fläche und in ihrem Umfeld über ein moortypisches Arteninventar verfügen. Gute Erfolgsaussichten bestehen bei nur schwacher Entwässerung, geringer Geländeneigung und

Tabelle 1: Leitbilder und Entwicklungsziele bei der Renaturierung von Mooren. Für die Einstufung der Naturnähestufe ist die jeweils stärkste Funktionseinschränkung entscheidend.

Entwicklungsziel/ Leitbild	Naturnahe Moore	Bedingt Naturnahe Moore	Kulturbetonte Moore	Kulturgeprägte Moore
	Fuktion	ahemerob bis oligohemerob	oligo- bis mesohemerob	mesohemerob
Nähr- und Feststoffretention	naturgemäß	gering verändert	mäßig verändert	stark verändert
Wasserretention	naturgemäß	gering verändert	mäßig verändert	stark verändert
Lebensraumfunktion	naturgemäß	gering verändert	mäßig verändert	stark verändert



Abbildung 4: Leitbild „naturnahes Durchströmungs- und Verlandungs-Quellmoor“. Die angestrebten biologischen, hydrologischen und trophischen Funktionen sind hier realisiert. (Kirchseemoore, TÖL).



Abbildung 5: Leitbild „naturnahes Durchströmungs-Übergangsmoor“. Durch Schließen von Gräben kann eine naturnahe Entwicklung erreicht werden (Tannenbachfilz, GAP).

wenig gestörten Verhältnissen im Wassereinzugsgebiet. Bei ungünstiger Ausgangssituation kann sich ein naturnaher Zustand unter Umständen auch auf lange Sicht nicht einstellen, z. B. in folgenden Fällen:

- Moore, die aufgrund von Entwässerung bereits eine stärkere Degradierung der Torfe zeigen (z. B. Sackungsprofile). Einstaumaßnahmen führen zwar zu einer stärkeren Vernässung, die Wiederherstellung der ursprünglichen hydrologischen Bedingungen (z. B. Durchströmungsregime) ist aber ein langfristiger und im Ergebnis nicht völlig abschätzbarer Prozess.
- In sich kaum gestörte Moorflächen, deren Entwicklung durch hydrologische oder nährstoffhaushaltliche Störungen im Einzugsgebiet aber stärker beeinflusst wird (z. B. durch diffuse Nährstoffeinträge), so dass eine wirklich naturnahe Entwicklung erst nach Sanierung des Einzugsgebiets möglich wird.
- Durchströmungs- und Überrieselungs-Quellmoor: Eine Rückführung dieser hydrologisch sehr sensiblen Moortypen in einen naturnahen Zustand kann nur bei wenig veränderten Quellmooren gelingen (siehe Abbildung 4, S. 11). Ausgehend vom starken Rückgang dieser Moortypen sollten Quellmoore, bei denen nur geringfügige Störungen vorliegen, vordringlich renaturiert werden.
- Mooregebiete ohne moortypisches Artenpotenzial. Die Entwicklung eines naturnahen Moores bleibt dann Fiktion.

Zukünftige Nutzung: Langfristig sollten naturnahe Moore vollständig von Nutzungen befreit werden (Kern- oder Tabuzonen, Reservat), innerhalb der Renaturierungsphase sind aber z. T. vegetationslenkende Maßnahmen nötig („kontrollierter Prozessschutz“).

3.2 Leitbild: Bedingt naturnahe Moore

Ziele und Voraussetzungen: Moore, die aus Gründen des Artenschutzes oder zur Erhaltung bestimmter Lebensgemeinschaften in einem bedingt naturnahen Entwicklungsstadium erhalten bleiben sollen. Als typische Beispiele sind waldfähige Moore, bei denen sporadische Freistellungs- oder Offenhaltungsmaßnahmen notwendig sind, oder sehr extensiv beweidete Moore zu nennen, wobei in beiden Fällen Artenschutzgründe im Vordergrund stehen. Häufig wird diese Naturnähestufe aber aufgrund in der Planung berücksichtigter Nutzungsinteressen (Restriktionen), die eine weitergehende Renaturierung momentan nicht erlauben, zum Entwicklungsziel (extensiv forstliche Nutzung im Bereich von Nasswäldern).

Zukünftige Nutzung: Sehr extensive Flächennutzungen, wie Beweidung, Brennholznutzung oder sporadische vegetationslenkende Maßnahmen.



Abbildung 6: Beispiel für kulturbetontes und „bedingt naturnahes“ Moor. Das für den Artenschutz bedeutsame Überflutungsmoor leistet einen wichtigen Beitrag zum natürlichen Wasserrückhalt (Loisachmoore, GAP; Archiv uNB GAP). Mit einer jährlichen bis gelegentlichen Mahd wird die naturgemäße Entwicklung von Bruch- und Auwäldern unterbunden.

3.3 Leitbild: Kulturbetonte Moore

Ziele und Voraussetzungen: Ausgehend von der starken biologischen Verarmung vieler Niedermoorgebiete besteht das Ziel, feuchtgebiets- und moortypische Artengemeinschaften wieder auf größerer Fläche zu etablieren. Die bisherige intensive landwirtschaftliche Nutzung soll durch extensive und damit moorschonendere Nutzungsformen abgelöst werden. Gleichzeitig werden Nährstoffausträge durch Einschränkung der Torfmineralisation und Düngeverzicht reduziert, ferner wird die Funktion dieser Gebiete als Retentionsraum verbessert und die Attraktivität und der Erlebniswert gesteigert. Ziel im Sinne der Hemerobieskala ist dann die Entwicklung kulturbetonter, vormals kulturgeprägter oder naturferner Moorflächen. Zur Erreichung dieses Leitbilds ist meist ein gestuftes Vorgehen erforderlich, beginnend bei der Einstellung der Düngung in Kombination mit aufwuchsorientierter Mahd zur Aushagerung der Flächen, der moderaten Anhebung des Grundwasserspiegels über Maßnahmen zur Etablierung der Zielarten und späterem Umstieg



Abbildung 7: Typische Pfeifengraswiesen (*Molinietum caeruleae*), hier mit Färberscharte (*Serratula tinctoria*) und Preußischem Laserkraut (*Laserpitium prutenicum*). Zur Erhaltung dieser Artengemeinschaft ist extensive Nutzung erforderlich (Pulvermoos, GAP).



Abbildung 8: Streuwiesen, als klassisches Beispiel für kulturbetonte Landschaften. Im Bereich gut nährstoffversorgter Überflutungsmoore, mit einer Vielzahl hochgradig gefährdeter Arten, ist die Entwicklung naturnaher Moore nach Abwägung aller Ziele häufig nicht erwünscht (Lindachen, GAP).



Abbildung 9: Leitbild „kulturbetontes“ Moor (Obersöcherung, WM). In stärker fragmentierten Moorgebieten besteht das vorrangliche Ziel, die Lebensraumfunktionen der extensiv genutzten Flächen zu erhalten oder zu verbessern. Eine der Hauptaufgaben liegt darin, die Nährstoff-Einträge zu vermindern.

auf das eigentliche Nutzungsregime (z. B. Streumahd, extensive Beweidung).

Die Erhaltung kulturbetonter Moorflächen ist auf natürlicherweise nur mäßig nassen Moorstandorten häufig Ziel, weil diese oft eine besondere Bedeutung für den Arten- und Biotopschutz haben. Zu nennen sind z. B. natürlicherweise nur mäßig nasse oder hydrologisch irreversibel veränderte, oligo- bis mesotrophe Durchströmungs-Quellmoore oder durch Mineralstoffeintrag stärker geprägte Überflutungsmoore. Bei solchen Flächen ist eine weitergehende Renaturierung aus Gründen des Artenschutzes häufig nicht erwünscht (Abbildung 8).

Zukünftige Nutzung: Extensive, düngerlose Bewirtschaftung als Wiese oder Weide. Auch mäßig intensiv genutzte Nasswälder.

3.4 Entwicklungsziel: Kulturgeprägte Moore mit moorschonender Bewirtschaftung

Ziele und Voraussetzungen: Die Entwicklung kulturgeprägter, auch in Zukunft einer intensiveren Nutzung unterliegende Moore ist kein eigentliches Leitbild des Naturschutzes, weil solche Gebiete die an sie gestellten Funktionen (Arten- und Biotopschutz, Abflussretention, Nährstoffrückhalt) nicht hinreichend erfüllen. Vielmehr handelt es

sich um ein Entwicklungsziel, das den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen Rechnung trägt und aus ihrer Einbeziehung resultiert (Kompromiss). In solchen Gebieten ist es Ziel, die bisher ausgeübten moordegradierenden Nutzungsweisen (stark entwässertes Intensivgrünland, Ackerbau) auf moorschonende Bewirtschaftungsformen umzustellen. Damit verbunden sind die Einschränkung der oxidativen Torfzersetzung, die Verminderung von Nährstoffausträgen in Fließgewässern, eine Verzögerung des Gebietsabflusses und damit eine Verminderung der Gefährdung durch Hochwasserereignisse sowie eine Verbesserung der Arten- und Biotopschutzfunktion. Typische Beispiele für dieses Entwicklungsziel sind:

- Mäßig intensiv genutzte Grünlandflächen, bei denen durch phasenweisen Einstau der Gräben die Torfmineralisation eingeschränkt werden soll. Dadurch sollen auch weiter verbreitete Nasswiesenarten gefördert werden (*Angelica sylvestris*, *Caltha palustris*, *Carex gracilis*, *Cirsium oleraceum*, *Scirpus sylvaticus* u. a.)
- Nicht vollständig wiedervernässte Moor- und Bruchwälder, für die weiterhin eine mäßig intensive forstliche Nutzung vorgesehen ist.
- Durch Einleitung von nutzungsbedingt stark nährstoffbefrachtetem Wasser wiedervernässte Moore, die für den Anbau von Röhricht, Seggen oder Erlen als nachwachsender Rohstoff genutzt werden (z. B. WICHTMANN & TIMMERMANN in SUCCOW & JOOSTEN 2001). Dadurch sollen Nährstoffe zurückgehalten und



Abbildung 10: Intensive Grünlandnutzung mit Ausgleichsflächen für den Arten- und Biotopschutz.

eine übermäßige Belastung der Fließgewässer eingeschränkt werden (GENSIOR & ZEITZ 1999).

Zukünftige Nutzung: Mäßige intensive, moor-schonende Grünland- und Forstwirtschaft.

4 Beispiele für Leitbilder und Entwicklungsziele

Die Ziele für die künftige Entwicklung eines Moores hängen von der jeweiligen Ausgangssituation sowie von der standörtlichen und rechtlichen „Machbarkeit“ ab. Um eine langfristige Orientierungshilfe zu haben, darf man sich bei der Zielbestimmung aber nicht von vornherein nur vom Machbaren leiten lassen. Auf Grundlage des natürlichen Moortyps (Kap. C 2.1 Moortypen, S. 55) sollte auch überlegt werden, welche Möglichkeiten im Hinblick auf die Entwicklung zum natürlichen Moortyp bestehen (Renaturierungsfähigkeit) und wie die Entwicklung im Optimalfall aussehen könnte (Leitbild). Für den Fall, dass sich die Rahmenbedingungen zukünftig ändern, sollten umsetzungsorientierte, d. h. im Projektzeitraum voraussichtlich realisierbare Entwicklungsziele vom Optimalfall ausgehend schrittweise abgeleitet werden.

Tabelle 2: Ableitung von Leitbildern und umsetzungsorientierten Entwicklungszielen.

1.	Bestimmung der Ausgangssituation Naturnähegrad – Wie stark ist das Moor verändert?
2.	Bestimmung des natürlichen Moortyps Wie sähe das Moor natürlicherweise aus?
3.	Beurteilung der Renaturierungsfähigkeit im Hinblick auf den natürlichen Moortyp Wie sähe das Moor bei naturgemäßer Vernässung aus?
4.	Bestimmung des Leitbildes Was ist aus fachlicher Sicht in einem absehbaren Zeitraum anzustreben?
5.	Ermittlung von Einschränkungen Sind die erforderlichen Flächen verfügbar?
6.	Umsetzungsorientiertes Entwicklungsziel Was ist bei gegebenen Einschränkungen machbar?

Im Folgenden soll am Beispiel bereits durchgeführter Renaturierungsprojekte eine Entscheidungshilfe für die Festlegung von Leitbildern und Entwicklungszielen gegeben werden.

4.1 Ziele für intensiv genutzte Moore (kulturgeprägt bis naturfern)

4.1.1 Freisinger Moos (Lkr. FS)

Situation: Intensive Grünland- und Ackernutzung; stark abgesenkter Wasserspiegel (1-2 m), eu- bis polytrophe Nährstoffverhältnisse. Eingestreut Handtorfstiche und kleinflächige Streuwiesen.

Moortyp: ursprünglich zumindest partiell sehr nasses, kalkhaltig-oligo- bis mesotrophes Durchströmungs-Quellmoor und Versumpfungsniedermoor.

Renaturierungsfähigkeit: Voraussetzungen für die Regeneration von nährstoffärmeren Versumpfungsniedermoores ist eine umfassende Sanierung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes innerhalb arrondierter Areale und unter Einbeziehung der Fließgewässer im Einzugsgebiet. Die Regeneration quellmoorgemäßer Wasser- und Nährstoffverhältnisse ist wegen der großräumigen Absenkung des Grundwasserspiegels und wegen strukturell stark veränderter Torfe in absehbarer Zeit eher nicht erreichbar.



Abbildung 11: Das Freisinger Moos ist ein bayernweit bedeutsames Brutgebiet des Großen Brachvogels⁴.

Leitbild: Entwicklung von extensiv genutzten Streu- und Nasswiesen sowie Bruchwäldern bei lebensraumtypischen Wasserständen (vgl. Kap C 2.2.2 Grundwasserstände und Wasserstufen S. 65). Im Einzelnen könnten in räumlich getrennten Zonen folgende Funktionen erfüllt werden:

Moorschutz-Funktionen: Verminderung der Torfmineralisation und der damit verbundenen Nährstoffausträge durch Anheben der Moorwasserstände (oberflächennah oder Überstau) und Zulassen der Sukzession; langfristig Förderung des Torfwachstums und Stoffrückhalt (bedingt naturnahe Bruch- und Moorwälder).

Lebensraumfunktionen Flora, Vegetation: Erhaltung letzter Rückzugslebensräume von regional

⁴ Foto: <http://www.biostation-gt-bi.de/artenschutz/html/9-grosser-brachvogel.html>

stark bedrohten moortypischen, heute kulturabhängigen Pflanzenarten (wie z. B. Schwalbenwurzenezian, Brand-Knabenkraut, Sumpf-Stendelwurz). Erhaltung und Förderung von extensiv genutzten Streuwiesen (kulturbetont).

Lebensraumfunktionen Fauna: Erhaltung und Förderung extensiv genutzter Nasswiesen als Teil eines bayernweit bedeutsamen Wiesenbrütergebiets (Brutgebiet von Großem Brachvogel) und Lebensraum für gefährdete Tierarten (Heller und Schwarzblauer Wiesenknopf-Ameisenbläuling). Anzustreben ist die Erhaltung und Entwicklung von Streuwiesen, feuchtem, extensiv genutztem Grünland und von Kleingewässern zur Nahrungssuche (Naturnähestufe kulturbetont bis schwach kulturgeprägt).

Einschränkungen: Aufgrund der mangelnden Flächenverfügbarkeit und der Gefahr durch Eutrophierung war eine Anhebung des Wasserspiegels bislang nicht realisierbar. Es zeichnet sich jedoch zunehmendes Einverständnis der Eigentümer ab, so dass die Renaturierung des Wasserhaushalts unter Beachtung der Nährstoffverhältnisse in Zukunft möglich sein könnte. Ebenso bestehen verstärkt Bestrebungen, die Qualität des oberflächennahen Grundwassers zu verbessern, da im Bereich des Freisinger Moores auch ein Wasserschutzgebiet liegt.

Entwicklungsziele (umsetzungsorientiert): Erhaltung und Entwicklung ungedüngter, extensiv genutzter Streu- und Nasswiesen (kulturbetont) und mäßig intensiv genutzter Futterwiesen (schwach kulturgeprägt); biotopverbessernde Maßnahmen durch partielle Abgrabung.

Durch Extensivierung kann die Torfmineralisation eingeschränkt werden. Wichtig sind die Aufgabe der Ackernutzung und das Einstellen der Düngung auf den verfügbaren Flächen (Vertragsnaturschutz, KULAP); Torfabgrabungen für Stillgewässer stehen im Widerspruch zur Moorschutzfunktionen, erfüllen jedoch wesentliche Lebensraumfunktionen. Zur Offenhaltung sind Pflegemaßnahmen erforderlich. Längerfristig ist im Umfeld der vorhandenen Biotope die Anhebung des Moorwasserspiegels nach Ankauf oder Pacht hydrologisch abgeschlossener Gebiete anzustreben. Zur Vermeidung von Eutrophierung ist es erforderlich, die oberstromig gelegenen Flächen zu erwerben bzw. langfristig zu pachten und

Tabelle 3: Spektrum möglicher Leitbilder bei hydrologisch und trophisch stark gestörten Mooren.

Naturnähestufe	Wasserhaushalt	Struktur	Mögliche Struktur-/Nutzungstypen
Naturnah			aufgrund großflächiger Störung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes in absehbarem Zeitraum nicht möglich
bedingt naturnah bis schwach – kulturgeprägt	flächiger, oberflächennaher Anstau oder Überstau	Offenland	Großseggen- oder Röhrichtbestände (Magnocaricion, Phragmition). Nachwachsende Rohstoffe (vgl. Donaumoos Rohrkolbenanbau)
		Wald	Bruchwälder und –gebüsche (Alnion) Nachwachsende Rohstoffe (Schwarzerlenanbau)
	Anstau oder Überstau Stichsohlen	Wald Offenland	Bruchwälder und Gebüsche (Alnion) – Großseggen oder Röhrichtbestände (Magnocaricion, Phragmition)
	mäßiger bis kein Anstau	Offenland Wald	mäßig intensives Grünland (Wiesen oder Beweidung) Streuwiesen (regelmäßige Mahd wegen Eutrophierung nötig) „Tümpellandschaft“ durch Abgrabung (Notlösung!); Offenhaltung durch Entbuschung oder Mahd notwendig Feuchtwald

zu extensivieren. Eutrophierte Torfstiche sollten angestaut und der Sukzession übergeben werden.

Maßnahmen und Umsetzung: Entbuschung und Mahd artenreicher Streuwiesen; Entwicklung artenreicher Nasswiesen durch Diasporenübertrag (Mähgut) aus der Fläche des nahe gelegenen Naturdenkmals „Flachmoorrest bei Giggenuhausen“; Nutzung von Grünland gemäß dem Wiesenbrüterprogramm bzw. dem Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramm; Anlage von Blänken. Im Hinblick auf alternative Nutzungsformen wurde ein Konzept zur extensiven Beweidung erstellt (Übersicht von Weideprojekten: <http://www.weidewelt.de/deutsch/3/3dmain.htm>).

Allgemeine Hinweise:

Zur Erhaltung nährstoffarmer Verhältnisse ist ein Anstau mit eutrophem Wasser zu vermeiden, da hiermit die wertgebenden Pflanzengesellschaften (Pfeifengraswiesen, kalkreiche Niedermoores, Moorwälder) z. B. von Arten der Nasswiesen oder nasser Hochstaudenfluren unterwandert würden. Vor Anstaumaßnahmen im Bereich oligo- bis mesotropher Flächen ist eine Untersuchung der Wasserqualität (pH, Leitfähigkeit, Nährstoffe) und die Beurteilung der Strömungsrichtungen nötig (vgl. Kap. C 2.2.1 Wassereinzugsgebiet S. 64). Der Bau von Schilfkläranlagen zur Vorreinigung der nährstoffbelasteten Bäche aus dem Tertiären Hügelland ist geplant.

Die **Mahd** sollte bei tief liegenden Wasserständen möglichst regelmäßig erfolgen, da mit fortschreitender Mineralisation und Eutrophierung der Torfe zu rechnen ist. Damit besteht die Gefahr, dass eutraphente Arten, insbesondere Hochstauden (Mädesüß), die Flächen unterwandern. Die Mähzeitpunkte sind an den Ansprüchen der Zielarten auszurichten.

Torfabgrabungen aus naturschutzfachlichen Gründen sind ein ökologisch nicht unbedenkliches und deshalb nur kleinflächig anzuwendendes Verfahren. Der Torf sollte bei der Profilverflachung von Gräben oder bei der Wiedervernässung von Torfstichen eingesetzt werden. Bei der z. T. praktizierten Verfüllung von Sackungsmulden in landwirtschaftlich genutzten Flächen ist zu bedenken, dass dies zu einer weiteren Nivellierung der Standortverhältnisse führt und hierdurch das Biotopangebot für naseabhängige Arten weiter eingeschränkt wird.

Das Gebiet ist Teil der Loisach-Kochelseemoore, für deren Renaturierung nach der Liste der Moorhandlungsschwerpunkte überwiegend mittlere Dringlichkeit besteht.

Moortyp: Ursprünglich Komplex von sehr nassen, kalkhaltig-oligotrophen Quellmooren mit Durchströmungsregime, Versumpfungsmooren und mäßig nassen Überflutungsmooren entlang von Loisach und geschiebeführenden Bächen; kleinflächig initiale Regenwassermoore. Für die Loisach ist aufgrund im Luftbild fehlender Mäanderstrukturen von einem ursprünglich in zahlreiche Arme aufgelösten Lauf auszugehen.

Tabelle 4: Weitere Informationen zum Projekt im Freisinger Moos.

Projektinitiatoren und Beteiligte:	Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen in Zusammenarbeit mit der höheren und der unteren Naturschutzbehörde: Erstellung des Grobkonzeptes Projektgruppe ABSP: Fachliche Begleitung der Maßnahmen, Durchführung von Erfolgskontrollen. Lkr. Freising: Beauftragung eines Planungsbüros mit der Detailplanung Landschaftspflegeverband Freising e.V.: Übernahme der Gesamtträgerschaft; fachliche Betreuung und Abwicklung der Maßnahmen. Stadt und Lkr. Freising, Gemeinde Neufahrn: Bereitstellung von Flächen. Maschinenring: Vermittlung von Kontakten zu an Pflegearbeiten interessierten Landwirten
Ausführung:	Ortsansässige Landwirte
Träger:	Landschaftspflegeverband Freising e.V.
Finanzierung:	ABSP (Finanzetat: ca. 60.000 Euro, Stand Feb. 1995); Naturschutzförderprogramme (Vertragsnaturschutzprogramm), Landwirtschaftsförderprogramme (Kulturlandschaftsprogramm); zu 30% durch Eigenmittel des Landschaftspflegeverbandes, die durch die Mitgliedsgemeinden erbracht werden. LEADER+-Projekt zur Wiedervernässung durch Grabenanstau
Quellen, weitere Informationen:	Zehlius-ECKERT, W., SCHWAIGER, H. & BECKMANN, A. (2003): Monitoring und Erfolgskontrolle im Freisinger Moos. Laufener Seminarbeitr. 1/03, S. 147 - 170, Laufen/Salzach. http://www.lra-freising.bayern.de/sg42moos.html , http://www.freisinger-moos.de/beweidung.html http://www.bund-naturschutz-freising.de/bn_weidekonzept.html schriftl. Informationen: Gerrit Ise, uNB Freising; Gerda Kößler, uNB Freising (Kontaktpersonen).

4.1.2 „Klosterland“ (Loisach-Kochelseemoore – Lkr. TÖL, WM)

Ausgangssituation: Im „Klosterland“ der Loisach-Kochelseemoore wurden die Weichen für die Moorrenaturierung bereits vor zehn Jahren gestellt. Noch in den 1980er Jahren wurden die meisten Flächen des Klosters Benediktbeuern intensiv genutzt (kulturgeprägt), heute werden etwa 200 ha als extensive Futterwiesen genutzt (schwach kulturgeprägt). Die mäßig eutrophen bis mesotrophen Standortverhältnisse und die heute geringe Produktivität⁵ sind Ergebnis einer Extensivierung, die von 20 Landwirten aus den umliegenden Dörfern durch düngelose Bewirtschaftung erreicht wurde.

Der Wasserspiegel des Gebietes und der angrenzenden Loisach ist relativ stark abgesenkt. Die Gräben haben eine Tiefe von etwa 1,5 m. Die Flächen selbst weisen mittlere Grundwasserstände von 20 – 65 cm auf; die Tiefstwasserstände fallen in den untersuchten Flächen bis 90 cm ab (GEIGER-UDOD 2001, RIESINGER 1995).

Eingestreut in die Extensivierungsflächen liegen artenreiche Streuwiesen, Gehölzbestände und ein größerer Moorwald mit Torfstichen im Bereich entwässerter und mineralisierter Hochmoortorfe.

⁵ Messergebnisse 1994: 5 - 11 mg K₂O bzw. P₂O₅/ 100 ml Boden. 1997: 1 - 4 mg K₂O bzw. P₂O₅/ 100 ml Boden (3 Ausnahmen). Der Aufwuchs ging nach Auskunft der Bauern von durchschnittlich 75 dt/ ha x Jahr im Jahr 1994 auf nunmehr 20 dt/ ha x Jahr zurück.

Renaturierungsfähigkeit: Ausgehend vom relativ geringen Störungsgrad im hydrologischen Einzugsgebiet bestünden für die Renaturierung der ursprüngliche Moortypen relativ gute Voraussetzungen. Einschränkungen bestehen im Hinblick auf die Regeneration naturnaher Überflutungsmoore aufgrund von Laufveränderung, festgelegtem Gewässerbett und Eintiefung der Loisach. Für die Regeneration ursprünglich oligotropher Nährstoffverhältnisse ist je nach Mineralstoffgehalt und Eutrophierungsgrad der Torfe mit unterschiedlich langen Zeiträumen zu rechnen. Die Regeneration von Regenwassermooren ist aufgrund der stark veränderten Torfe mittelfristig nicht möglich.

Leitbild: Ohne jegliche Einschränkung von Seiten der Flächennutzung wäre im Bereich der Loisach und der Bäche eine möglichst naturgemäße Entwicklung bei hohem Wasserspiegel der Gewässer und Moore anzustreben. Für die höher gelegenen, natürlicherweise weniger nassen Nieder- und Anmoorstandorte im Osten und im Bereich mineralischer Aufschüttungen besteht das Ziel, kulturbetonte Flächen mit Streu, Nass- und Heuwiesen oder extensiven Weiden zu entwickeln.

Moorschutzfunktionen: Im Gebiet und in der Umgebung naturgemäße Entwicklung bayernweit sehr stark rückläufiger Überflutungs- und Quellmoore; vorbeugender Hochwasserschutz durch Regeneration eines naturgemäßen Abflussverhaltens von Loisach, der Quellbäche und Moor-

flächen. Eine aus moorkundlicher Sicht für das gesamte Gebiet anzustrebende naturnahe Entwicklung, die mit großflächiger Bewaldung verbunden wäre, ist insbesondere aufgrund der zoologischen Bedeutung des Gebietes für mehrere gefährdete Arten und aufgrund seiner Funktion als Wiesenbrütergebiet weniger zielführend.

Lebensraumfunktionen Fauna: Erhaltung und Förderung von artenreichem Extensivgrünland (kulturbetont) als Lebensraum für Wiesenbrüter (Wachtelkönig RLBay 1, Wachtel RLBay 2, Wiesenpieper), Heuschrecken und Tagfalter. Das Klosterland beherbergt inzwischen vermutlich das größte Vorkommen des Schwefelvögelchens (*Lycaena tityrus* RLBay 3) in Süddeutschland, ein an einschürige Heuwiesen gebundener Tagfalter (BRÄU in PLEYL 2001).

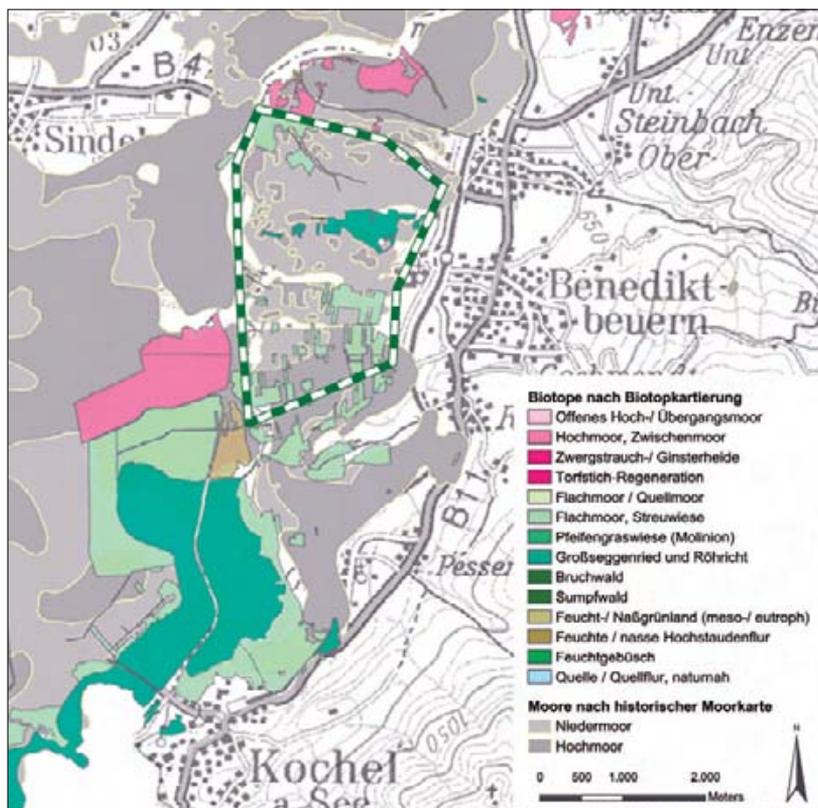
Lebensraumfunktionen Flora: Entwicklung naturnaher Gebiete zur Förderung des Artenspektrums von nassen Quell-, Überflutungs- und Übergangsmooren, die in der Umgebung vorkommen (z. B. *Dryopteris cristata* RLBay 2, *Sphagnum teres*). Förderung von Arten extensiv genutzter Streu-, Nasswiesen und Großseggenriede (z. B. *Dactylorhiza incarnata ssp. ochroleuca* RLBay 2, *Lathyrus palustris* RLBay 2, *Dactylorhiza traunsteineri* RLBay 2) sowie von Arten der Magerrasen.

Einschränkungen: Für die Wiedervernässung bietet das Klosterland mit 200 ha arrondiertem Grünland und Waldflächen eigentlich gute Voraussetzungen. Auswirkungen auf Oberlieger außerhalb der Klosterflächen sind jedoch auszuschließen, so dass ein Anheben der Hauptvorfluter nur in beschränktem Maß möglich ist. Die Renaturierung der Loisach und der Fließgewässer ist derzeit nicht möglich, da die hierfür erforderlichen Voraussetzungen nicht geschaffen werden können.

Entwicklungsziele (umsetzungsorientiert): Entwicklung extensiv genutzter Streu- und Nasswiesen (kulturbetont) und mäßig intensiv genutzter Futterwiesen (schwach kulturgeprägt) durch Anheben des Wasserspiegels auf ein Niveau, das eine weitere Bewirtschaftung in Form extensiv bis mäßig intensiver Wiesennutzung zulässt. Entwicklung von Flachwasserbereichen als Nahrungsbiotop für wiesenbrütende Vogelarten durch Anheben des Wasserspiegels in den Klosterflächen. Hiermit ist auch eine Verbesserung der Moorschutz-Funktionen verbunden. Im Bereich der stärker degradierten Moorwälder und Torfstiche Entwicklung von Wäldern nasser Standorte.

Maßnahmen und Umsetzung: Die Regeneration nährstoffarmer Nasswiesen erfolgte in mehreren Phasen:

Phase I Aushagerung: Zur Reduzierung der Nährstoffgehalte wurde die Düngung vollständig eingestellt. Der erste Schnitt erfolgte überwiegend aufwuchsorientiert, zeitlich und räumlich versetzt ab 15.6., 15.7. und 15.8. unter Beibehaltung von nicht gemähten Streifen (zum Aushagerungserfolg s. o.).



Karte 1: Kartierte Biotope in den Loisach-Kochelseemooren. Benediktbeuern (TÖL, WM).

In der Anfangsphase konnte das Schnittgut als Futter verwendet werden, später wurde es bei den vorhandenen Einstreubetrieben verwertet. Die Maßnahmen wurden durch den Bayerischen Naturschutzfonds und das Bayerische Vertragsnaturschutzprogramm finanziell unterstützt. Das Kloster überließ den Landwirten kostenlos die auf den Flächen liegenden Milchkontingente.

Phase II Ausbringung von Mähgut: Eine Etablierung von Zielarten im Zuge der Extensivierung konnte nicht erwartet werden. Nach längerfristiger Nutzung ist davon auszugehen, dass das Samenpotential im Moorboden erschöpft ist. Deshalb wurde Mähgut von Streuwiesen der unmittelbaren Umgebung aufgebracht.

Phase III Anheben des Wasserstands: Für die Entwicklung von nassen Streuwiesen mit Kleinseggenrieden und von Nasswiesen sollten die



Abbildung 13: Anstaumaßnahmen in den Klosterflächen der Loisach-Kochelseemoore (Foto: E. Pleyl).



Abbildung 14: Umfeld eines Staubauwerkes mit Mähgutauftrag auf der Dammkrone. (Foto: E. Pleyl)



Abbildung 15: Pressetermin im „Klosterland“. (Foto: E. Pleyl)

Tiefstwasserstände im Gebiet langfristig nicht unter etwa 35 bis 50 cm abfallen. Die angestrebte Entwicklung von Wasserflächen für Limikolen erfordert einen dauerhaft oberflächennahen Wasserspiegel. Nach erfolgreicher Aushagerung wurde der Wasserspiegel in einem ersten Teilgebiet auf einer Fläche von etwa 80 ha durch Unterbrechung von 6 Drainagen und 13 Anstaumaßnahmen angehoben. Der Auswirkungsbereich umfasst Feuchtwiesen, Moor- und Birkenbruchwälder sowie angrenzende Auwaldstandorte. Die nassesten Standorte liegen aufgrund von Moorsackungen im Umfeld der Gräben. Dort entstanden größere Wasserflächen mit flachen Ufern.

Öffentlichkeitsarbeit: Von Beginn an wurde die Bevölkerung durch das Zentrum für Umwelt und Kultur, Benediktbeuern, über die Maßnahmen und die Ziele der einzelnen Projekte informiert. Die Information erfolgte durch Einzelgespräche mit den Pächtern und der Gemeinde, über die örtliche Presse, über Informationstafeln, Faltblätter und Veranstaltungen. Laufende Veranstaltungen zu Umwelt-Jugendbildung sowie zu Aus-, Fort- und Weiterbildung im Naturschutz sind weitere Bausteine einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit des ZUK.

Allgemeine Hinweise:

Bei der Festlegung des Entwicklungsziels „**artenreiche nährstoffarme Nasswiesen**“ ist zu überprüfen, welche Torfarten vorliegen. Auf Hochmoortorfen und mineralstoffarmen Niedermoortorfen stellen sich naturgemäß keine artenreichen Wiesen ein. Die auf solchen Standorten entstehenden Extensivierungsstadien werden deshalb teilweise als Misserfolg bewertet. Aufgrund struktureller Veränderungen können sie aus zoologischer Sicht aber durchaus positiv zu bewerten sein. Auf solchen Standorten vorgeschlagene Kompensationsdüngung zur Förderung von kaliumbedürftigen Blütenpflanzen ist aus moorökologischer Sicht bedenklich und sollte immer kritisch geprüft werden.

Zur Entwicklung nährstoffarmer Streu- oder Nasswiesen aus Intensivgrünland werden in der Literatur gegensätzliche Vorgehensweisen empfohlen. Das sofortige Anheben des Wasserstandes hat den Vorteil, dass zwar die Mineralisation der Torfe von Beginn an reduziert wird. Nachteil ist jedoch die mangelnde Befahrbarkeit der Flächen, so dass schlechte Voraussetzungen für die Aushagerung bestehen. In Benediktbeuern wurden mit einer aufwuchsorientierten Mahd vor Anhe-

Tabelle 5: Weitere Informationen zum Projekt in den Loisach-Kochelseemooren.

Projektinitiatoren:	Zentrum für Umwelt und Kultur (ZUK), uNB Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen, Maschinenring Bad Tölz-Wolfratshausen
Planung, Umsetzung:	Zentrum für Umwelt und Kultur (ZUK) Elisabeth Pleyl [elisabeth.pleyl@zuk-bb.de], 08857/88705; Maierhof, D 83671 Benediktbeuern (Kontaktperson)
Ausführung:	Maschinenring, Landwirte, Schüler der Landwirtschaftsschule Wolfratshausen
Träger:	Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen
Finanzierung:	Naturschutzfonds, Vertragsnaturschutzprogramm, Interreg II, Mittel der Regierung von Oberbayern
Quellen, weitere Informationen:	GEIGER-UBOD, B. (2001): Effizienzkontrolle der Renaturierungsmaßnahmen auf den Flächen des Klosters Benediktbeuern. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München Freising, 133 S. PLEYL E. (2001): Pressemitteilung 1: Renaturierungsmaßnahmen auf Klosterland. ZUK, Unveröff. Mskr., Benediktbeuern. PLEYL, E. (2001): Antrag zur Finanzierung von Landschaftspflegemaßnahmen im Rahmen von INTERREG II im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen. ZUK, Unveröff. Mskr., Benediktbeuern. PLEYL, E. (2003): Zentrum für Umwelt und Kultur: 10 Jahre Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen in den Loisach-Kochelseemooren. Laufener Seminarbeitr. 1/03: 187-195 Bern ANL, Laufen. RIESINGER E. (1995): Entwicklungskonzept für das Grünland des Klosters Benediktbeuern. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München Freising, 109 S. Schriftl. Hinweise und Bilder von E. PLEYL., ZUK

ben des Wasserspiegels gute Aushagerungseffekte erzielt. Die Vernässung und die Umstellung auf Streuwiesenmäheregime erfolgten erst nach erfolgreicher Aushagerung.

Vor Vernässung ist zu klären, ob die dadurch erschwerte Mahd, der Abtransport und die **Verwertung des Mähgutes** gewährleistet sind. Im Falle des „Klosterlands“ werden die vernässten Flächen mit Spezialmaschinen von Landschaftspflegehöfen bearbeitet. Durch langfristige Pflegeverträge wurde für zwei Betriebe der Anreiz zum Bau moderner Tretmistlaufställe geschaffen. Vertraglich festgelegte Mährythmen von 2 – 5 Jahren ermöglichen, dass sehr nasse Flächen nur in niederschlagsarmen Jahren oder bei Bodenfrost gemäht werden. Regulierbare Wehre wurden im Klosterland aufgrund der notwendigen Betreuung nur als Übergangslösung eingesetzt.

Im Bereich der oberflächennah angestauten Gräben entstanden **offene Wasserflächen**, die von Limikolen als Nahrungsbiotop angenommen werden. Der Aufwand zur Offenhaltung ist gering.

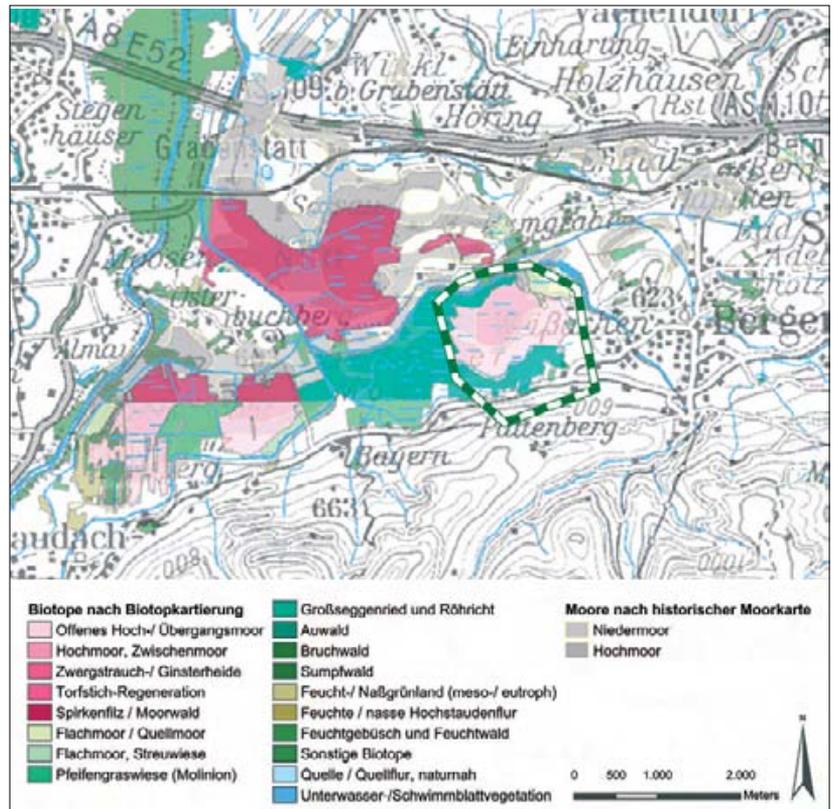
4.2 Ziele für seit langem nicht mehr genutzte Moore (bedingt naturnah)

4.2.1 Bergener Moos (Südlicher Chiemgau – Lkr. TS)

Ausgangssituation: Den Kern des Bergener Mooses bildet ein seit langem brach liegendes, in Teilen entwässertes Quell- und Übergangsmoor mit schwach ombrotrophem Kern (bedingt naturnah). Im Zentrum wurde bis in die 50er Jahre der Torf bis in den Niedermoorkörper abgebaut (siehe Abbildung 16, S. 20). Das Gebiet ist durch ein mäßig dichtes Grabennetz und Fanggräben entwässert. Im Umfeld finden sich unterschiedlich stark entwässerte Überflutungs-, Quell- und Niedermoores mit artenreichen, überwiegend genutzten, teils sehr nassen Streuwiesen (Klein- und Großseggenriede, Pfeifengraswiesen).

Moortyp: Im Bereich einer Seitenfurche des Chiemseebeckens gelegenes Quell- und Überflutungsmoor, dessen Wasserhaushalt in enger Beziehung zum Einzugsgebiet steht. Die noch heute stark schüttenden Quellaufstöße (sog. Kechtbrunnen) und Quellbäche legen den Schluss nahe, dass in der nur schwach geneigten Senke sehr nasse, in Teilen wohl kaum betretbare Quellmoore und vielleicht auch kleinere Quellseen lagen. Unter dem Einfluss der Geschiebe führenden Bäche bestanden vor Kanalisierung der Weißen Achen häufig überschwemmte Überflutungsmoores mit meso- bis schwach eutrophen Torfen und Anmooren. Im zentralen, von Überschwemmungen kaum tangierten Teil entwickelten sich im Umfeld von kalkreichen Quellmooren Übergangsmoores mit einem schwach ombrotrophen Kern.

Renaturierungsfähigkeit: Auf der noch weitgehend intakten zentralen Hochfläche bestehen gute Voraussetzungen für die Entwicklung gebietstypischer Wasserstände. Die Wiederherstel-



Karte 2: Kartierte Biotope im Bereich des Bergener Mooses (TS).

lung intakter Wasserverhältnisse in den zentralen Quellmooren würde voraussetzen, dass sowohl im direkten Umfeld als auch im Wassereinzugsgebiet keine hydrologisch wirksamen Eingriffe vorliegen (siehe Kap. C 2.1.4 Quellmoore, S. 60). Im Bereich des durch Torfabbau gestörten Reliefs ist die Regeneration der ursprünglichen Verhältnisse nicht mehr möglich.

Leitbild: In den zentralen, nicht abgetorften Bereichen Entwicklung möglichst **naturnah** Übergangs-, Quell- und Regenwassermoores mit einem Mosaik aus nassen offenen Bult-Schlenkengesellschaften und mehr oder weniger lichten Moorwäldern. Torfstiche: Entwicklung **bedingt naturnah** Moor- und Bruchwälder bis hin zu offenen Wasserflächen, langfristig Förderung des Torfwachstums auf mesotrophem Niveau (Nieder- und Übergangsmoores).

Moorschutz-Funktion: Aufgrund des starken Rückgangs von nassen Übergangsmoores im Inn-Chiemsee-Hügelland (Torfabbau, Entwässerung) ist ihre Regeneration von sehr hoher Priorität (naturnaher Kernzone). Für eine weitgehend natürliche Entwicklung der Quellmoore wäre auch in den Randbereichen ein oberflächennaher Wasserstand der Quelltrichter und Quellbäche erforderlich.

Lebensraumfunktion Fauna und Flora: Zur Erhaltung der faunistisch und floristisch hohen Bedeutung der Randbereiche, insbesondere als Lebensraum für Wiesenbrüter, ist die Nutzung der Streuwiesen aufrechtzuerhalten (kulturbetonte Randzone).

Einschränkungen: Für Renaturierungsmaßnahmen bestehen im Kerngebiet aufgrund des



Abbildung 16: Den Kern des Bergener Moores bildet ein ehemals streugenutztes Übergangsmoor. Es wurde in Teilen bis in den Niedermoor-Horizont abgetorft (Foto: M. Lohmann).

Flächenankaufs keine Einschränkungen. Die Regeneration naturnaher Quellmoore ist beschränkt möglich (Trinkwassergewinnung im Wassereinzugsgebiet). In den extensiv genutzten Randbereichen ist ein weiteres Anheben des Moorwasserspiegels nicht realisierbar, weil die bereits heute sehr aufwendige Pflege der nassen Streuwiesen dann nicht mehr möglich wäre.

Entwicklungsziele (umsetzungsorientiert): In den zentralen Bereichen leitbildgemäße Entwicklung. In den randlichen floristisch und zoologisch bedeutsamen Gebieten mit Vorkommen hochgradig gefährdeter, nutzungsabhängiger Arten wird

der Beibehaltung der extensiven Streuwiesennutzung der Vorrang eingeräumt (s. Karte 3, S. 21).

Maßnahmen und Umsetzung: Im entwässerten zentralen Bereich wurden die bestehenden Gräben oberflächennah angestaut. Nach Abschätzung des möglichen Auswirkungsbereichs von Anstaumaßnahmen wurden etwa 60 ha Moorgrundstücke erworben. Der zentrale Hauptvorfluter wurde ebenso wie die seitlichen Entwässerungsgräben mit durch Holz stabilisierten Bauwerken geschlossen und oberflächennah angestaut; kleinere Schlitzgräben wurden mit Nut- und Federbrettern geschlossen. Zur Förderung der Vernässung wurde im Bereich der Gräben flächig entbuscht.

Allgemeine Hinweise:

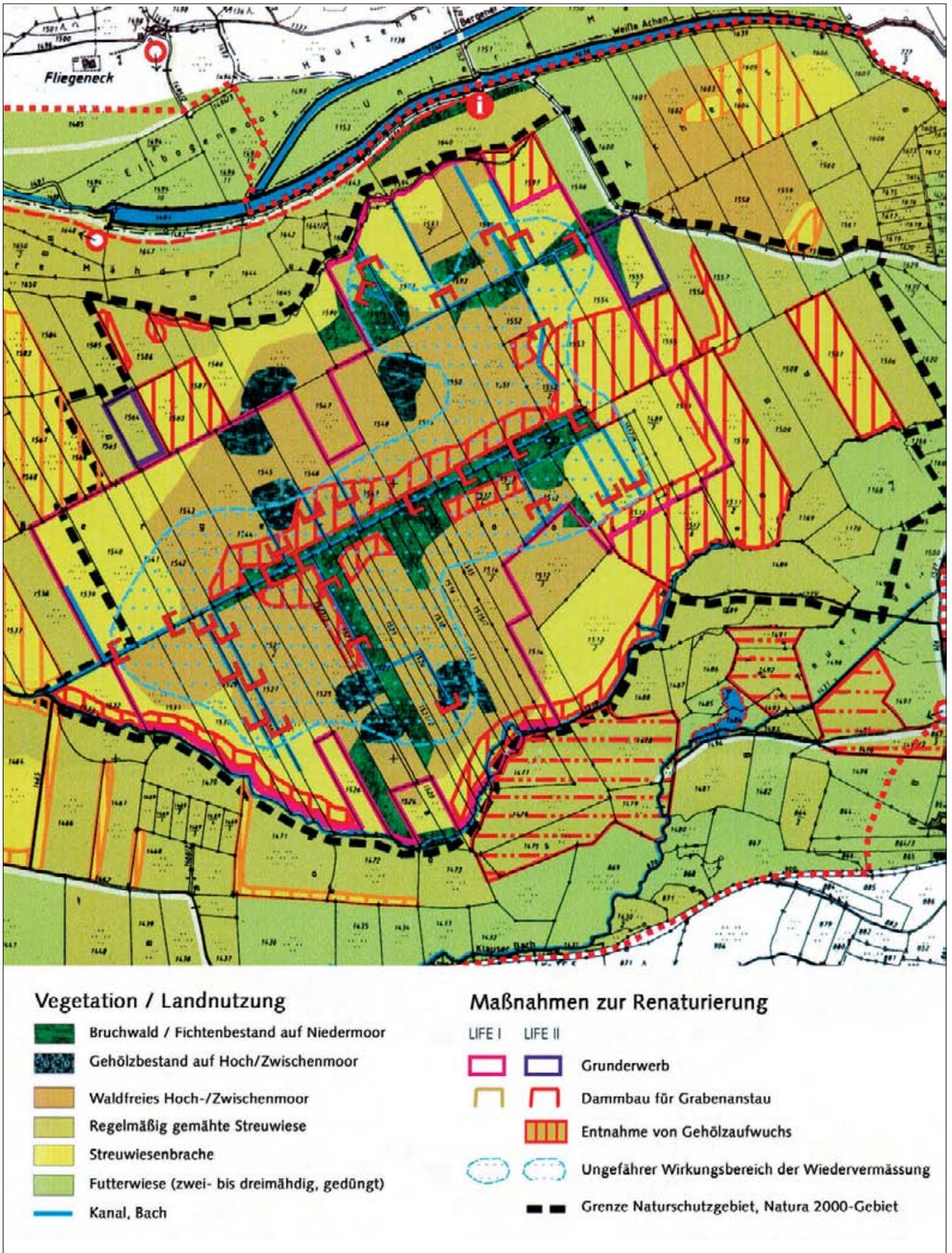
Bei der Festlegung des Entwicklungsziels „**naturnahes Moor**“ ist davon auszugehen, dass viele der heute offenen Moore ehemals genutzt wurden und natürlicherweise wald- oder zumindest gehölzfähig sind⁶. Vielfach ist auch nach Vernässung davon auszugehen, dass der Gehölzbewuchs mittel- bis langfristig zunehmen wird, wobei nässetolerante Arten wie Kiefer oder Birke gegenüber der Fichte Konkurrenzvorteile haben. Wie sich dies auf die Pflanzen- und Tierwelt auswirkt, hängt in erster Linie von der Nässe der Standorte ab. Sehr nasse und daher lichte minerotrophe Moorwälder können als Primärlebensräume für einige hochgradig gefährdete Arten und für eine Vielzahl von sog. „Streuwiesenarten“ naturschutzfachlich durchaus bedeutsam sein.

Indizien für den Grad der zu erwartenden Bewaldung sind Vitalität und Jahreszuwachs vorhandener Gehölze. Sofern Pegeluntersuchungen für ein Gebiet vorliegen, kann ein Vergleich von



Abbildung 17: Die Gehölze im Hintergrund sind ein Indiz für die Gehölzfähigkeit des offenen Standorts mit Schnabelseggenried. (Foto: LfU/7)

⁶ Die meisten Moore unterlagen z. T. bis in die 1950er Jahre einer extensiven Streu- oder Weidenutzung. Selbst die dichten Latschenbestände (sog. Zetten) wurden zur Gewinnung von Weihnachts- oder Grabschmuck genutzt.



Karte 3: Geplante Renaturierungsmaßnahmen im „Bergener Moos“.
(Planung: R. STROHWASSER, Darstellung S. FORSTNER)

Tabelle 6: Weitere Informationen zum LIFE-Projekt „Bergener Moos“.

Projektinitiatoren:	Landkreise Rosenheim und Traunstein (Träger), Regierung von Oberbayern, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (heute für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz)
Planung, Umsetzung:	Ralf Strohwasser, Schwarzbrunnweg 6, 87665 Steinholz, Tel. 08341/64126, Ralf.Strohwasser@t-online.de (Kontaktperson)
Planung, Umsetzung:	Ralf Strohwasser, Schwarzbrunnweg 6, 87665 Steinholz, Tel. 08341/64126 (Kontaktperson)
Ausführung:	Maschinenring, Landwirte, Firma für Landschaftsbau
Finanzierung:	LIFE-Natur-Projekt (50 %), BayStMUGV (33, LIFE II: 30 %) Landkreise (17/ LIFE II: 20 %) Gesamtetat: ca. 3 Mio Euro (LIFE I ca. 1,6, Mio Euro, LIFE II 1,4 Mio Euro)
Quellen, weitere Informationen:	LANDRATSAMT TRAUNSTEIN, (2001): LIFE-Projekt Südlicher Chiemgau. Traunstein. Schriftl. Hinweise von R. Strohwasser

gehölzbestandenen Flächen mit Offenlandflächen weitere Hinweise geben. Allerdings müssen hierbei auch die Nährstoffverhältnisse vergleichbar sein, weil bei gleichem Nährstoffgehalt Standorte eine stärkere Bewaldung zulassen. Nährstoffreiche Moore können selbst bei ganzjährig über Flur stehendem Wasser von Erlenbruchwäldern besiedelt werden.

Nicht in jedem Fall wird die Verdunstung durch Entbuschungsmaßnahmen verringert. Die geringste Verdunstung weisen mosaikartige Moorkomplexe aus Gehölz- und Offenlandvegetation auf (Verminderung der Windgeschwindigkeit und innere Beschattung).

4.2.2 Zeitelmoos (Oberfranken – Lkr. WUN)

Ausgangssituation: Das ehemals großflächig streugennutzte Gebiet liegt seit langem brach, teilweise ist es durch Entwässerungsgräben beeinträchtigt. Die ursprünglichen Moore wurden flächenhaft bis in den Niedermoorhorizont abgetorft und auf Teilflächen zu Teichen aufgestaut, die sehr wertvolle Verlandungsstadien aufweisen. Aktuell herrschen saure bis subneutrale, meist torfmoosreiche Niedermoores (Caricion fuscae, Caricion lasiocarpae) und Übergangsmoores vor. Im Hinblick auf die künftige Entwicklung galt es zu klären, welche Gebiete zu vernässen und ohne negative Auswirkungen auf die wertgebenden Lebensgemeinschaften ihrer natürlichen Entwicklung überlassen werden können.

Ursprünglicher Moortyp: Die zentralen Teile des Gebiets dürften ursprünglich als Hoch- bzw. Regenwassermoor mit Versumpfungs- bis schwachem Durchströmungsregime ausgebildet gewesen sein. Für das Umfeld des Zeitelmoosbachs, der ursprünglich einen geschwungenen Lauf oder ein flächiges Abflusssystem aufgewiesen haben dürfte, sowie für die Moorrandbereiche sind Überflutungsmoores, saure Niedermoores und Übergangsmoores anzunehmen.

Renaturierungsfähigkeit: Eine Regeneration von Regenwassermoores ist wegen der gravierenden Veränderungen durch Torfabbau und Weiherwirtschaft nur im Verlauf von mehreren Jahrhunderten denkbar. Für die Förderung von Übergangsmoores bestehen im Bereich oligo- bis mesotro-

pher Standorten überwiegend gute Voraussetzungen. Eutrophierte Gebiete im Unterwasser der Teiche dürften sich zu eu- bis mesotrophen Niedermoores mit Bruchwald- und -gebüschgesellschaften entwickeln, längerfristig ist bei weiterem Aufwachsen der Torfe ebenfalls mit der Entwicklung von Übergangsmoores zu rechnen.

Leitbild: Aus moorkundlicher und floristischer Sicht ist der Entwicklung von möglichst nassen naturnahen Übergangsmoores der Vorrang einzuräumen. Die ausgedehnten, bereits seit langem brach liegenden Flächen, die heute noch offenen Landschaftscharakter aufweisen, wären aus botanisch-moorökologischer Sicht ihrer natürlichen Entwicklung zu überlassen. Auf Grund der hohen zoologischen Bedeutung, insbesondere für den Libellen- (u. a. *Aeshna subarctica*, *Coenagrion lunulatum*, *Cordulegaster bidentata*) und Tagfalter-schutz sowie zur Erhaltung weiterer prioritärer Arten, ist eine vollständige Bewaldung aber zu vermeiden. Hier ist es Ziel, in weiten Teilen des Gebiets eine offene bis halboffene Landschaftsstruktur zu erhalten (bedingt naturnah) und die Moorflächen untereinander durch offene Strukturen zu vernetzen.

Einschränkungen: Die Wiedervernässung der Moorflächen im Zeitelmoos wird von der Staatsforstverwaltung grundsätzlich positiv gesehen. Für Flächen in Privateigentum kann die Situation zwar nicht abschließend eingeschätzt werden, da aber in weiten Bereichen keine Nutzungsinteressen mehr bestehen, könnte durchaus mit dem Einverständnis der Grundeigentümer bzw. Verkaufsbereitschaft gerechnet werden.

Wie die aktuelle Nutzungsstruktur zeigt, besteht von Seiten der Landwirtschaft kein Interesse an extensiver Wiesennutzung. Zur Minimierung des Pflegeaufwandes beschränkt sich das Konzept zur Erhaltung bzw. Regeneration kulturbetonter Lebensräume daher auf Flächen bzw. Gebiete, bei denen ohne Nutzung mit erheblichen Artenverlusten zu rechnen ist (z. B. Borstgrasrasen).

Entwicklungsziele: Möglichst große Bereiche sollten einer naturnahen, eigendynamischen Entwicklung ohne jegliche Nutzung unterliegen. Im Bereich lichter Moorwälder sowie sehr nasser Nieder- und Übergangsmoores könnten sich Primärlebensräume moortypischer, stark gefähr-



Abbildung 18: Brachflächen im Osten des Zeitelmooses. Das abgetorfte, ehemals großflächig streugewutzte Gebiet liegt seit langem brach. Gehölze geben Hinweise zur potentiellen Waldfähigkeit.



Abbildung 19: Verlandungszone im Zeitelmoos. Hier ist langfristig von einer stärkeren Besiedlung durch Gehölze auszugehen.

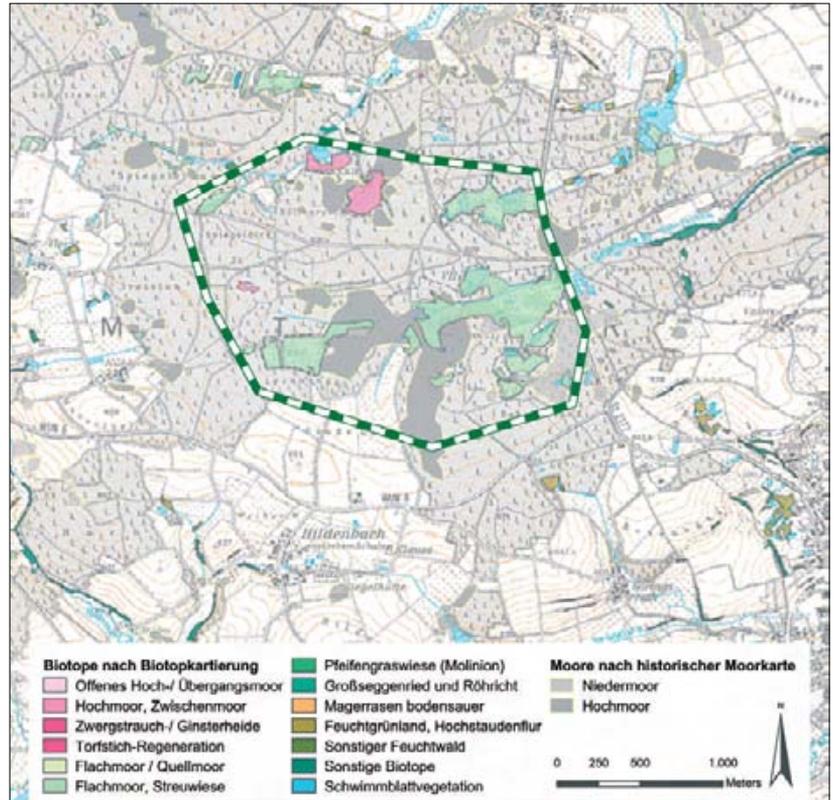
deter oder regional seltener Arten der Übergangs- und Regenwassermoore entwickeln (z. B. *Andromeda polifolia*, *Sphagnum papillosum*, *Anarta cordigera*, *Vacciniinia optilete* *Sphagnum obtusum*, *Utricularia minor*, *Boloria aquilonaris*).

Gebiete, in denen die Populationsentwicklung schutzbedürftiger Tierarten bei ungenlenkter Sukzession nicht abgeschätzt werden kann, sollten soweit erforderlich offen gehalten werden (bedingt naturnahes Offenland). Aus zoologischen Gründen ist die vollständige Verlandung der Teiche nicht erwünscht.

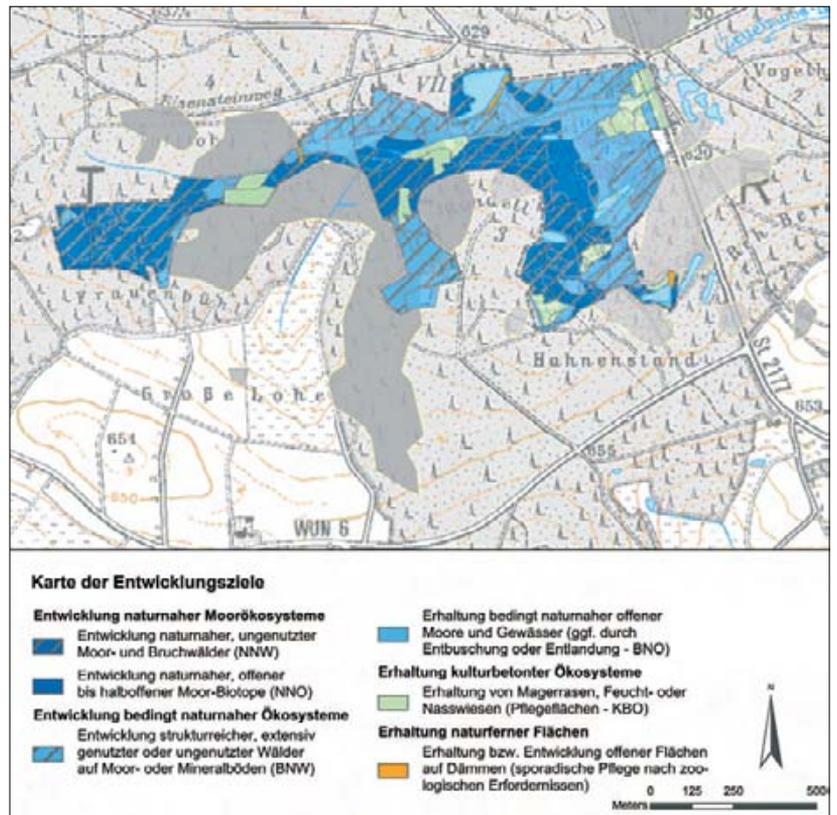
Allgemeine Hinweise:

Bei der Festlegung des Entwicklungsziels „naturnahes Moor“ ist unter anderem zu klären, welcher Grad der Bewaldung zur Erhaltung der Lebensraum-Funktionen tolerierbar ist. In Abhängigkeit von der zu erwartenden Bewaldung und unter Berücksichtigung der naturräumlichen Bestandssituation schutzbedürftiger Arten ist abzuschätzen, welche Gebiete ihrer natürlichen Entwicklung überlassen werden können und in welchen Gebieten Offenhaltungsmaßnahmen erforderlich sind.

Dabei sind die spezifischen Lebensraumsprüche der Arten zu berücksichtigen. So werden z. B. von einigen Wiesenbrütern (z. B. Braunkehlchen) alte, schwach mit Gehölzen durchsetzte Brachen als Brut- und Nahrungs-



Karte 4: Kartierte Biotope im Bereich Zeitelmoos (WUN).



Karte 5: Entwicklungsziele für den Südteil des Zeitelmooses (WUN).

biotope angenommen, eine stärkere Gehölzbestockung wirkt sich dagegen negativ aus. Negativ kann sich auch ein nur sporadisch durchgeführtes Mähregime auswirken, weil durch die sich bildende Streufilzaufgabe kleinwüchsige Pflanzenarten unterdrückt werden.

Tabelle 7: Weitere Informationen zum Umsetzungsprojekt „Zeitelmoos“.

Projektinitiatoren, Beteiligte:	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Regierung von Oberfranken, Landkreis Wunsiedel (uNB), Forstamt Weißenstadt, Naturpark Fichtelgebirge e.V.
Planung:	Büro für Vegetations- und Landschaftsökologie Wagner & Wagner, Unterammergau
Umsetzung:	Forstamt Weißenstadt, Regierung von Oberfranken (bisherige Umsetzung)
Ausführung:	Forstamt Weißenstadt, Bund Naturschutz Ortsgruppe WUN
Quellen, weitere Informationen:	WAGNER, A. & WAGNER, I. 2003: Umsetzungskonzept Moorrenaturierung Zeitelmoos, Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Augsburg.

4.3 Ziele für extensiv genutzte Moore (kulturbetont)

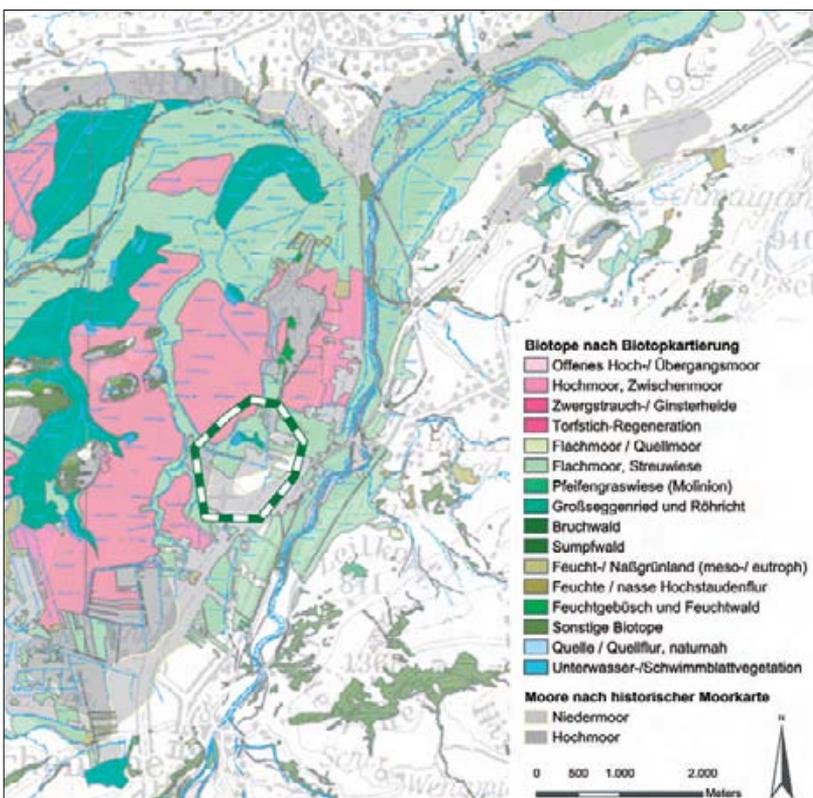
4.3.1 Am Fügsee – Murnauer Moos (Lkr.GAP)

Ausgangssituation: Streuwiesengebiet mit zentralem Quellsee; der ehemalige Fügseebach wurde zum Teil verfüllt und der Abfluss des Sees nach Westen verlegt und vertieft. Der Wasserspiegel des Fügsees wurde gegenüber den ursprünglichen Verhältnissen um etwa 0,5 m abgesenkt. Der See und zahlreiche Grundquellen in der Umgebung werden von basenreichem Grundwasser aus dem unteren Grundwasserstockwerk versorgt. Das Grundwasser ist artesisch gespannt. Durch die Absenkung des Sees sind die Torfe gesackt, Quelltrichter sind abgesenkt und alte Quellstrukturen führen kein Wasser mehr. Die ehemaligen Verlandungszonen sind heute in weiten Bereichen begehbar. Die ausgedehnten Armleuchteralgen-Rasen haben stark abgenommen. Aufgrund der Mineralstoffarmut der Torfe besteht bei Entwässerung verstärkte Tendenz zur Basenverarmung. Im direkten Einzugsgebiet liegen ehemals intensiv genutzte Futterwiesen.

Ursprünglicher Moortyp: Ursprünglich durch eine engmaschiges Netz von Quelltrichtern, Quellrinnsalen und -bächen gegliedertes, großräumig sehr nasses Quellmoorgebiet mit Verlandungs- und Durchströmungsregime; Zonation zu Übergangs- und Regenwassermoor. Vergleichbare, aber hydrologisch weniger stark gestörte Gebiete im Murnauer Moos weisen Schwingrasen und Schlenkenvegetation (*Rhynchosporion*, *Caricion davalliana*, *Caricion lasiocarpae*) auf.

Renaturierungsfähigkeit: Die Regeneration der ursprünglichen Verhältnisse ist aufgrund großtechnischer Eingriffe und der damit verbundenen hydrologischen Veränderungen des gesamten Talraumes nicht in vollem Umfang möglich (Autobahntrasse, Trinkwasserentnahme, Abschneidung von Moorwasserströmen).

Leitbild: Wegen der hohen Bedeutung als Lebensraum für zahlreiche gefährdete Pflanzen- und Tierarten ist der Erhaltung der kulturbetonten Streuwiesenlandschaft Vorrang einzuräumen. Gleichzeitig sind aus moorökologischer Sicht durch Anhebung des Wasserspiegels aber möglichst naturgemäße hydrologische Verhältnisse zu regenerieren (Wasserrückhalt, Torfbildung, Unterbindung des Versauerungsprozesses, Artenschutz). Zu erwarten ist, dass die gesackten Torfe als Folge der Vernässung wieder aufquellen bzw. aufschwimmen und hier dauerhaft nasse Schwingrasen, die mit den Wasserspiegelschwankungen oszillieren, entstehen. Da der untere Grundwasserleiter großräumig kommunizieren dürfte, wird durch die Anhebung des Wasserspiegels auch eine Verbesserung der Situation in den randlichen Mooren erwartet (z. B. Quellaufstöße im Randbereich des Ohlstädter Filzes). Aus biologischer Sicht ist es Ziel, das Gebiet für Arten dauerhaft nasser Quellmoore, für die auch im Murnauer Moos ein stärkerer Bestandsrückgang zu verzeichnen ist, aufzuwerten.



Karte 6: Kartierte Biotope im Bereich Fügsee (GAP).

Zur Vermeidung von Nährstoffeinträgen in den Fügsee ist die Extensivierung des Wirtschaftsgrünlandes im Wassereinzugsgebiet anzustreben. Damit könnte auch die Qualität der Umgebung als Lebensraum für Wiesenbrüter verbessert werden.

Einschränkungen: Aufgrund der aktuellen Besitz- und Nutzungsstruktur ist eine großräumige hydrologische Sanierung nicht möglich. Im Rahmen des Naturschutzgroßprojekts des Bundes ist es durch das gezielte Vorgehen der Unteren Naturschutzbehörde, durch Grunderwerb und durch das Einverständnis von Anliegern gelungen, die Voraussetzungen zur Durchführung der Maßnah-



Abbildung 20: Probestau am tiefen gelegten Fügsee-Auslauf.



Abbildung 21: Fügsee mit Streuwiesen vor Anstau.



Abbildung 22: Weitester Auswirkungsbereich des Probeanstaus.



Abbildung 23: Mittlerer Auswirkungsbereich.

men im näheren Umfeld zu schaffen. Zur Ermittlung des notwendigen Flächenumfangs wurde im Vorfeld auf Basis eines digitalen Geländemodells unterstützt durch eine GPS-Vermessung der Auswirkungsbereich bei verschiedenen Anstauhöhen des Sees ermittelt (siehe Karte 7).

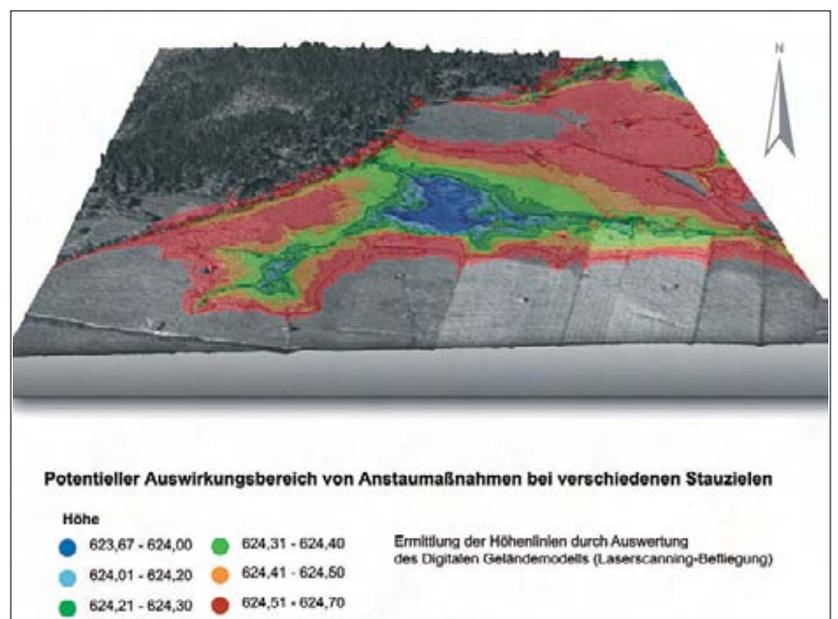
Entwicklungsziele: Gegenüber dem Leitbild beschränken sich die Entwicklungsziele auf das nähere Umfeld des Fügsees.

Maßnahmen und Umsetzung: In einem ersten Schritt wurde durch einen einfachen Probestau am Abfluss des Sees der genaue Auswirkungsbereich bei verschiedenen Anstauhöhen ermittelt.



Abbildung 24: Da ein zusammenhängender Grundwasserleiter vorliegt, ist auch der Wasserspiegel entfernter Quelltrichter angestiegen.

Um zu vermeiden, dass die für die weitere Entwicklung des Gebiets wichtigen Zielartenbestände (z. B. *Liparis loeselii*, *Rhynchospora fusca*) großflächig überstaut werden und absterben, wurde der Wasserspiegel zunächst nur um etwa 20 cm angehoben. Aktuell laufen die Arbeiten zur Wiederanbindung des Quellsees an seinen ehemaligen Ablauf. Die Maßnahme ist Teil eines umfassenden hydrologischen Sanierungskonzepts (Fügsee-Weidmoosgraben-Sanierung).



Karte 7: Auswirkungsbereich bei unterschiedlichen Anstauhöhen.



Abbildung 25: Beim höchsten Probestau waren die ursprünglichen Abflusssysteme wieder bespannt. Bereiche mit Kleinsiegenrieden sind aufgeschwommen.



Abbildung 26: Anstau einer Flutmulde (Grabenstatter Moos TS). Ziel der Maßnahme ist es, wieder Nassstandorte für Watvögel zu entwickeln (Foto R. STROHWASSER).

4.3.2 Grabenstatter Moos – Mündungsgebiet Tiroler Achen (Lkr. TS)

Ausgangssituation: Ausgedehntes Streuwiesengebiet (kulturbetont) im NSG „Mündungsgebiet der Tiroler Achen“. Vor etwa 100 Jahren wurde der Chiemsee durch Eintiefung seines Auslaufs um etwa einen Meter abgesenkt. Dadurch ist der Wasserspiegel in den seenahen Mooren stark gefallen und die ehemaligen Flutrinnen liegen heute überwiegend trocken.

Moortyp: Ursprünglich meso- bis schwach eutrophes, mineralstoffreiches Verlandungs- und Überflutungsmoor im Kontakt zu Anmoor- und Mineralbodenstandorten; charakteristisch sind Flutrinnen der Tiroler Achen.

Renaturierungsfähigkeit: Da ein Anheben des Chiemsees nicht möglich ist, bestehen langfristig keine Möglichkeiten, großflächig naturnahe Verhältnisse zu regenerieren.

Leitbild: Erhaltung der großflächigen und artenreichen Streuwiesenlandschaft durch Beibehaltung und Wiederaufnahme der Mahd im Bereich brach gefallener Streuwiesen. Zur Entwicklung

von Nahrungsbiotopen für Wachtelkönig und nasebedürftige Limikolen, wie Brachvogel und Bekassine, sollen aber möglichst hohe Wasserstände mit offenen Wasserflächen erreicht werden.

Einschränkungen: Die Streunutzung muss gewährleistet bleiben, so dass aufgrund fehlender bzw. zu teurer Spezialgeräte ein oberflächennaher Grabenanstau ausscheidet. Periodische Mahd, die bei witterungsbedingt tiefen Wasserständen erfolgen könnte, wurde von den Landwirten bisher abgelehnt, so dass auch ein dauerhafter Anstau von Flutmulden nicht möglich ist.

Entwicklungsziele und Maßnahmen: Zur Entwicklung von Nassflächen als Nahrungshabitate für Wiesenbrüter wurde in Absprache mit den Landwirten eine alte Flutmulde mit Hilfe regulierbarer Wehre periodisch angestaut (Abbildung 26).

Weitere Überlegungen: Derzeit wird im Zusammenhang mit einem Gewässerentwicklungsplan für die Tiroler Achen die Möglichkeit geprüft, durch partielle Öffnung von Dämmen die Überflutungshäufigkeit zu erhöhen. Hierbei wird besonderes Augenmerk darauf gerichtet, dass eine künftige Eutrophierung nährstoffarmer Flächen vermieden wird.

Tabelle 8: Weitere Informationen zum Umsetzungsprojekt Grabenstatter Moos.

Projektinitiatoren:	Landkreise Rosenheim und Traunstein (Träger), Regierung von Oberbayern, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (heute für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz)
Planung, Umsetzung:	Ralf Strohwasser, Schwarzbrunnweg 6, 87665 Steinholz, Tel. 08341/64126, Ralf.Strohwasser@t-online.de (Kontaktperson)
Ausführung:	Maschinenring, Landwirte, Naturschutzverbände vor Ort, Örtliche Jagdpächter, Pfadfinder
Finanzierung:	LIFE-Natur-Projekt (50 %), BayStMUGV (33, LIFE II: 30 %) Landkreise (17/ LIFE II: 20 %) Gesamtetat: ca. 3 Mio Euro (LIFE I ca. 1,6, Mio Euro, LIFE II 1,4 Mio Euro)
Quellen, weitere Informationen:	LANDRATSAMT TRAUNSTEIN, (2001): LIFE-Projekt Südlicher Chiemgau. Traunstein. Schriftl. Hinweise von R. Strohwasser

B Niedermoorrenaturierung in der Umsetzungspraxis

1 Ablauf und Organisation von Umsetzungsprojekten

1.1 Wichtige Vorüberlegungen bei der Umsetzung

Im Vorfeld von Renaturierungsmaßnahmen müssen die fachlichen, technischen und rechtlichen Voraussetzungen für die Umsetzung geklärt sein. Bei komplexen Gebieten bzw. Fragestellungen sind in der Regel zunächst Entwicklungskonzepte zu erarbeiten (siehe Kap. C 1, S. 49). Aber auch bei kleineren Projekten, bei denen man sich über die die Maßnahmen „von vorne herein klar ist“, sollten vor Beginn der Ausführung folgende Fragen zumindest in Form einer einfachen Checkliste beantwortet sein:

- 1. Was soll mit der Renaturierung erreicht werden?** D. h. Festlegen von realistischen Entwicklungszielen (vgl. Kap. A 4 Beispiele für Leitbilder und Entwicklungsziele S. 14). Vor jeder Maßnahme muss geklärt werden, welche Arten oder Lebensgemeinschaften damit gefördert und welche Standortqualitäten erreicht werden sollen. Wesentlich sind Überlegungen, welche zukünftige Nutzung stattfinden soll (siehe Kap. 2.5 Literaturhinweise zu Folgepflege und Nutzung S. 42).
- 2. Wie kann es erreicht werden?** D.h. zumindest Erstellung eines Grobkonzeptes mit geplanten Wiedervernässungsmaßnahmen (siehe Kap. 2.1 Hydrologische Sanierungsmaßnahmen S. 28) und dem möglichen Auswirkungsbereich (siehe Kap. C 2.2 Moorwasserhaushalt S. 64). Der Auswirkungsbereich spielt eine wesentliche Rolle für die Sicherstellung der rechtlichen Voraussetzungen und für die Folgenutzung. Sofern eine Nutzung vorgesehen ist muss die Befahrbarkeit gewährleistet sein (siehe Kap. 2.1.1 Generelle Hinweise zum Ablauf und zur Ausführung von Ansturmaßnahmen, S. 28).
- 3. Besteht ein Zugriff auf erforderlichen Flächen?** Falls nicht, müssen die Ziele und Maßnahmen modifiziert werden.
- 4. Sind rechtliche Vorgaben zu beachten?** siehe S. 35 und Kap. B 3 Rechtliche Rahmenbedingungen S. 43.
- 5. Wie hoch sind die Kosten und wer übernimmt sie?** Die Finanzierung der Maßnahmen muss sichergestellt sein (siehe Kap. 4.1 Literaturhinweise zu Kosten und 4.2 Literaturhinweise zur Finanzierung S. 46).

1.2 Ablauf der Umsetzung

Der Aufwand bei der Umsetzung hängt maßgeblich von der Gebietsgröße und dem Ausmaß hydrologischer Störungen, aber auch von den zu er-

wartenden Auswirkungen von geplanten Maßnahmen und von der Verfügbarkeit notwendiger Flächen ab. Bei kleineren Gebieten mit vollständigem Einverständnis – i. d. R. handelt es sich nur um wenige Eigentümer – kann nach Klärung der rechtlichen Voraussetzungen u. U. direkt mit der Ausführung der Maßnahmen begonnen werden. Andererseits kann eine mehr oder weniger aufwändige Organisation der Umsetzung erforderlich sein. Für das Management größerer Projekte zu empfehlen ist die Arbeit von BREITSCHUH & FEIGE (2003): „Projektmanagement im Naturschutz – Leitfaden für kooperative Naturschutzprojekte“. Im Folgenden wird kurz der Ablauf der Umsetzung dargestellt.

1.2.1 Klärung der Trägerschaft und der Finanzierung

Am besten bei Projektbeginn, spätestens vor der eigentumsrechtlichen Sicherung zu erwerbender Flächen bzw. notarieller Sicherung von Nutzungsrechten bzw. vor Ausführung der Maßnahmen, ist ein Projektträger festzulegen. Dies können juristische oder natürliche Personen, wie Gebietskörperschaften (z. B. Kommunen, Landkreise, Bezirke), Stiftungen, Verbände (z. B. Landschaftspflegeverbände) oder für diesen Zweck gegründete Vereine sein.

1.2.2 Sicherstellung der Verfügbarkeit von Flächen im Auswirkungsbereich

Entscheidender Faktor für die Umsetzung geplanter Maßnahmen ist die Verfügbarkeit der Flächen im Auswirkungsbereich geplanter Maßnahmen. Je nach Gebietsgröße und Besitzstruktur liegt in der Erwirkung der rechtlichen Voraussetzungen ein erheblicher Aufwand.

Für den Auswirkungsbereich von Vernässungsmaßnahmen sind im Rahmen der Umsetzung private und öffentliche Eigentümer zu ermitteln, auf ihr Einverständnis ist hinzuwirken. Im Rahmen des Entwicklungs- und Umsetzungskonzeptes betrifft die Ermittlung von Eigentümern nur Flurstücke, die im öffentlichen Eigentum liegen, z. B. Flächen von Gemeinden, Staatsforstverwaltung, Kirche oder Verbänden.

Sofern Mittel für Grunderwerb bereit stehen, sind Privateigentümer in geeigneter Form über die Möglichkeit des Grundstückverkaufs zu informieren (Presse, Gemeindeblatt, Informationsveranstaltung). Da in der Regel nicht bei allen benötigten Flächen Verkaufsbereitschaft besteht, ist es zweckmäßig, Tauschflächen zu erwerben oder die Verfügbarkeit durch Pacht oder Nutzungsvereinbarungen zu sichern. Bei größeren Projekten hat sich im Hinblick auf Preisgestaltung, notarielle Eintragungen und Organisation von Kauf- und Tauschgeschäften eine Zusammenarbeit mit der Direktion für ländliche Entwicklung (DLE) als zweckdienlich erwiesen. Hierfür ist die Einleitung entsprechender Verfahren nötig.

1.2.3 Klärung der rechtlichen Voraussetzungen

Von wesentlicher Bedeutung ist die Klärung der rechtlichen Voraussetzungen. Da für die Umsetzung von Wiedervernässungsmaßnahmen eine planungsrechtliche Behandlung notwendig ist, ist zu prüfen, ob es sich um genehmigungspflichtige Vorhaben z. B. nach Bau-, Wasser- oder Naturschutzrecht handelt.

Im Folgenden werden einige Hinweise zur Beteiligung und Abstimmung gegeben. Weitere zu beachtende Aspekte sind Kap. B 3 (S. 43) zu entnehmen. **Im Einzelfall gilt es immer zu klären, ob weitere Aspekte zu berücksichtigen sind.** Im Vordergrund steht die Abstimmung der fachlichen Inhalte mit den Trägern öffentlicher Belange und den nach dem Naturschutzgesetz anerkannten Verbänden. Regelmäßig sind die Untere Naturschutzbehörde, das Wasserwirtschaftsamt, gegebenenfalls auch das Amt für Landwirtschaft, die Forstbehörden, die Gemeinden und sonstige Betroffene zu informieren. Im einfachsten Fall werden Entwürfe zur Maßnahmenplanung versandt und die schriftlichen Stellungnahmen dem Projektakt hinzugefügt.

Da die Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen für die konkrete Ausführung längere Zeiträume beanspruchen kann oder zum Teil auch nicht erreicht wird, sollte ggf. versucht werden, Teilprojekte, für die flächendeckend Einverständnis der Grundeigentümer vorliegt bzw. für die ein geringerer Genehmigungsaufwand besteht, schrittweise umzusetzen.

1.2.4 Beteiligung der Öffentlichkeit

Bei größeren Projekten ist zu überlegen, zu welchem Zeitpunkt und wie die Öffentlichkeit zu informieren bzw. zu beteiligen ist. Grundsätzlich geht hier der Trend zu einer „offenen Planung“ mit frühzeitiger Beteiligung der Bürger, um die Akzeptanz für die Ziele der Planung und den Umsetzungserfolg zu erhöhen. Hierzu kann man beispielsweise die Bildung „regionaler bzw. lokaler Arbeitskreise“ anregen. Vielfach ist es auch möglich, bereits bestehende Gremien zur Umsetzung des „Agenda-21-Prozesses“ zu nutzen. In diesem Zusammenhang können auch Moorpatenschaften, deren Aufgabe z. B. in der späteren Überwachung ausgeführter Staumaßnahmen und der Gebietsentwicklung liegen, angeregt werden.

1.2.5 Ausführung und Dokumentation

Die Ausführung sollte durch eine ökologische Bauleitung begleitet werden. Generell sind die durchgeführten Maßnahmen zu dokumentieren (Protokoll zur Umsetzung) und in den Projekt-Steckbrief zu übernehmen. Damit sind die gewonnenen Erfahrungen für andere Projekte und für ggf. durchzuführende Monitoringprogramme nutzbar.

2 Renaturierungstechniken

2.1 Hydrologische Sanierungsmaßnahmen

Die Wiederherstellung eines moortypischen Wasserregimes ist eine zentrale Aufgabe im Rahmen der Moorrenaturierung. Renaturierung im Sinne einer Wiederherstellung (Restitution) der ursprünglichen hydrologischen Bedingungen ist aber nur in begrenztem Maße möglich. Ursache sind die mit der Entwässerung eingetreten Veränderungen, wie z. B.:

- Nach Entwässerung ändern sich die physikalischen Eigenschaften der Torfe. Das Substanzvolumen nimmt zu, der den Moorwasserstand stabilisierende und damit ökologisch sehr bedeutsame Grobporenanteil nimmt ab. Die Folge sind stärkere Moorwasserschwankungen (schnelles Absinken/Ansteigen bei Trockenheit/Regen durch das geringere Speichervolumen) sowie ein verändertes Abfluss- und Verdunstungsverhalten.
- Durch Sackungsprofile im Bereich der Gräben entstehen ursprünglich nicht vorhandene, z. T. völlig andere Vorflutsituationen und Entwässerungsbahnen (-richtungen) für Oberflächen- und Moorwasserabfluss.
- Durch punktuellen Grabenstau entsteht ein unnatürliches, treppenförmiges Längsprofil mit höchstem Wasserstand direkt am Stau und niedrigstem Wasserstand an der Stauwurzel. Die Wiederherstellung eines der Neigung der Mooroberfläche folgenden Moorwasserspiegels wäre in Annäherung nur durch vollständige Grabenverfüllung, die in der Praxis aber selten möglich ist (Kosten, ökologisch verträgliche Materialbeschaffung), zu erreichen.
- Veränderungen des Nährstoffhaushalts, die auch nach Wiedervernässung vielfach noch lange nachwirken.
- Pflanzenarten mit besonderer funktionaler Bedeutung für die Standortentwicklung, z. B. Moose mit großem Wasserhalte- und Wasserhebevermögen (Torfmoose) oder den Oberflächenabfluss verzögernder Wirkung, müssen sich erst etablieren.

Die hydrologische Sanierung eines Moores ist demnach als langfristiger Prozess zu verstehen, der zu einem naturnäheren, aber nicht zum ursprünglichen Zustand führt. Vorrangige Aufgabe ist daher der Schutz hydrologischer ungestörter Moore.

2.1.1 Generelle Hinweise zum Ablauf und zur Ausführung von Anstaumaßnahmen

Ablauf und Bauüberwachung: Die Ausführungsarbeiten beginnen mit der Begehung der Gräben. Nach Ortseinsicht erfolgt das Ausstecken der Dämme entsprechend der vorgesehenen Staustaffelung (z. B. mit Holzlatten), wobei auf besonders günstige Geländestellen zu achten ist. Bei unklaren Geländebeziehungen ist ein Nivelle-

ment erforderlich, häufig reicht aber auch das „gute Augemaß“. Die Koordinaten der ausgesteckten Stau werden erfasst und ihre Lage in die Luftbildkarte, die dem Ausführenden später zur Verfügung gestellt wird, eingetragen. Abzuklären ist auch die Geländesituation bezüglich Zufahrt und Tragfähigkeit bei Maschineneinsatz. Um die Schäden durch Befahren, Umsetzen usw. insbesondere bei größeren Baumaßnahmen möglichst gering zu halten, sind die Routen im Vorfeld festzulegen. Vorgenannte Arbeitsschritte und die Bauleitung sind durch eine moorökologisch versierte Person durchzuführen.

Im Rahmen der Bauleitung ist der Ausführende in die Arbeit einzuweisen, Hintergrund der Maßnahme und Wirkungsweise sind zu erläutern. Am Anfang der Maßnahmenausführung ist i. d. R. eine intensive Zusammenarbeit zwischen Ausführendem und Bauleitung erforderlich. Nach Bauausführung erfolgen Staukontrolle, Aufmaß und Prüfung der Abrechnung. Die Staukontrolle sollte an mindestens zwei Terminen erfolgen: Nach einem ergiebigeren Niederschlagsereignis u. a. zur Beurteilung des seitlich des Damms geführten Abflusses sowie nach einer längeren sommerlichen Trockenperiode. Gegebenenfalls festgestellte Mängel sind zu beheben. Auch in den Folgejahren nach Maßnahmenausführung empfiehlt sich eine turnusmäßige Kontrolle der Bauwerke. Im Hinblick auf die langfristige Betreuung optimal sind Moorpatenschaften, wobei der Kontakt zu interessierten Personenkreisen möglichst frühzeitig zu knüpfen ist.

Maschineneinsatz: Beim Grabenstau haben sich kettengetriebene Bagger bewährt. Die Größe der Bagger hängt insbesondere von der Dimension der Staubauwerke ab (bis ca. 20 t). Kleinbagger (3 bis 5 t, Schaufelkapazität ca. 0,1 m³) sollten zur Vergrößerung des Arbeitsbereichs eine hydraulische Greifarmverlängerung aufweisen. Minibagger (ca. 1 t) eignen sich bei kleinen Gräben und unzugänglicher Geländesituation. Generell sollten nur Bagger mit geringer Auflast, die dann ohne Matratzenlager (z. B. Holzbohlen) eingesetzt werden können, verwendet werden. Auch bei geringer Auflast scheren schwere Baggertypen beim Umsetzen die Vegetationsdecke stärker ab als leichte. Die An- und Abfahrtswege sind mit dem Baggerführer abzuklären.



Abbildung 27: Kettengetriebene Kleinbagger sind sehr wenig und können ohne größere Schäden auch in stärker bewaldetem Gelände eingesetzt werden.

Ausführungszeitpunkt: Günstigster Zeitpunkt für die Ausführung der Staubaumaßnahmen sind Zeiten mit tiefen Moorwasserständen. Sofern Baumaterial (Torf, Holz) angeliefert werden muss, sollte der Transport vor Beginn der Bauausführung bei Bodenfrost erfolgen. Bei der Anlieferung von Stammholz mittels Schlepper sollten die Baumwipfel wegen besserer Lastverteilung belassen und erst an Ort und Stelle auf das gewünschte Maß eingekürzt werden. Auch für die Ausführung von Torfstauen ist Bodenfrost günstig, der gefrorene Torf darf aber nicht zur Abdichtung eingebaut werden. Die Wahl des Ausführungszeitpunkts ist mit den zoologischen Erfordernissen abzustimmen (z. B. sind Grabenprofile gebietsweise Überwinterungshabitat der Kreuzotter).

Dauerhaftigkeit von Stauen und Staukontrolle: Neben der direkten Anhebung des Moorwasserspiegels liegt das langfristige Ziel von Grabenstaumaßnahmen in einer vollständigen Verlandung der Gräben. Da sich dieser Prozess insbesondere in nährstoffarmen Mooren sehr langsam, über mehrere Jahrzehnte vollzieht, ist die Dauerhaftigkeit der Stau eine Grundvoraussetzung. Dammkonstruktionen, deren dichtende Wirkung allein auf Torf beruht, werden als nicht zu empfehlende Technik zum Teil abgelehnt (z. B. LUGON & AL. 1998). Tatsächlich ist zu erwarten, dass die Dichtigkeit durch Mineralisation der dem Luftzutritt ausgesetzten Dämmpartien, durch mechanische Wirkung (z. B. Frostwechsel, Schrumpfung und Quellung, Gehölzetaablierung auf den Dämmen) oder innere Erosion (Kanalbildung) und Sulfosion, also Verlagerung von Feinteilchen durch den Strömungsdruck, abnehmen kann und zu einem Dambruch führen kann. Demgegenüber können aber auch selbstabdichtende Prozesse, z. B. durch Kolmation (fortschreitende Abdichtung von Poren durch Feinpartikel) oder Setzung wirksam werden, so dass die Frage der Dauerhaftigkeit solcher Dämme nicht abschließend geklärt werden kann. Insofern haben bisher ausgeführte Staukonstruktionen zum Teil den Charakter eines Feldversuchs.

Da bezüglich der Haltbarkeit Unsicherheiten bestehen, ist generell eine Staukontrolle im mehrjährigen Abstand zu empfehlen. Dies auch deshalb, weil Einstaumaßnahmen nicht selten bewusster oder unbewusster Sabotage unterliegen. Um langfristige Stauwirkung zu erzielen, sollten im Zweifel zusätzliche Dichtungen (Bretter, Platten, Folien) eingebaut werden und die Stauhöhen zwischen den Dämmen zur Verringerung des Strömungsdrucks im Staukörper möglichst gering gehalten werden.

Abstand der Stau, Dimensionierung und Dichtigkeit: Bezüglich Abstand und Dimensionierung der Stau sind statische und hydraulische, die Stauwirkung betreffende Gesichtspunkte zu beachten. Aus statischer Sicht gilt, dass die auf den Damm wirkenden horizontalen Kräfte mit dem Quadrat der Höhe wachsen (EIGNER & SCHMATZLER 1991). Um möglichst hohe Stabilität der Stau zu erzielen, sollte der Rückstau des un-

terstromigen Staus bis zum oberstromigen Stau reichen und diesen zur Erzeugung einer Gegenkraft etwa auf 1/2 bis 2/3 der Höhe benetzen.

Die Wasserdurchlässigkeit der Staue hängt entsprechend der Darcy-Gleichung insbesondere von der Stauhöhe (=Druckunterschied), der Dichtigkeit des eingebauten Materials (kf-Wert) und der Länge des Staus in Grabenrichtung (sog. Filterstrecke) ab. Große Stauhöhen und hohe kf-Werte bedingen hohe Wasserverluste, lange Filterstrecken (Dämme) vermindern dagegen die Durchflussmenge. Die Dammlänge ist also umgekehrt proportional zum Durchfluss durch den Staukörper. Vor diesem Hintergrund können für Dämme aus Torf folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Um das Absinken der Wasserstände in Trockenzeiten möglichst gering zu halten, sollte der Wasserspiegelunterschied zwischen den Stauen (= Stauhöhe) weniger als 0,5 m betragen. Aus einer Verdoppelung der Stauhöhe resultiert bei gleicher Dammbauweise ein zweifacher höherer Durchfluss! Geringe Stauhöhen verringern auch die Gefahr eines Dammbrochs.
- Je nach Genese und Zersetzungsgrad sind die Durchlässigkeitsbeiwerte der Torfe (kf-Wert) sehr unterschiedlich. Sie reichen von weit unter 1 m pro Tag bei stark zersetzten Sphagnum-Torfen bis zu ca. 10 m pro Tag bei sehr schwach zersetzten Schilftorfen (vgl. Abbildung 28). Um bei gleicher Stauhöhe gleich niedrige Durchflusswerte zu erzielen, sind bei stark durchlässigen Torfen entsprechend längere Staubaauwerke zu planen. Als Faustzahl kann bei stark zersetzten Torfen für reine Torfdämme eine Verhältnis Dammlänge zu Stauhöhe von 2, bei Einbau höher durchlässiger Seggen- oder Schilftorfe von etwa 6 gelten. Bei zusätzlichem Einbau von dichtenden Materialien (z. B. Holzverbundplatten) bzw. ständigem Wasserzustrom aus den oberstromig gelegenen Flächen sind entsprechend kürzere Dammbauwerke möglich. Die Dimensionierung der Dämme hängt also auch wesentlich vom jeweiligen Einzugsbereich des Staus (Oberflächen- und Grundwasser) ab. Sofern statische Gesichtspunkte nicht dagegen sprechen, können in einer Staukette die Staue am Grabenende (größeres Einzugsgebiet und dadurch länger anhaltender und größerer Wasserzustrom) deshalb oft geringer dimensioniert werden als die am Grabenanfang befindlichen. Tritt Quellwasser auf, u. a. an einem auch in Trockenzeiten anhaltenden stärkeren Abfluss erkenntlich, können die Staue dem Wasserandrang entsprechend kürzer gebaut werden.
- Überschlagsberechnungen zum erwarteten Wasserverlust aus Verdunstung, vertikaler Versickerung und seitlichem Abfluss können in bestimmten Fällen, z. B. bei geplantem dauerhaftem Überstau in Gebieten mit sehr durchlässigen Torfen oder bei geringer Torfüberdeckung, erforderlich werden.
- Bei unklaren Verhältnissen, insbesondere zur horizontalen und vertikalen Durchlässigkeit

keit der Torfe, können Probestaue zur Ermittlung der Dimension der Dämme angeordnet sein. Insbesondere bei stark vererdeten Torfen lässt sich häufig kein geländegleicher Wasserrückstau erreichen, so dass die Gefahr einer Überdimensionierung der Dämme besteht. Bei großen Staubaauwerken können dann erhebliche Mehrkosten und zwecks Materialentnahme auch vermeidbare Eingriffe in den Moorkörper entstehen.

- Bei der Renaturierung von Fließgewässern oder Verlandungs-Quellmooren lässt sich die nach Ausführung der Maßnahmen eintretende hydrologische Situation häufig nur näherungsweise bei extrem hohem Rechenaufwand darstellen. In solchen Fällen ist ein Feldversuch mit Probebespannung zweckmäßig. Beispiel: Wiederanschluss eines naturnahen, teilverlandeten Altlaufs bei geringem Gefälle. Da der hydraulische Radius des Altgerinnes genauso wie der Abflussbeiwert (Rauhigkeit) laufend wechselt (hydraulische Unberechenbarkeit), sind die sich einstellenden Wasserstandshöhen über Feldversuch zu bestimmen und über Pegel und Kartierung des Überstaubereichs (GPS) zu dokumentieren.

Stauziel: In der Literatur wird bezüglich der Einstauhöhe häufig zwischen den Vernässungsverfahren „Grabenanstau“, „Grabeneinstau“ und „Grabenüberstau“ unterschieden (z. B. HENNINGS 1994, KRATZ & PFADENHAUER 2001). Diese Begrif-

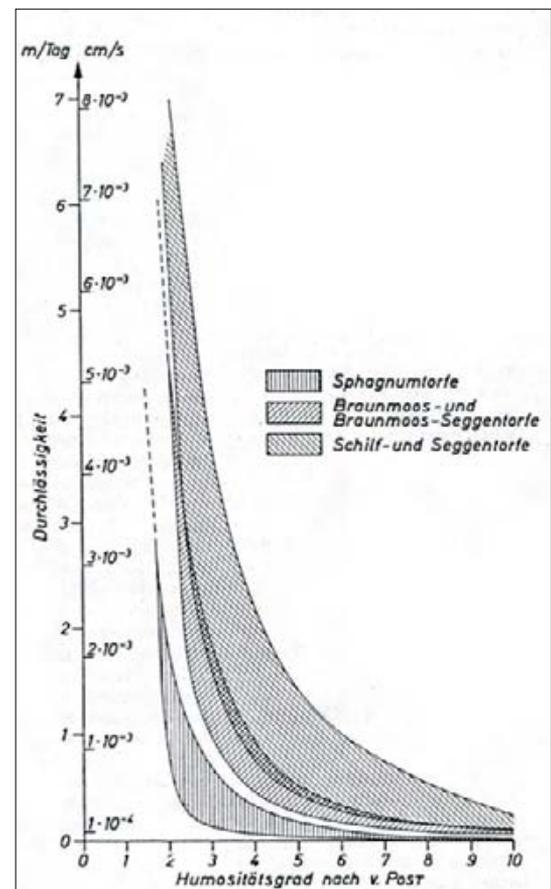


Abbildung 28: Beziehung zwischen hydraulischer Leitfähigkeit (kf-Wert) und Torfzersetzungsgrad (nach BADEN & EGGELSMANN 1963)

fe, die in dieser Arbeit nicht verwendet werden, beziehen sich auf die Stauhöhe im Zusammenhang mit der Herkunft des zugeführten Wassers.

Wie hoch eingestaut werden kann, hängt in erster Linie von den Eigenschaften des Torfkörpers (v. a. Wasserdurchlässigkeit, Gefälle) und von der Größe des Wassereinzugsgebiets am Stau ab. So wird in vielen Fällen am Grabenanfang überhaupt kein geländegleicher Einstau zu erreichen sein, weil die anströmende Wassermenge hierzu nicht ausreicht. Sehr hoch aufgezogene Dämme, die dann trocken im Gelände stehen, sind dann gar nicht erforderlich (ggf. Probestau vornehmen). Auch bei stärkerem Gefälle des Moorkörpers lässt sich ein geländegleicher Grabenanstau insbesondere bei durchlässigen Torfen oft nicht einstellen. In der Praxis werden solche Staumaßnahmen häufig als wenig effektiv bewertet, obwohl sie de facto zu einer deutlichen Anhebung des Moorwasserstands geführt haben können (z. B. von -100 cm auf -40 cm). Dagegen kann bei Stauen am Ende eines Grabensystems vielfach ein in die Fläche wirkender, der ursprünglichen Situation gar nicht entsprechender Überstau erreicht werden. Hier hängt das Stauziel dann nicht primär vom ökotechnisch Machbaren, sondern vom ökologisch begründeten Renaturierungsziel ab. Nicht in jedem Fall ist der maximal mögliche Einstau aus renaturierungsökologischer Sicht auch zielführend (z. B. bei Flächen mit für die Wiederbesiedlung wichtigem Artenspektrum, wenn maximaler Einstau zur Schwächung/Vernichtung dieser Arten führen würde).

In anderen Fällen lassen sich Moorflächen nur durch eine über den ursprünglichen Zustand hinausgehende Vernässung renaturieren. So wird zum Beispiel für ehemals intensiv landwirtschaftlich genutzte und daher stark degradierte Moorböden als Renaturierungsmaßnahme vielfach ganzjährig flacher Überstau oder Überrieselung vorgeschlagen, weil eine ausreichende Strömung vom Graben in die Fläche aufgrund der geringen Wasserdurchlässigkeit der Torfe unterbunden ist. Um diesen Wasserregimetyp überhaupt einstellen zu können, kann eine Wasserzuleitung aus einem anderen Einzugsgebiet notwendig werden (vgl. hierzu KRATZ & PFADENHAUER 2001). Durch Überstau kann es insbesondere bei Einstau mit



Abbildung 29: Durch einen gezielt gesetzten Damm an einer Engstelle konnte mit geringer Materialbewegung ein großes Torfstich-Areal vernässt werden.

sulfatreichem Wasser zu einer Phosphat-Mobilisierung mit beträchtlichen P-Austrägen kommen, weshalb DIERSSEN & DIERSSEN (2001) hydrochemische Voruntersuchungen empfehlen.

Nicht in jedem Fall liegt das Renaturierungsziel in der Entwicklung naturnaher Flächen. Besteht zum Beispiel das Leitbild der Entwicklung kulturbetonter, zukünftig extensiv genutzter Moorflächen, dann hängt das Stauziel von der zukünftigen Nutzung ab. Als Grenzwerte der Beweid- und Befahrbarkeit teilen BLANKENBURG & AL. (in KRATZ & PFADENHAUER 2001) einen Grundwasserstand von etwa 25 cm unter Flur mit, wobei dieser Wert ganz entscheidend von der Vegetation, nämlich der Artenzusammensetzung der Grasnarbe abhängt. Arten intensiv genutzter Grünlandflächen besitzen aufgrund ihres nur oberflächennah entwickelten Wurzelsystems eine weitaus geringere Tragfähigkeit als dicht und tief wurzelnde Arten von Extensivgrünlandflächen. Deshalb sollte bei geplanter Extensivierung von produktivem Wirtschaftsgrünland das endgültige Stauziel auch nicht direkt eingestellt werden, sondern ist Zug um Zug in Abhängigkeit von der floristischen Entwicklung der Grünlandnarbe auf ein Niveau zu bringen, das eine Bearbeitung mit dem Ziel der Biomassereduktion erlaubt.

Zusammenfassend hängt die Frage des Stauziels insbesondere vom ökotechnisch Machbaren, vom Renaturierungsziel und von der zukünftigen Nutzung ab.

Materialbeschaffung insbesondere beim Einstau von Torfstichen: Bei breiten Dämmen, v. a. im Bereich von Torfstichen, reicht das für den Dammbau erforderliche Material der unmittelbaren Umgebung vielfach nicht aus, so dass sich die Frage nach geeigneten Stellen für die Materialentnahme stellt. In jedem Fall ist hier zwischen dem durch den Stau erzielten Renaturierungserfolg und den durch Torfentnahme und Transport verursachten Störungen abzuwägen. Generell sind Verfahren, bei denen die Torfgewinnung im Bereich bislang nicht reliefgestörter, gewachsener Moorflächen erfolgt. Gerade im Bereich von Torfstichen ist deshalb besonders Augenmerk auf die Ausnutzung von Engstellen zu legen. Hier ist durch kleine Bauwerke eine große Wirkung zu erzielen (siehe Abbildung 29).

Sickerwasserverluste: Bei Gräben, die bis in durchlässige, nicht dauernd gespanntes Grundwasser führende Mineralbodenschichten reichen oder die nur eine geringe Resttorfmächtigkeit aufweisen, kann bei geringer Grabenwasserführung (Stau mit kleinem Einzugsgebiet) eine Überdeckung mit Torf zur Abdichtung gegen vertikale Sickerwasserverluste nötig werden. In solchen Fällen ist eine Verbreiterung des Profils und Einbau des Torfs im Bereich der Grabensohle durch Massenausgleich erforderlich.

Messtechnisch lassen sich die zu erwartenden Sickerwasserverluste mit Sickerrohren⁷ nach der

⁷ Vertrieb: Zwickert Feinmechanik, Kiel

$$q = kf \times \frac{h}{l} \quad \text{Versickerung} = \text{Durchlässigkeitsbeiwert} \times \frac{\text{Druckpotenzial}}{\text{Filterstrecke}}$$

Jährliche Versickerungsrate:

$$\text{ohne Torfverfüllung } q = 10^{-4} \times \frac{1,5}{0,2} \quad \text{mit 0,5 m Torfverfüllung } q = 10^{-4} \times \frac{1,5}{0,7}$$

Summe: 274 mm/Jahr**Summe: 78 mm/Jahr**

Die zu erwartenden Sickerwasserverluste lassen sich nach dem Darcy-Gesetz überschlägig berechnen. Beispielrechnung mit der Annahme Stauhöhe 1 [m] über Moorbasis, k_f mit 10-4 [m/d], Resttorfmächtigkeit 0.2 [m], Torfverfüllung um 0,5 [m], Lage des unteren Grundwasserkörpers 0,5 [m] unter der Moorbasis, unterer Grundwasserleiter nicht gespannt.

Methode KHAFAGI (1944) bestimmen. Solche Voruntersuchungen sind bei kostenintensiven Wiedervernässungsmaßnahmen, wie z. B. bei Poldeung mit Überstau, angeraten.

Wiedervernässung von Waldflächen: Wiedervernässungsmaßnahmen im Bereich von Wäldern führen häufig zum flächigen Absterben der unter trockeneren Standortbedingungen aufgewachsenen Bäume. In Abhängigkeit vom Waldbestand und von der örtlichen Situation ist über eine vorherige Rodung zu entscheiden (z. B. wegen Wertverlust, Borkenkäferbefall, Windbruchgefahr, Unverständnis in der Bevölkerung).

2.1.2 Grabenstau

(1) Vollständige Grabenverfüllung

Aus hydrologischer Sicht wäre vollständige Grabenverfüllung mit wenig durchlässigen Torfen die optimale Wiedervernässungstechnik, u. a. weil hierdurch ein der Geländeneigung entsprechender, also nicht wie bei Ausführung einzelner Staue gestufter Wasserspiegel eingestellt werden kann. Hauptproblem ist hier die Materialbeschaffung, i. d. R. steht im Arbeitsbereich nicht ausreichend Torf zur Verfügung. Die z. T. vorgeschlagene Entnahme von Torf aus grabenfernen Bereichen, etwa in Form höhenlinienparalleler Becken, wird überwiegend nicht empfohlen, da hierdurch weitere Eingriffe in den gewachsenen Moorkörper und seine Hydrologie stattfinden (offene Wasserflächen verdunsten bei sommerlicher Trockenheit stärker als die Vegetationsflächen und wirken damit entwässernd; horizontaler Wasserspiegel mit oberstromiger Absenkung).

Vollständige Grabenverfüllung wird nur in Sonderfällen vorgeschlagen, wenn die Materialbeschaffung von außerhalb vertretbar ist (z. B. aus nicht vernässbaren Torfsticharealen) und beim Transport keine übermäßige Schädigung des gewachsenen Torfkörpers auftritt.

(2) Profilverflachung

Da Profilverflachung durch die Aufweitung und den dadurch möglichen stärkeren Vegetationsbewuchs entsprechend der Manning-Strickler-Formel (z. B. LANGE & LECHER 1989) abflussverlangsamend wirkt, kann die Maßnahme auch dann eingesetzt werden, wenn kein oberflächennaher Aufstau der Gräben erfolgen soll (z. B. bei weiterhin nutzbarem Wirtschaftsgrünland) oder wenn

nur eine sehr weite Staffelung der Staue vorgenommen werden kann.

(3) Torfdämme

Die Stauerstellung erfolgt durch Einbau von anstehenden, möglichst dichten Torfen mit hohem Substanzvolumen nach folgendem Vorgehen (siehe Abbildungen 30 bis 33, S. 33):

- Abräumen des stärker durchlässigen oberen Horizonts, der Vegetationsdecke und des verschlammten Grabenprofils im Bereich des Staus und der oberstromig gelegenen Entnahmestelle. Seitliche Lagerung des Materials.
- Zur Vermeidung weiterer Eingriffe in den Torfkörper und zur Erhöhung des Stauvolumens (langsames Absinken!) Entnahme des Verfüllungsmaterials oberstromig der Entnahmestelle aus dem Grabenprofil und seiner unmittelbaren Umgebung. Bei nicht aus dem Grabenprofil zu deckendem Torfbedarf kann die seitliche Materialentnahme in Form von kleineren Löchern nötig werden. Das entnommene Material wird lagenweise eingebaut und verdichtet. Bei flachgründigen Mooren oder bei Fehlen eines dichtenden Untergrunds darf die Auskoffnung nur flach, also nicht in die Tiefe erfolgen (Sickerwasserverluste).
- Das seitlich gelagerte Material und die Vegetationssoden werden anschließend auf der Dammkrone verteilt. Wegen späterer Sackung sollte der Stau bezogen auf den Grabenrand ca. 0,5 Meter überhöht werden.
- Der Überlauf des Staus erfolgt seitlich über den gewachsenen und damit erosionsstabileren Torf. Hier gilt: Je breitflächiger und flacher die Überströmung, desto langsamer die Abflussgeschwindigkeit (s. Manning-Strickler-Fließformel) und damit die Erosivität. Bei steilen Böschungsrändern oder starkem Wasserandrang, wie er bei Stauen mit großem Einzugsgebiet und bei Gräben mit Grund- und Quellwasserzuströmung auftritt, können Sicherungsbauweisen erforderlich werden (z. B. Grundschwellen aus Holz).
- Die Bauwerkslänge in Grabenrichtung hängt von Zersetzungsgrad und Art des Torfs, der Stauhöhe und von der Stärke und Dauerhaftigkeit des oberstromigen Wasserzuflusses ab. Bei gleichem Zersetzungsgrad nimmt die Durchlässigkeit in der Reihenfolge Sphagnum, Braunmoos-, Seggen-, Schilf-Torf zu. Um die gleiche Dämmwirkung zu erreichen, sind bei Schilftorfen deshalb entsprechend längere Bauwerke mit größerem Torfvolumen erforderlich.

(4) Torfdämme mit stabilisierender Stammholzkonstruktion

Bei Stauhöhen von mehr als etwa 1 Meter sollte eine Stabilisierung der Torfdämme durch den Einbau einer Holzkonstruktion erfolgen. Dabei werden die Querlieger in den anstehenden Torf eingebunden und mit senkrecht in den Torf eingerammten, angespitzten Piloten fixiert. Aus Kostengründen kommen in der Regel verwitterungsbeständige Rundhölzer zum Einsatz (keine Weichhölzer). Nach Fertigstellung der Holzkonstruktion wird die Torfummantelung eingebaut und der Überlauf erstellt.

Die Dauerhaftigkeit dieser Dammkonstruktion wird unterschiedlich bewertet. So wird die Maß-



Abbildung 30: Freigelegtes Grabenprofil an einem Schlitzgraben.



Abbildung 34: Damm mit stabilisierenden Querhölzern an einem eingetieften Quelltrichter mit starkem Wasserandrang.



Abbildung 31: Freigelegtes Profil von der Seite.



Abbildung 35: Damms stabilisierung durch Rundholzkonstruktion vor Abdichtung und Torfummantelung. (Foto R. STROHWASSER).



Abbildung 32: Damm vor Auftrag von Soden. Das Material entstammt dem oberstromigen Grabenprofil.



Abbildung 36: Kombiniertes Holz-Torfbauwerk mit seitlichem Überlauf (im Bild links). Ziel der Maßnahme ist die Anhebung des Wasserspiegels eines ehemaligen Quellsees durch Aufstau des stark eingetieften, von Druckwasser gespeisten Abflufs. Bei starkem Wasserandrang ist zur Vermeidung von Erosion darauf zu achten, dass der Abfluss das Bauwerk über den gewachsenen Boden breitflächig umfließt. Der Wasserspiegel wurde um ca. 1 Meter angehoben, die Maßnahme führte zum flächigen Absterben der Fichten.



Abbildung 33: Dammkrone mit *Calluna vulgaris* (unten links im Bild) drei Jahre nach Ausführung in einem Hochmoor (Röthenbachfilz, GAP).

nahme in der von der BUWAL herausgegebenen Praxishilfe (LUGON & AL. 1998) auch bei Verwendung eines Geotextils aufgrund von Dichtigkeitsproblemen, die zu einem Dammbbruch führen können,

als „nicht zu empfehlende Technik“ abgelehnt. Um den Damm auch langfristig gegen innere Erosion zu sichern, sollte die stabilisierende Rundholzkonstruktion demnach mit Schnittholz oder Platten, die in den gewachsenen Torf eingedrückt werden, verblendet werden.

Bei großen Stauhöhen und einer möglichen Gefährdung von Unterliegern durch einen Dammbbruch wird die Überprüfung der Staukonstruktion durch ein Statikbüro empfohlen (vgl. Abb. 34 - 36).

(5) Torfdämme mit zusätzlicher Dichtung

Reine Torfbauwerke sind mit relativ umfangreichen Massenbewegungen verbunden und sind unter Kostengesichtspunkten daher nur bei Maschineneinsatz wirtschaftlich. Kommt Maschineneinsatz nicht in Frage (z. B. sehr nasses, nicht befahrbares Gelände, nur wenige Stau), kann der Aufstau bei kleineren Gräben auch mit Holzplatten (z. B. Siebdruckplatten) erfolgen. Die Platten werden seitlich und an der Grabensohle in den Torf eingedrückt, ein Gehrungsschnitt erleichtert die Ausführung. Da die Platten wasserdicht sind, hängt die Dichtigkeit des Bauwerks von der Einbindetiefe in den Torfkörper und dessen Durchlässigkeitsbeiwert ab.

Bei Einsatz von Brettern (z. B. Nut-Feder-Bretter) sollte zur Erhöhung der Dichtigkeit und zum Schutz gegen Verwitterung immer eine Vor- und Hinterfüllung mit Torf erfolgen. Solche kombinierten Bauwerke, die z. B. durch quer liegende Zangenhölzer weiter verstärkt werden können, eignen



Abbildung 37: Abdichtung von Torfdämmen durch Bretterkonstruktion. Nebengraben im Torfstichgebiet des Bergener Mooses (Lkr. TS - Foto R. STROHWASSER).



Abbildung 38: Umspülter Damm mit Nut-Feder-Brettern. Zur Vermeidung sind Überläufe vorzusehen, ohne Torfummantelung verwittern die Bretter relativ rasch.



Abbildung 39: Undichter Damm. Rundholzkonstruktion ohne Dichtung und mit nur schwacher und einseitiger Torfhinterfüllung.

sich auch zur Dammstabilisierung. Der Einsatz von Aluminiumplatten, die z. B. bei Wiedervernässungsmaßnahmen in der Schweiz eingesetzt werden, dürfte aus Kostengründen überwiegend ausscheiden. Foliendichtungen bereiten bezüglich Einbindung in den gewachsenen Torfkörper Probleme, als standortfremde und alterungsempfindliche Variante werden häufig abgelehnt.

(6) Drainageunterbrechung

Drainagen werden mittels Schaufelbagger auf einer Länge von ca. einem Meter abschnittsweise unterbrochen und mit dem Aushubmaterial wiederverfüllt. Die Zahl der Drainageunterbrechungen hängt vom Rohrgefälle und der Durchlässigkeit der das Rohr umgebenden Torfe ab, eine alleinige Unterbrechung etwa an den Sammlern reicht oft nicht aus. Als Faustzahl kann eine Unterbrechungshäufigkeit von ca. 50 cm Höhenunterschied gelten (bei einer Rohrneigung von 1 % also nach 50 Metern). Eine Drainageunterbrechung kann unterbleiben, wenn der durch Grabenstau erzielte Stauwasserspiegel ganzjährig in das Dränagesystem zurück staut (i. d. R. nur bei kleineren Dränagen möglich).

(7) Regulierbare Stau

Bei Moorflächen, die auch in Zukunft einer Wiesenutzung (Futterwiesen, Moosheu, Streu) unterliegen sollen und für die gleichzeitig eine Erhöhung des Wasserstands, z. B. aus Gründen einer verringerten Torfmineralisation oder aus Artenschutzgründen, angestrebt wird, können regulierbare Stau eingesetzt werden. Der Stau wird vor dem beabsichtigten Nutzungstermin abgesenkt, anschließend wird wieder eingestaut. Voraussetzung für regulierbare Stau ist, dass die Betreuung langfristig gewährleistet ist (Abb. 40, S. 35).

(8) Sukzessive Stauerhöhung

Wertvolle Schwingrasenzonationen, etwa im Bereich von Torfstichen oder an abgesenkten Quell- und Mooreseen, sollten nicht überstaut werden. Hier ist eine zeitlich gestaffelte, evtl. über mehrere Jahre laufende Anhebung der Wasserstände, die ein Aufschwimmen der Schwingdecken ermöglicht, vorzusehen.

(9) Geländemodellierung

Bei durch Grabenzug entwässerten, hängigen Mooren mit ehemaligem Quell- und Überriese-



Abbildung 40 : Staukonstruktion aus Rundholz und Brettern. Die Renaturierungsproblematik entwässerter, stark geneigter Quellmoore wird deutlich. Zur Reaktivierung des ursprünglichen Überrieselungsregimes wäre ein höherer und z. T. enger gestaffelter Anstau mit Auslauf ins seitliche Gelände erforderlich. Die Dammkonstruktion ohne Torfhinterfüllung dürfte relativ rascher Verwitterung unterliegen.

lungsregime kann durch seitlich der Stau-gezone, annähernd höhenlinienparallele Furchen bzw. unter Ausnutzung der vorhandenen Geländemorphologie eine gleichmäßigere Verteilung des Quellwassers in die Fläche erreicht werden.

Bei Torfen, die nur noch ein geringes Grobporenvolumen und damit eine geringe Wasserspeicherkapazität und Durchlässigkeit für Grundwasser aufweisen (z. B. nach langer, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung) oder Mooren, die hohe vertikale Sickerwasserverluste aufweisen (z. B. nach Abtorfung und geringer Resttorfmächtigkeit), können auch nach Einstau der Gräben noch starke Wasserstandsschwankungen mit tiefen sommerlichen Wasserständen auftreten. In solchen Fällen kann durch Torf-Verwallung in der Fläche (Polderung, z. B. EGGELSMANN 1987), die den Oberflächenabfluss einschränkt, ein höherer Wasserstand mit längerer Überstauphase eingestellt werden. Ausgehend von den hohen Kosten, ist die Notwendigkeit dieser Maßnahmenvariante im Vorfeld mittels Pegelbeobachtung nachzuweisen. Grundsätzlich ist hier auch die Frage des Leitbilds sehr intensiv zu diskutieren; möglicherweise können auch andere zielführende Entwicklungen in Betracht kommen.

(10) Biologische Verbauung

Als eher langfristig wirksame oder auch unterstützende Maßnahme kann in Niedermoores im Gegensatz zu Regenwassermoores auch so genannter Grün- oder Lebendverbau Anwendung finden. Das Ziel liegt in einer Verminderung der Abflusgeschwindigkeit und der daraus resultierenden

Wasserspiegelerhöhung sowie der Förderung von Verlandungsprozessen. Einsatzgebiet sind v. a. langsam fließende und flache Gräben. Die Ausführungsmöglichkeiten sind vielfältig: Halmlagen oder Röhrichtwalzen mit austriebsfähiger Arten (*Phragmites australis*, *Carex spec.*), Faschinen, Flechtzäune oder Spreitlagen v. a. aus Weiden-Arten (z. B. *Salix aurita*). Diese und andere ingenieurbio-logische Bauweisen werden bei SCHIECHTL (1973) ausführlich beschrieben.

2.1.3 Fließgewässerrenaturierung im Rahmen der Niedermoorrenaturierung

Als Hauptvorfluter der Graben- und Drainage-Entwässerungssysteme wurden Moorbäche in ihrer Gewässerstruktur durch Laufverkürzung oder Vertiefung vielfach stark verändert. Naturnahe Bachabschnitte sind sehr selten und auch diese sind häufig durch Eingriffe im Ober- oder Unterwasser indirekt beeinflusst (z. B. durch rückschreitende Erosion oder veränderte Geschiebeführung). Bezüglich möglicher Renaturierungstechniken wird auf weiterführende Literatur verwiesen: BAYLFW 1987, EGGELSMANN 1987, KERN 1994, KERN & AL. 1992, LANGE & LECHER 1989, MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG 1990.

Im Folgenden werden nur einige Grundsätze genannt:

- Die Renaturierungsplanung setzt eine sehr gründliche Gebietsanalyse mit Rekonstruktion des natürlichen Gewässertyps voraus. Das für Moore wenig geneigter Lagen vielfach angenommen Leitbild des mäandrierenden Bachs trifft insbesondere für moorbürtige Bäche nicht immer zu, häufig handelt es sich hier um Gewässer mit ursprünglich flächenhaft-diffusem Abfluss (Abbildung 55, S. 60).



Abbildung 42: Durch natürliche Verkläuerungen erhöht sich der Wasserspiegel von selbst.

Abbildung 41: Reichtach im Murnauer Moos (GAP). Ufergehölze sind für die Entwicklung naturnaher Gewässerbett- und Laufstrukturen von sehr großer Bedeutung. Durch die Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit tragen sie zur Verflachung des Gewässerbetts bei.



- Fließgewässer und Moore stehen in sehr enger Wechselbeziehung: Fließgewässer beeinflussen die Moorgenese; Torfbildung und Vegetationsstruktur nehmen wiederum Einfluss auf die Gewässermorphologie. In vielen Mooren sind Moorentwicklung und Gewässernetz auf das engste verknüpft (z. B. die inselartige Verteilung der Regenwassermoore im Murnauer Moos). Fließgewässerrenaturierung und Moorrenaturierung sind deshalb als Einheit zu betrachten und dürfen planerisch nicht getrennt behandelt werden.
- Entscheidende Kriterien aus moorökologischer Sicht sind Häufigkeit und Auswirkungsbereich der Überflutungen sowie das damit einhergehende Sedimentationsgeschehen. Diese Größen hängen nicht allein von den Eigenschaften des Fließgewässers innerhalb

des Mooregebiets (v. a. Profilquerschnitt und Laufentwicklung) sondern auch von der Situation im Einzugsgebiet und den dort vorgenommenen Veränderungen ab. Ein besonderes Problem können dabei die Feinsedimentfrachten darstellen, die z. B. als Folge oberstromiger Abflussbeschleunigung, dort fehlender Retentions- und Ablagerungsräume oder aufgrund von erhöhten Feinstoffeinträgen zu unnatürlich hohen Feinstoff-Anlandungen mit erheblichen Auswirkungen auf Fauna und Flora führen können. Insofern erfordern Planungen zur Fließgewässerrenaturierung i. d. R. eine großräumige, über den zu renaturierenden Abschnitt und das Mooregebiet hinausgehende landschaftsökologische Betrachtung und eine Bewertung des Renaturierungsvorhabens im naturräumlichen Gesamtzusammenhang.

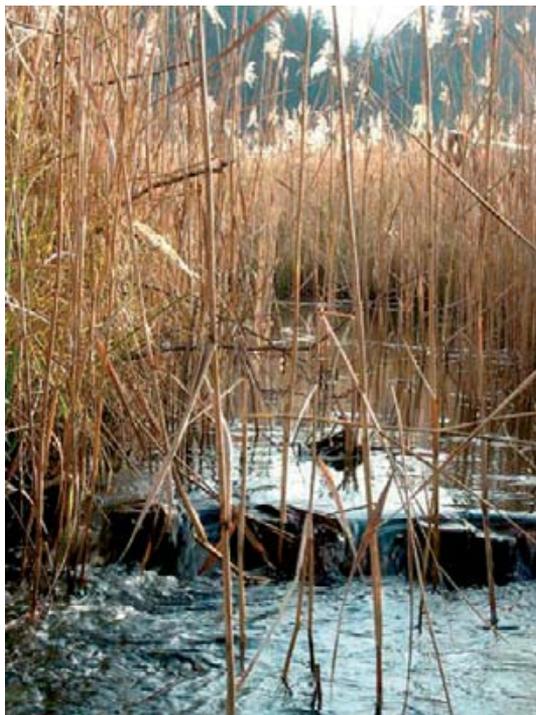


Abbildung 43: Anhebung durch senkrechte ...

Maßnahmen zur Anhebung des Wasserspiegels bedeuten oft einen nicht unbedenklichen Eingriff in den Gewässerlebensraum. Hier ist Abstimmungsbedarf mit Zoologen und Fischereiberechtigten erforderlich.

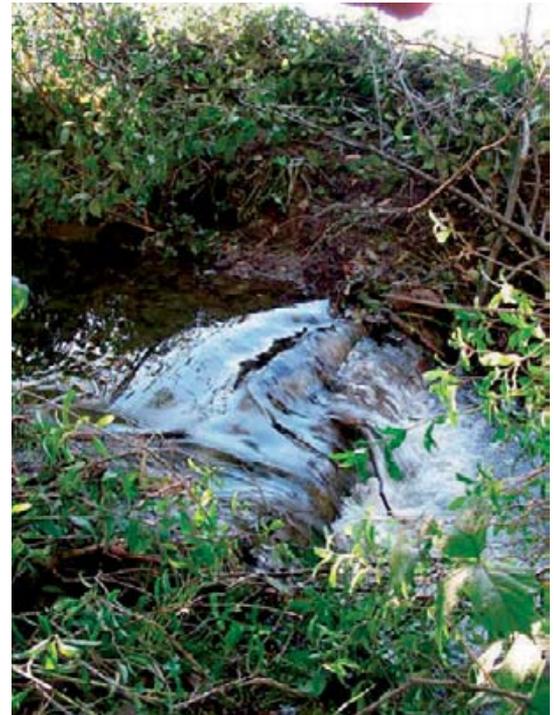


Abbildung 44: ... oder quer liegende Rundhölzer.

- Bei der Gewässerrenaturierung gilt der Grundsatz: „Selbstenwicklung geht vor Gestaltung“ (KERN 1994). Gewässerrenaturierung ist ein langfristiger Prozess, wobei die naturgemäße Entwicklung über gezielt gesetzte Impulse eingeleitet werden sollte. Dabei spielen Ufergehölze aufgrund ihrer stabilisierenden und gleichzeitig destabilisierenden Wirkung (Auskolkung, Verklausung von Treibholz) eine bedeutende Rolle (z. B. HERING & REICH 1997). Nach Möglichkeit sollte die gewünschte Gewässerbettverlagerung und Sohlaufrhöhung über ingenieurbioologische Bauweisen angeregt werden (z. B. Rauhbaum, Uferanströmung durch Faschinen-Leitwerk, Buschlage zur Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit).
- Grundvoraussetzung für eine möglichst naturnahe Gewässerentwicklung ist in jedem Fall die Verfügbarkeit der notwendigen Flächen (Flächenmanagement: Ankauf der erforderlichen Uferstreifen, Ausgleichszahlungen und Kompensationsregelungen).



Abbildung 45: Nährstoffeinträge durch intensive Grünlandnutzung mit Gülleausbringung am angrenzenden Hang. Hier müsste auf düngelose Bewirtschaftung umgestellt werden.

2.2 Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen

Ebenso wie Entwässerung führt eine über die geogenen Verhältnisse hinausgehende Nährstoffzufuhr zu Veränderungen des Moorökosystems und seiner Einzelkomponenten. Während die Auswirkungen von Nährstoffeinträgen im direkten Kontakt zu gedüngten Flächen an gesteigerter Produktivität und veränderter Artenzusammensetzung klar nachweisbar sind (z. B. BOLLER-ELLMER 1977), bleibt die Beurteilung der Wirkung der über Oberflächen- und Grundwasserzstrom zugeführten, oft diffusen Einträge und der atmosphärischen Deposition in vielen Fällen unsicher. Dies hat verschiedene Gründe. Zu nennen sind insbesondere der messtechnisch hohe Aufwand für Nährstoffuntersuchungen, das vielfach sehr komplexe chemische Verhalten der Nährstoffe in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Standortbedingungen (z. B. Phosphat) oder die insgesamt geringe Erkenntnisdichte zur Wirkung latenter Nährstoffeinträge und der dadurch ausgelösten Reaktionsketten z. B. im Hinblick auf stenöke Arten, Artenvielfalt oder Produktivität. So wird z. B. die Bedeutung des hochmobilen Hauptnährstoffs Kaliums bezüglich primärer Wachstumslimitierung in der moorkundlichen Fachliteratur bis heute unterschiedlich bewertet (KOERSELMANN & VERHOEVEN 1995 vs. RUTHSATZ & HOLZ 1997).

Trotz der Unsicherheit bezüglich der Bewertung der Auswirkungen schleichender Nährstoffeinträge sind Maßnahmen zur Reduktion im Rahmen der Moorrenaturierung von grundlegender Bedeutung. Im Besonderen gilt dies für Moore mit hoher Artenschutzrelevanz; der starke Rückgang ehemals weiter verbreiteter Moorarten ist auch Folge erhöhter Nährstoffeinträge. So nimmt z. B. die Produktivität von *Sphagnum fallax* gegenüber *Sphagnum magellanicum* (MELZER & AL. 1992, LÜTKE TWENHÖVEN 1992) bei hohen Ammonium-Gaben zu, DIERSSEN & DIERSSEN (2001) nennen als Beispiel

die Ablösung von *Drepanocladus*-Arten und *Scorpidium scorpioides* durch das eutraphente Moos *Calliergonella cuspidata*. Auch die heutige Seltenheit der Moosart *Meesia triquetra*, einer wichtigen Indikatorart innerhalb der nacheiszeitlichen Moorentwicklung (*Meesia*-Torfe), die in 13 Bundesländern bereits ausgestorben ist, dürfte neben hydrologischen auch nährstoffökologische Ursachen haben (vgl. auch SAUER in NEBEL & PHILIPPI 2001).



Abbildung 46: Eutrophes Fließgewässer mit intensiv genutztem Einzugsgebiet. Je nach Trophie des zu vernässenden Moors sind Maßnahmen zur Reduktion der Nährstoffe nötig.

Tabelle 9: Auswahl von Maßnahmen zur Reduktion von Nährstoffeinträgen.

Flächenhafte Extensivierung im Einzugsgebiet mit Umstellung auf düngelose Bewirtschaftung.
Umstellung von Ackerbau auf Dauergrünland.
Wiedervernässung entwässerter Moore, wobei entwässerte Niedermooere insbesondere Stickstoff, entwässerte Hochmoore in hohem Maße Phosphat emittieren.
Vermeidung ungünstiger Düngetermine v. a. außerhalb der Vegetationszeit. Förderung von Betrieben mit Festmist-Aufstallung. Gegenüber Flüssigmist und Jauchedüngung führt Festmistdüngung zu wesentlich geringeren Nitrat auswaschungsverlusten (SRU 1985: 243)
Verminderung der Bodenerosion durch die Ausweisung gewässerbegleitender Uferstreifen, bodenschonender Bearbeitungstechniken, Zwischensaaten u. a. Maßnahmen.
Anlage von Sedimentations- und Klärbecken (Schilf-Becken) zur Elimination von Feinpartikeln und Nährstofffestlegung in der Aufwuchsbiomasse.
Erfassung und Sanierung gewässerbelastender Deponien und Gärfuttersilos; Reduktion von Abwassereinleitungen und Austrägen
Emissionsschutzpflanzungen

Torfbildungsrate und Gefügeentwicklung von Moorböden hängen ebenfalls vom Nährstoffgehalt ab. So ist z. B. für Quell- und Durchströmungsmoore anzunehmen, dass der locker gelagerte obere Torfhorizont, in dem das Wasser perkoliert, allein als Folge von Eutrophierung durch stärkere Mineralisation der Torfe verdichtet und dieser Prozess zu einem veränderten Wasserregime führt (vgl. KOSKA & STEGMANN in SUCCOW & JOOSTEN 2001). Tabelle 9 zeigt eine Auswahl von Maßnahmen, die zur Reduktion von Nährstoffeinträgen in Betracht kommen.

Während die Eutrophierungspfade über Oberflächenwassereintrag im Rahmen der Einzugsgebietsanalyse abgeschätzt werden können, sind die Verursacher von Grund- und Quellwasser-Eutrophierung kaum oder nur mit hohem Aufwand (Tracer) zu ermitteln. Die Größenordnung ist insbesondere durch Vergleich von Wässern aus bewaldeten und agrarisch genutzten Einzugsgebieten abschätzbar. Entsprechende Untersuchungen wurden z. B. von RUTHSATZ (2000) durchgeführt und hatten eine deutliche Erhöhung der Nährstoffkonzentrationen bei Quellen mit agrarischem Einzugsgebiet zum Ergebnis.

2.3 Hinweise zur Ermittlung von Pufferzonen

Die optimale Ausdehnung von hydrologischen und trophischen „Pufferzonen“ umfasst im Grunde genommen das gesamte Wassereinzugsgebiet. Da dies in den meisten Fällen nicht realisierbar ist, wird in der Praxis versucht, zumindest offensichtliche Einflüsse durch Benennung von räumlich begrenzten Pufferzonen auszuschalten oder zu minimieren.

Tabelle 10: Grundsätze für das Vorgehen bei der Beurteilung von Pufferzonen.

1. Grobbeurteilung des Konfliktpotenzials	2. Beurteilung möglicher Eintrittspfade	3. Parameter zur Ermittlung von Pufferzonen
Besteht ein Eintrag von Nährstoffen? aus angrenzenden Nutzflächen durch Fließgewässer, Gräben usw. indirekt über Drainagen, Grundwasser, Einwehung	Oberflächengewässer offen, verrohrt Entwässerungsgräben Mulden/Tiefenlinien Quellfassungen oberflächennahe Grundwasserströme Drainagen Erosionsrinnen	Empfindlichkeit der Vegetation gegen Nährstoffzufuhr Neigung des Moores Vorhandener Schutz gegen Nährstoffeinträge Aktuelle Nutzung der angrenzenden Flächen Neigung der angrenzenden Flächen Boden-Durchlässigkeit der angrenzenden Flächen Boden-Wasserhaushalt der angrenzenden Flächen

Hinweise zur Ermittlung von hydrologischen Beeinträchtigungen sind Kapitel C 2.2.1 (S. 64) zu entnehmen. Tabelle 10 nennt wesentliche Parameter für die Beurteilung von Nährstoffeinträgen. Eine genaue Vorgehensweise enthält der Pufferzonenschlüssel des Schweizer Bundesamts für Umwelt, Wald und Landschaft (MARTI & AL. 1997).

2.4 Vegetationslenkende Maßnahmen und Maßnahmen zur Biotopgestaltung

2.4.1 Einführende Hinweise

Moorrenaturierung bedeutet nicht nur die Angleichung der abiotischen Situation (Nährstoff- und Wasserhaushalt) an die natürlichen Verhältnisse. Aus biologischer Sicht heißt Renaturierung, dass sich die gebiets- und moortypischen Arten etablieren können. Der Erfolg der Moorrenaturierung bemisst sich deshalb nicht zuletzt an biotischen Parametern. Tier- und Pflanzenarten sind ganz wesentliche Indikatoren des Renaturierungserfolgs. In Abhängigkeit von der Nutzungs- und Meliorationsgeschichte eines Moores und seines Naturraums ist dieses Ziel in sehr unterschiedlichem Ausmaß, oft nur sehr langfristig und durch unterschiedliche Maßnahmen vorbereitet und unterstützt zu erreichen:

- In Moorlandschaften mit hoher Dichte und vollständigem Spektrum moortypischer Arten, also in Gebieten mit großflächigem Vorkommen naturnaher bis kulturbetonter Moorflächen, bestehen die besten Chancen (und planerischen Freiräume) zur Entwicklung naturnaher Moorökosysteme. Ausgehend vom starken Besiedlungsdruck sind vegetationslenkende Maßnahmen nicht oder nur punktu-

ell erforderlich, hydrologische und nährstoffhaushaltliche Renaturierungsmaßnahmen reichen dann oft aus.

- In Moorlandschaften mit stark reduzierter Dichte an moortypischen Arten sind i. d. R. Maßnahmen zur Erhaltung der Spenderpopulationen und zur Unterstützung der Besiedlung erforderlich. Standörtliche Renaturierungsmaßnahmen setzen nur einen ersten Impuls, die biologische Entwicklung verläuft träge, die Besiedlung zeitlich versetzt (Hysteresiseffekt). Dieser Prozess muss durch biotop- und vegetationslenkende Maßnahmen i. d. R. längerfristig unterstützt werden. Beispiele:

In vielen Mooregebieten siedeln wichtige Zielarten der Renaturierung nur im Bereich von Gräben und Torfstichen, in der zu vernässenden Moorfläche selbst fehlen sie. Eine Totalvernässung könnte dann Artenverluste oder eine starke Reduktion der Populationsdichte zur Folge haben. Dieser Situation muss die Vernässungsplanung durch ein räumlich zoniertes und zeitlich gestaffeltes Vorgehen Rechnung tragen. Dabei ist Stauplanung nicht allein nach hydrologischen sondern nach ökohydrologischen Gesichtspunkten auszurichten (z. B. stufenweiser Einstau, um ein sukzessives Aufschwimmen von Schwinggrasen zu ermöglichen; Einstauplanung entsprechend der Ausbreitungspfade der Arten).

Zielarten der Moorrenaturierung siedeln häufig nur noch in pflegeabhängigen Sekundärlebensräumen, die primären Biotope wurden als Folge der Melioration vernichtet (z. B. Arten kalkhaltiger Quellmoore und Kleinsiegenriede). Für Mooregebiete, für die das Leitbild einer vollständig eigendynamischen Entwicklung besteht (Totalreservate, Prozessschutzgebiete), heißt dies, dass die spontane, un gelenkte Entwicklung nicht schlagartig auf der ganzen Fläche einsetzen darf. Vielmehr sind pflegeabhängige Bestände z. B. durch Streuwiesenmähd zu erhalten, Maßnahmen zur gezielten Ausbreitung der Zielarten (z. B. Mähgutauftrag im Bereich wiedervernässter Quellmoore, Beweidung) sind zu erwägen. Pflege bedeutet hier also keinen „musealen“ Naturschutz, sondern dient der Erhaltung moortypischer Arten, die im Naturraum aktuell aber keinen natürlichen Lebensraum mehr finden. Die Erhaltung extensiver Nutzungsformen ist also auch als Voraussetzung und Strategie zu verstehen, um nutzungshistorisch bedingt pflegeabhängige Artspektren überhaupt in naturnähere Moorlebensräume überführen zu können.

Auch bei Flächen, die der Sukzession überlassen werden sollen, sind vielfach vegetationslenkende Maßnahmen erforderlich. Als Beispiel kann die Simulation natürlicher Bestandsdynamik in Moorwaldbeständen mit einseitiger Alterstruktur oder unnatürlicher Dominanz einer Baumart durch Schaffung von Verlichtungsphasen, z. B. zur Erhaltung prioritärer Arten, angeführt werden. Zu bedenken ist hier, dass Vernässungsmaßnahmen i. d. R. nicht unmittelbar zur Angleichung an die ehemalige hydrologische Situation führen und das Arten mit besonderer funktionaler Bedeutung für die Standortentwicklung, z. B. Moose mit großem Wasserhalte- und Wasserhebevermögen (z. B. *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum palustre*, *Leucobryum glaucum*, vgl. OVERBECK 1975) oder abflussverzögernder Wirkung (z. B. *Drepanocladus*-Arten, *Sphagnum subsecundum*, *Scorpidium scorpioides*) erst einwandern und sich etablieren

müssen. Aber auch aus Sicht des Prozessschutzes auf den ersten Blick paradox erscheinende Maßnahmen, wie die Auszäunung von Flächen aufgrund überhöhter Wilddichte (z. B. wegen fehlender Verjüngung bei *Pinus rotundata* in Fichtelgebirgsmooren oder *Betula humilis* in Mooren des Alpenvorlands), können aus der arealhistorischen Entwicklung heraus ihre Begründung finden.

- In Moorlandschaften, deren moortypisches Artenspektrum vollständig der Kultivierung erlegen ist (kulturprägte und naturferne Moore), werden auch nach standörtlicher Sanierung auf lange Sicht keine wirklich naturnahen Moorökosysteme mit moortypischem Artenspektrum entstehen. Der anthropogene Eingriff wirkt hier dauerhaft nach. In solchen Gebieten sind gegebenenfalls Wiederansiedlungsmaßnahmen zu erwägen.

Die zur Zielerreichung erforderlichen Maßnahmen und Strategien hängen also sehr stark vom Einzelgebiet, seinem Artenpotential, der Verteilung und Dichte der Zielarten, der naturräumlichen Situation und dem durch hydrologisch-trophische Sanierungsmaßnahmen Erreichbaren ab. Demnach besteht ein breite Palette an biotopgestaltenden und vegetationslenkenden Maßnahmen, die von örtlich und zeitlich sehr begrenzt durchgeführten Artenhilfsmaßnahmen bis hin zu großflächigen, räumlich und zeitlich gestaffelten Maßnahmenkonzeptionen (Strategien) reicht. Zentraler Arbeitsschritt jeder Renaturierungsplanung ist in jedem Fall eine gründliche Analyse des Artenspektrums. Dabei sind für Einzelarten/Artenkollektive unter anderem zu klären: standörtliche Ansprüche, aktuelle Nutzungs-/Pflegeabhängigkeit, Ausbreitungsverhalten, Primärlebensraum (Lebensraumtyp, zeitliche und räumliche Dynamik). Der Arbeitsschritt schließt mit einer Prognose der Entwicklung bei unterschiedlichen Planungs-/Maßnahmenvarianten ab. Nicht selten wird sich dabei zeigen, dass das Leitbild einer selbstgesteuerten, naturnahen Moorentwicklung nur auf Teilflächen oder nur auf längere Sicht möglich ist, weil die großräumigen landschaftlichen Voraussetzungen fehlen, weil die biologische Entwicklung nicht schlagartig verläuft und zu naturnäheren Zuständen führt oder weil Unklarheit über die zukünftige Entwicklung prioritärer, eigentlich moortypischer Arten bei spontaner Sukzession besteht und die Planung dem Prinzip der Risikovermeidung verpflichtet ist.

2.4.2 Ausgewählte Maßnahmen

Tabelle 11 S. 41 enthält eine Auswahl biotopgestaltender und vegetationslenkender Maßnahmen. In Gänze kann das umfangreiche Feld an möglichen Maßnahmen der biologischen Renaturierung im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt werden, so dass nur auf einzelne Maßnahmen nachfolgend näher eingegangen wird.

Vegetationslenkende Maßnahmen zur Förderung der Vernässung: Insbesondere sehr dichte Nadelholzforste haben aufgrund ihrer großen Oberfläche und der ganzjährigen Benadlung bei

gleichem Gebietsniederschlag eine deutlich höhere Verdunstung aus Interzeption und Transpiration als lichte Wälder oder Offenlandvegetation (vgl. EGGELSMANN 1990). Zur Verringerung der Gebietsverdunstung wird deshalb häufig die Rodung solcher Bestände empfohlen (zur Maßnahme vgl. LFU 2003). Um eine möglichst hohe Grundwasserneubildung durch Einschränkung der Verdunstung zu erreichen, ist nach Berechnungen von EDM (in SUCCOW & JOOSTEN 2001) ein Mosaik aus offenen und gehölzbestockten Bereichen am wirkungsvollsten, weil durch die Erhöhung der Oberflächenrauigkeit der Windeinfluss und durch innere Beschattung das Strahlungsangebot herabgesetzt wird. Als Maßnahme kann deshalb nicht nur die Auflichtung von verdunstungsstarken Forstbeständen sondern auch eine gezielte Entwicklung von Gehölzvegetation aus hydrologischer Sicht sinnvoll sein (z. B. empfiehlt EDM die Anlage so genannter Klimaschutzwälder im Moorrandbereich, zu empfehlen sind Windschutzstreifen z. B. auch am Rande von Polderflächen, weil die aufgrund starker Erwärmung sehr hohe Verdunstung des Wasserkörpers durch Windberuhigung und Beschattung abgesenkt werden kann).

Maßnahmen zur Verringerung der Produktivität (Aushagerung): Maßnahmen zur Aushagerung sind meist Teil eines auf die Entwicklung von artenreichem Grünland abgestellten Extensivierungsprogramms. Ziel ist die Reduktion der durch die intensiv landwirtschaftliche Vornutzung erhöhten Bodennährstoffgehalte und die Verminderung der Aufwuchsbio­masse als Voraussetzung der Etablierung von Arten der Nass- und Streuwiesen. Um einen möglichst hohen Nährstoffentzug zu erreichen, muss die **Mahd anfänglich aufwuchsorientiert** (z. B. KLAPP 1971) und mehr­malig mit Abräumung des Mähguts erfolgen. Auf das spätere Schnittregime wird erst im Zuge des Renaturierungserfolgs umgestellt. Der für die Aushagerung benötigte Zeitraum hängt sehr stark von den standörtlichen Gegebenheiten ab (wenige Jahre bei mineralstoffarmen Torfen, bis über 10 Jahre auf stark durchschlickten Moorböden, vgl. Kapfer 1988). Zu beachten ist, dass die Ver­nässungsmaßnahmen aus Gründen der anfänglich noch geringen Tragfähigkeit der Vegetationsdecke⁸ in der Regel nicht direkt bis auf das endgültige Wasserstands­niveau vorgenommen werden kann. Walzen kann zu Anfang der Extensivierung aus Gründen sonst erhöhter Stickstoffmineralisation und Verunkrautung (z. B. Brennessel) nötig werden (z. B. BARTELS 1994).

Der **Zeitpunkt von Wiedervernässungsmaßnahmen** bei der Aushagerung – vor oder während des Aushagerungsprozesses – sowie das Ausmaß der Wiedervernässung hängen sehr stark von der gegebenen Situation ab, so dass eine generelle Aussage hierzu nicht möglich ist. Der von PFADENHAUER & AL. (in KRATZ & PFADENHAUER 2001) empfohlene Zeitpunkt gleich zu Be-

ginn der Extensivierung dürfte in vielen Fällen aufgrund der geringen Tragfähigkeit intensiv genutzter Moorböden aus arbeitstechnischen Gründen ausscheiden, weil die gewünschte Aushagerung dann nicht zu erreichen ist. Da ein nasswiesentypischer Grundwassergang aber andererseits für die Etablierung der Zielarten erforderlich ist, sind regulierbare Stau­e oder ein an den Extensivierungsfortschritt angepasstes Vorgehen mit zunächst leichtem, später stärkerem Einstau zu empfehlen. Das spätere Stauziel hängt ganz wesentlich von der angestrebten Entwicklung ab. Hoher Einstau und längerfristige Überflutung kann auch bei mehrmaligem Schnitt zur Ausbildung von Dominanzbeständen etwa der Schlangsegge oder Blasensegge, die eine Entwicklung in Richtung artenreiche Calthion-Wiese erschweren, führen, wie HELLBERG & AL. (2003) durch ihre Untersuchungen zeigen.

Bodenabtrag: Aus Gründen der Aushagerung, der Etablierung von Zielarten oder zur Erreichung höherer Grundwasserstände wird als Maßnahme auch die Abtragung der oberen Torfschicht empfohlen. Die Wirkung dieser Technik in Kombination mit Mähgutauftrag wurde z. B. von PATZELT untersucht (1998, s. a. WILD 1997). Voraussetzung ist nach PFADENHAUER & AL. (in KRATZ & PFADENHAUER 2001), dass der Torfkörper unterhalb des Hauptwurzelhorizonts bzw. der Pflugsohle noch nicht chemisch und physikalisch verändert ist und die Torfmächtigkeit nach Abtrag einer 20 bis 30 cm starken Deckschicht noch mehr als 50 cm beträgt. Auch wenn Bodenabtrag als eine besonders effiziente Aushagerungsmaßnahme bezeichnet wird und aus Sicht der Naturschutzpraxis z. T. als besonders wertvoll angesehen wird (SLIVA & AL. 2000), sollte die Wahl dieser Maßnahme immer sehr gründlich überlegt und gegen andere Varianten, wie z. B. Extensivierung, die auf längere Sicht auch zu einer Aushagerung führt, oder Totalvernässung mit Sukzession, abgewogen werden. Zu fragen ist auch, ob die angestrebte Entwicklung von artenreicheren Nasswiesen im Bereich anderer Flächen allein durch Extensivierung nicht eher erreicht werden kann und ob sehr stark nährstoffbefruchtete Grünland- oder Ackerflächen, für die der Bodenabtrag ja vorgeschlagen wird, nicht eher nach den Grundsätzen einer moorschonenden Bewirtschaftung (vgl. SUCCOW & JOOSTEN 2001) weiterhin landwirtschaftlich genutzt werden sollten.

Unabhängig von der Verwertungsproblematik stellt sich aus Sicht des abiotischen Ressourcenschutzes die Frage der Verwendung des abgetragenen Torfs. Vorschläge, wie die Verwendung des Torfs zur Abdeckung von Straßenböschungen, sind mit den ansonsten bei der Moorrenaturierung verfolgten Grundsätzen des abiotischen Ressourcenschutzes kaum vereinbar, weil die aufgebrachten Torfe unter Luftzutritt sehr rasch mineralisieren werden. Insofern ergibt sich eigentlich nur die Verwendung bei torfkonservierenden, nassen Standortbedingungen, etwa zur Profilverflachung von Gräben oder zur Modellierung im Bereich von später angestauten Torfstichen. Die ebenfalls empfohlene Auffüllung von Sackungsmulden kann

⁸ Die Durchwurzelungsintensität intensiv genutzter Wiesen und damit ihre Tragfähigkeit ist gegenüber Extensivgrünland deutlich geringer (vgl. WAGNER & WAGNER 1996: 235).

Tabelle 11: Beispiele für vegetationslenkende und biotopgestaltende Maßnahmen.
Die mit "*" gekennzeichneten Maßnahmen werden in Kap. 2.4.2 erläutert.

Maßnahme	Zweck
Vegetationslenkende Maßnahmen zur Förderung der Vernässung*	
Auflichtung dichter Gehölzbestände bzw. Förderung der Gehölzentwicklung	Verminderung der Transpiration und Interzeption z. B. bei dichten Fichtenforsten bzw. Erhöhung der Oberflächenrauigkeit und Verschattung zur Reduktion der Verdunstung im Bereich offener Mooregebiete
Verzicht auf Grabenräumung	Förderung der Verkrautung in Moorbächen: Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit und Selbstaufhöhung
Entwicklung gehölzbestandener Uferstreifen entlang von Fließgewässern	Förderung einer naturnahen Gewässerentwicklung, Gewässerbettverlagerung, Selbstaufhöhung
Nutzungsaufgabe im Bereich von Übergangsmoor-Streuwiesen	Förderung der Torfmoosentwicklung und Torfbildung, Verlangsamung des Oberflächenabflusses und Erhöhung des Wasserrückhalts
Maßnahmen zur Verringerung der Produktivität (Aushagerung)* und zum Nährstoffrückhalt	
Aufwuchsorientierte Mahd ohne Düngung	Verminderung von Produktivität und Bodennährstoffgehalt. Alleine und als vorbereitende Maßnahme im Rahmen der Grünlandextensivierung zur Schaffung der strukturellen und standörtlichen Voraussetzungen für die Etablierung feuchtgebietstypischer Arten
Saat oder Pflanzung von Arten mit hohem Nährstoffaneignungsvermögen und Entnahme der Aufwuchsbiomasse (nachwachsende Rohstoffe)	Z. B. Etablierung von Schilf oder Rohrkolben zur Reduktion von Nährstoffausträgen und zur Förderung von Arten nasser Lebensräume hoher Trophie
Entwicklung von Gehölzstreifen durch Brache	Verminderung staubförmiger und gasförmiger Nährstoffeinträge
Bodenabtrag*	Abtrag nährstoffreicher Moorböden zur indirekten Erhöhung des Wasserstands und zur Schaffung der Etablierungsvoraussetzungen für feuchtgebietstypische Arten (Leitbild überprüfen!)
Maßnahmen zur Erhaltung des Zielartenspektrums als Voraussetzung für die zukünftige Ausbreitung	
Aufrechterhaltung bzw. Wiederaufnahme der bestandserhaltenden Mahd oder Beweidung	Erhaltung von Zielarten als Voraussetzung einer späteren Ausbreitung (siehe hierzu insbesondere Landschaftspflegekonzept: QUINGER et al. 1995, STROBEL & HÖLZEL 1994)
Spezielle Artenhilfsmaßnahmen durch Gehölzentnahme oder gezieltes Mäh- und Beweidungsregime	Verminderung des Konkurrenzdrucks zur Förderung prioritärer Arten (z. B. Entfernung konkurrierender Gehölze, Zurückdrängung von Dominanz- und Streufilzbildnern)
Erhaltungskultur	Ex situ-Erhaltung moortypischer, als Folge der Gebietsentwicklung aber vom Aussterben bedrohter Arten (z. B. <i>Juncus stygius</i> , <i>Saxifraga hirculus</i>) mit dem Ziel einer späteren Wiederansiedlung
Maßnahmen zur Biotopgestaltung	
Geländemodellierung*	Schaffung von Kleinstandorten unterschiedlicher Feuchte und Trophiestufe (Leitbild überprüfen!)
Uferabflachung und Sohlmodellierung*	Erhöhung des Lebensraumangebots durch Verflachung des Nässegradienten an Fließgewässern, Gräben und in Torfstichen
Etablierung und Förderung von Zielarten	
Mahd	Entwicklung der Voraussetzung (Raumstruktur, Konkurrenzsituation) zur Etablierung von Zielarten. Mähregime (Zeitpunkt, Häufigkeit) und räumlich-zeitliche Konzeption in Abhängigkeit vom Fortschritt der Vegetationsentwicklung
Beweidung	Diasporenübertrag durch Zusammenlegung von Weideflächen mit und ohne Zielartenpotential. Schaffung von Kleinstrukturen (z. B. Trittsiegel) zur Erhöhung der Keimrate
Kontrollierte Brache bis Sukzession	Indirekte Maßnahme zur Entwicklung einer geeigneten Raumstruktur als Voraussetzung der Etablierung/Ausbreitung mahdempfindlicher Zielarten (z. B. <i>Betula humilis</i> , <i>Dryopteris cristata</i> , <i>Salix myrtilloides</i>)
Mähgutauftrag, Ansaat*	Direkte Einbringung von Zielarten durch Übertrag von Mähgut aus benachbarten Extensivgrünland. Ansaat von Zielarten (Gebietsprovenienz!)
Vertikutieren	Aktivierung der Diasporenbank durch Aufreißen der Bodenoberfläche (Prüfen auf Diasporenbank!)
Überflutung	Indirekte Ansiedlung von Arten, die sich über Schwimmfrüchte verbreiten (viele <i>Carex</i> -Arten) oder die längere Zeit schwimmfähig sind
Schwache Düngung*	Leichte Festmist- oder Kalium-Düngung zur Förderung bzw. als Voraussetzung zur Etablierung von kaliumbedürftigen Blütenpflanzen (Leitbild überprüfen!)
Pflanzung	Gezielte Einbringung von Arten mit Bedeutung für den Renaturierungsprozess (z. B. Matrix-Arten wie Schilf)

aus Gründen des Artenschutzes problematisch sein, weil Geländedepressionen in intensiv landwirtschaftlich genutzten Mooren häufig die letzten Refugien für Feuchtgebietsarten darstellen und dann einen wichtigen Beitrag zur Biodiversität solcher Gebiete leisten.

Da die Maßnahme Oberbodenabtrag einen massiven und kostenintensiven Eingriff darstellt, ist die

Frage des Leitbilds sehr intensiv zu diskutieren und sind mögliche Alternativen gegeneinander abzuwägen. Sie sollte auf aus Gründen des Artenschutzes zwingende Fälle beschränkt bleiben, um Refugien für jene niedermoortypischen Arten einzurichten, die aufgrund ihrer prekären Bestandssituation im Gebiet erlöschen können (Reserve für spätere Renaturierungsvorhaben).

Geländemodellierung (Torfabgrabung): Häufig stehen nur einzelne Parzellen zur Renaturierung zur Verfügung, so dass eine großräumigere hydrologische Sanierung nicht in Frage kommt. Bei der dann oft vorgeschlagenen Anlage von temporären oder dauerhaften Gewässern durch Abgrabung sollten u. a. folgende Punkte bedacht werden:

- Prinzipiell ist der Anlage von Wasserflächen durch Anheben des Moorwasserspiegels Vorrang einzuräumen.
- In intensiv genutzten Landschaftsräumen entstehen eu- bis polytrophe Gewässer hoher Produktivität, die einer beschleunigten Verlandung unterliegen. Für eine Dauerhaftigkeit der Gewässer sind tiefe Abgrabungen erforderlich.
- Wenn keine dauerhafte und großflächige Vernässung erreicht wird, sind die Standorte meist waldfähig. Um offene Lebensräume zu entwickeln und zu erhalten, sind regelmäßige Pflegemaßnahmen wie Entbuschung oder Mahd notwendig.
- Durch Abgrabung wird das ursprüngliche Relief zerstört, so dass eine künftige Renaturierung erschwert oder nicht mehr möglich sein wird.

Bei Torfstichen, deren Schwingrasen durch Torfbildung aus dem Einflussbereich des minerotrophen Grundwasser herauswachsen und damit versauern, wird z. T. das Zurücksetzen der Vegetationsentwicklung durch Abtrag aus Gründen des Artenschutzes empfohlen (z. B. DIERSSEN & DIERSSEN 2001). Zur Erhaltung von Populationen hochgradig gefährdeter Libellenarten entwickelte WILDERMUTH (2001, s. a. SCHIEL & BUCHWALD 2001) ein „Rotationsmodell“ als Ausgleich für fehlende Primärlebensräume und eingeschränkte Landschaftsdynamik. Danach sollen verschiedene alte Sukzessionsstadien möglichst engräumig vernetzt vorliegen. Solche Pflegekonzeptionen erfordern eine sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile (zur Verwendung des Torfs vgl. Bodenabtrag).

Uferabflachung und Sohlmodellierung: Gräben und Torfstiche weisen oft steile Kanten auf, mit deren Modellierung zumindest eine Verbesserung der Biotopwirksamkeit erreicht werden kann. Dabei bestehen folgende Möglichkeiten der Vorgehensweise:

- Abschrägen der Graben- bzw. Torfstichkanten, um eine gleichmäßigere Vernässung zu erreichen; Modellierung der Graben- oder Torfstichsohle unter Verwendung des bei der Abschrägung gewonnenen Materials; dabei ist darauf zu achten, dass keine weitere Eintiefung der Sohlen erfolgt.
- Sofern Einverständnis vorliegt, kleinere Anstau im Bereich von Graben- oder Torfstichsohle.

Mähgutauftrag, Ansaat (Diasporenübertrag):

In landwirtschaftlich intensiv genutzten Mooren siedeln feuchtgebiets- und moortypischen Arten häufig nur noch auf kleiner Fläche und in stark verinselter Lage, so dass eine spontane Wieder-

ausbreitung in absehbaren Zeiträumen kaum zu erwarten ist. Die Thematik erfordert zunächst planerische Überlegungen (artspezifisches Ausbreitungspotenzial und mögliche Ausbreitungspfade, räumlich-zeitliches Vorgehen der Renaturierung), wobei im Ergebnis Maßnahmen der aktiven Ansiedlung insbesondere durch Ansaat über Mähgutauftrag oder Maßnahmen zur Belegung der Diasporenbank erwogen werden können (hierzu z. B. BIEWER 1997, KRATZ & PFADENHAUER 2001, MAAS 1988, MÜLLER 1999, PATZRLT & PFADENHAUER 1998, PATZRLT 1998, PFADENHAUER 1999, PFADENHAUER & AL. 1987, ROSENTHAL 2000, SCHOPPGUTH 1997). Hohe Etablierungsraten dürften auch von einem Weidemanagement zu erwarten sein, wenn Flächen mit Artenpotenzial in die Extensivierungsbereiche mit einbezogen werden (vgl. z. B. BONN & POSCHLOD 1998, FISCHER & AL. 1995, STENDER & AL. 1997).

Schwache Düngung: Insbesondere auf mineralstoffarmen Torfe kann die Entwicklung artenreicher Nasswiesen auch nach Rückgang der Produktivität auf ein nasswiesentypisches Niveau ausbleiben, die Bestände verharren dann in einem von Untergräser wie *Anthoxanthum odoratum* oder *Festuca rubra* dominiertem Stadium. Ursache hierfür kann Kalium-Mangel als Folge der geringen Sorptionskraft mineralstoffarmer Torfe für dieses Nährelement sein. Um kaliumbedürftige Blütenpflanzen zu etablieren, wird deshalb häufig eine Kalium-Kompensationsdüngung empfohlen (KAPFER 1988, BIEWER 1997, KRATZ & PFADENHAUER 2001). Auf Moorstandorten, die nach Extensivierung zur starker Versauerung neigen, schlagen DÜTTMANN & EMMERLING (2001) eine leichte Aufkalkung vor, um das Bodenleben zu aktivieren und damit die Extensivierungsflächen für Limikolen zu optimieren. Für beide Empfehlungen ist zu fragen, ob die jeweiligen Moorflächen für die dort angestrebten Ziele (artenreiche Nasswiesen, Wiesenbrüter) standörtlich überhaupt geeignet sind. Wichtig sind also Sukzessionsprognosen, die im Vorfeld der Extensivierungsbemühungen entwickelt werden müssen. Zielbestände im Falle mineralstoffarmer Torfe mit geringen Kalium-Gehalten wären dann eher nicht gedüngtes Braunseggenried oder Rasenbinsenried hoher Nässestufe, während artenreiche Nasswiesen (*Calthion*) auf Standorten entwickelt werden sollten, die sich natürlicherweise hierzu eignen. Das Gleiche gilt bezüglich der Wiesenbrüter, bei denen auf versauernden Moorböden Nahrungslimitierung auftritt.

2.5 Literaturhinweise zu Folgepflege und Nutzung

Auf die Folgepflege bzw. -nutzung renaturierter Niedermoorflächen wird im Rahmen des Leitfadens nicht eingegangen. Tabelle 12 (S. 43) enthält die Bände des Landschaftspflegekonzeptes, die wesentliche Hinweise zur Pflege- und Nutzung von Moorbiotopen und ihren Kontaktlebensräumen enthalten. Alle Bände sind bei der ANL auch digital als CD zu beziehen.

Tabelle 12: Relevante Bände des Landschaftspflegekonzepts Bayern.

Titel: Landschaftspflegekonzept Bayern, Hrsg.: Bayer. Staatsminist. f. Landesentw. u. Umweltfragen (StMLU), Bayer. Akademie für Nat.sch. u. Landsch.pfl. (ANL).

Autor	Jahr	Titelfortsetzung	Band, Seitenzahl
RINGLER, A.	(1995):	Einführung - Ziele der Landschaftspflege in Bayern.	I: 1-300
STEIDL, I. & RINGLER, A.	(1996):	Lebensraumtyp Bodensaure Magerrasen.	II.3: 1-342
STROBEL, CH. & HÖLZEL, N.	(1994):	Lebensraumtyp Feuchtwiesen.	II.6: 1-204
FRANKE, T. & BAYER, S.	(1995):	Lebensraumtyp Teiche.	II.7: 1-190
GRAUVOGL, M., SCHWAB, U., BRÄU, M. & GEISNER, W.	(1994):	Lebensraumtyp Stehende Kleingewässer.	II.8: 1-233
QUINGER, B., SCHWAB, U., RINGLER, A., BRÄU, M., STROHWASSER, R. & WEBER, J.	(1995):	Lebensraumtyp Streuwiesen.	II.9: 1-403
SCHWAB, U.	(1994):	Lebensraumtyp Gräben.	II.10: 1-135
RINGLER, A., REHDING, G. & BRÄU, M.	(1994):	Lebensraumtyp Bäche und Bachufer.	II.19: 1-340

3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Im Folgenden werden die wichtigsten zu beachtenden Rechtsgrundlagen bei der Durchführung von Umsetzungsprojekten genannt. An erster Stelle muss gewährleistet sein, dass ein Zugriff auf die Flächen im Auswirkungsbereich von Maßnahmen besteht (Privatrecht).

3.1 Privatrecht

Für Flächen in Privateigentum ist, bei zu erwartender Auswirkung der geplanten Maßnahme, eine Regelung über privatrechtliche Vereinbarungen erforderlich. Nach Ermittlung der Eigentumslage empfiehlt es sich, die Eigentümer in Einzelgesprächen über die aktuelle Situation im jeweiligen Gebiet, über die ökologischen Konsequenzen sowie über die fachlichen Erfordernisse und die geplanten Maßnahmen zu informieren. Dabei sollte klar gestellt werden, dass notwendige Maßnahmen nur mit dem Einverständnis des Eigentümers durchgeführt werden können. Gleichzeitig sollte über die Möglichkeiten der privatrechtlichen Bereitstellung von Grundstücken (z. B. Verkauf, Tausch oder Pacht) informiert werden. Bei notwendigen Zufahrtsrechten während der Durchführung von Maßnahmen ist es i. d. R. ausreichend, die Eigentümer bzw. Nutzungsberechtigten zu informieren. Sofern mit Schäden zu rechnen ist, ist hierauf hinzuweisen; nach Abschluss der Arbeiten ist der ursprüngliche Zustand wieder herzustellen.

Im Rahmen der privatrechtlichen Sicherung gelten, insbesondere bei Projektförderung durch EU, Bundes- oder Landesmittel, detaillierte Bestimmungen, die in den Förderbescheiden genannt werden. Bei umfangreichen Projekten und Planungen empfiehlt sich die Einbeziehung der Direktion für ländliche Entwicklung (DLE). Sie kann den Projektträger bei Preisgestaltung und Abwicklung von Kauf- und Tauschgeschäften unterstützen. Voraussetzung ist die Anordnung eines entsprechenden Verfahrens. Besonderes Augenmerk ist auf nachvollziehbare und gleich bleibende Preisspiegel bzw. Entschädigungssätze zu legen. Gleichfalls zu klären sind in diesem Rahmen Rechte Dritter wie z. B. bestehende Pachtverhältnisse oder sonstige Nutzungsberechtigungen.

Die zu beachtenden Erfordernisse bei den nachfolgend genannten Möglichkeiten zur privatrechtlichen Sicherung hängen maßgeblich von der Projektfinanzierung ab. Die jeweils geltenden Bestimmungen sind den Bewilligungsbescheiden zu entnehmen.

Unentgeltliche Bereitstellung von Grundstücken:

Die einfachste Form der rechtlichen Sicherung erfolgt durch schriftliche Einverständniserklärung oder Planunterschrift gegenüber dem Maßnahmenträger. Hierbei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, einheitliche Anschreiben mit einem Formblatt, in das vom Eigentümer Flurnummer, Name, Datum und Unterschrift einzufügen sind, sowie einen frankierten Rückumschlag beizufügen.

Ausgleichszahlungen: Im Rahmen von Förderprogrammen des Bundes (z. B. Gewässerrandstreifenprogramm) können Ausgleichszahlungen für extensive Flächennutzung gewährt werden, soweit dies zur Erreichung der Projektziele erforderlich ist. Solche Ausgleichszahlungen stellen eine Entschädigung für entgangene Gewinne als Folge von naturschutzbedingten Auflagen dar, die über die bestimmenden Merkmale der ordnungsgemäßen Landwirtschaft hinausgehen bzw. zu entgangenen Gewinnen führen.

Langfristige Pacht: Zwischen Privateigentümer und dem Träger wird ein Pachtvertrag geschlossen. Dieser soll möglichst langfristig (20 bis 30 Jahre) abgeschlossen werden. Er muss das Einverständnis mit den Maßnahmen einschließen. Es besteht grundsätzlich die Möglichkeit der jährlichen Pacht oder die Auszahlung als Einmalbetrag zu Beginn der gesamten Pachtdauer. Dabei sollte die Möglichkeit der Pachtverlängerung eingeschlossen sein. Durch den Ablauf der Pachtzeit darf keine Beeinträchtigung der Projektziele auftreten, daher ist ein Rückbaurecht vertraglich auszuschließen.

Bei Inanspruchnahme von Förderprogrammen ist besonderer Wert auf die Bestimmungen im Bewilligungsbescheid zu legen. So ist im Rahmen von Bundesprojekten die Pacht von Grundstücken nur zuwendungsfähig, wenn die Pachtdauer mindestens 30 Jahre beträgt und Grunderwerbsverhandlungen gescheitert sind. Der Ab-

schluss von Pachtverträgen bedarf im Einzelnen der Zustimmung des Zuwendungsgebers.

Flächenankauf, Flächentausch: Der Ankauf von Grundstücken ist in vielen Fällen die beste Form der Sicherung. Flächen sollten in dem Umfang angekauft werden, der für die geplanten Maßnahmen und für ihren Auswirkungsbereich insgesamt erforderlich ist. Aufgrund der oft nicht von vornherein absehbaren Verkaufsbereitschaft gestaltet sich die Kostenplanung jedoch oft schwierig.

In der Regel kommt die Förderung des Ankaufs durch den Bayerischen Naturschutzfonds in Frage. In Biotopverbundprojekten (BayernNetz Natur) werden erhöhte Förderungen gewährt (Fristen beachten!); ebenso, wenn der Ankauf mindestens einer vom Aussterben bedrohten oder mindestens zwei stark gefährdeten Pflanzen- oder Tierarten der Roten Listen Bayerns dient.

Bei Naturschutzprojekten werden in Förderbescheiden häufig Einschränkungen hinsichtlich des Ankaufs getroffen, z. B. dass nur Grundstücke angekauft werden, die sich nicht im Eigentum von Gebietskörperschaften, anerkannten Naturschutzverbänden oder bestimmten Zwischenerwerbern befinden. Häufig müssen sie innerhalb bestimmter Gebietskulissen liegen. Die für den Grunderwerb erforderlichen Nebenausgaben (z. B. Beurkundungs- und Grundbuchgebühren, Vermessungskosten, Grunderwerbssteuer) werden in der Regel anerkannt.

Insbesondere bei geringer Verkaufsbereitschaft hat sich Flächentausch als ein effizientes Mittel erwiesen, um in den Besitz der benötigten Flächen zu kommen. Dies bedarf jedoch einer guten Orts- und Personenkenntnis, da hierbei die Gefahr besteht, dass die zu Tauschzwecken erworbenen Flächen nicht gegen zweckdienliche Flächen eingetauscht werden können. Rechtlich und fördertechisch ist Flächentausch mit Flächenankauf gleichzusetzen.

3.2 Wasserrecht

Im Folgenden werden einige Hinweise zur Beurteilung der wasserrechtlichen Bedeutung von Wiedervernässungsmaßnahmen gegeben. Die Ausführungen stützen sich im Wesentlichen auf die Verwaltungsvorschriften zum Vollzug des Wasserrechts – VwVBayWG (StMLU 1999, <http://www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/wasser/vwvbaywg.pdf>).

Als Voraussetzung für jegliche Veränderung an Gewässern ist der wasserrechtliche Status der geplanten Maßnahmen zu klären. Jede Einwirkung auf ein Gewässer, die nicht von völlig untergeordneter Bedeutung ist, erfordert eine behördliche Gestattung. Insbesondere berechtigt das Grundeigentum nicht zu einer Gewässerbenutzung etc. (§ 1a Abs. 3 WHG). Das heißt, dass selbst für Flächen, die im Eigentum des Projektträgers liegen, wasserrechtliche Gestattungen erforderlich sein können. Vorgaben bilden Vorschriften auf europäischer Ebene sowie auf Bundes- und Landesebene (siehe Tabelle 13).

Die Vorgaben der europäischen und nationalen Ebene sind in das Bayerische Wassergesetz übernommen. Es enthält Aussagen zu den wasserabhängigen Landökosystemen und Feuchtgebieten aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Genehmigungsfreie Vorhaben: Als Gewässer, für die keine Gestattung erforderlich ist, sind in Art. 1 Abs. 2 BayWG genannt: „Be- und Entwässerungsgräben sowie Teiche oder Weiher, wenn sie mit einem anderen Gewässer nicht oder nur durch künstliche Verrichtungen verbunden sind, soweit sie von wasserwirtschaftlich untergeordneter Bedeutung sind“. Ob eine wasserwirtschaftlich untergeordnete Bedeutung vorliegt, richtet sich – ggf. unter Beachtung von Verbindungen zu anderen Gewässern und zu Graben-, Teich- oder Weiher-Systemen – insbesondere nach ihrem bestehenden ökologischen Wert, ihren Wirkungen auf den Wasserhaushalt und die Nutzungen (StMLU 1999: VwVBayWG).

Eine untergeordnete Bedeutung liegt in der Regel nicht mehr vor, wenn Gewässer ein Einzugsgebiet von mehr als 50 ha aufweisen, das Gewässerbett von Be- oder Entwässerungsgräben erosionsgefährdet ist, eine Gefahr für Unterlieger (z. B. bei Hochwasser) gegeben ist oder wenn sie für die Funktionsfähigkeit von Lebensräumen von Pflanzen oder Tieren von Gewicht sind (StMLU 1999: VwVBayWG).

Im Zweifel ist eine Äußerung des WWA oder der Wasserrechtsbehörde des Landkreises zur wasserwirtschaftlichen Bedeutung der geplanten Maßnahmen einzuholen. Die beigefügten Unterlagen müssen eine umfassende Beurteilung der Situation ermöglichen. In der Regel sollte enthalten sein:

Erläuterungsbericht mit der genauen Projektbeschreibung und der Bestätigung, dass bei allen betroffenen Grundstückseigentümern Einverständnis mit den geplanten Maßnahmen besteht; Übersichtslageplan (M 1 : 25.000); Flurkarte mit geplanten Anstaumaßnahmen und allen sonstigen Vorflutern und ggf. Höhenplan.

Tabelle 13: Im Rahmen von Umsetzungsprojekten relevante wasserrechtliche Vorschriften

Europäische Gemeinschaft:	Die Wasserpolitik der Europäischen Union Wasserrahmenrichtlinie
Bund:	Wasserhaushaltsgesetz (WHG) Wasserverbandsgesetz (WVG) Grundwasserverordnung
Freistaat Bayern:	Bayerisches Wassergesetz (BayWG) Bayerisches Gesetz zur Ausführung des Wasserverbandsgesetzes (BayAGWVG) Verordnung über private Sachverständige in der Wasserwirtschaft (VPSW) Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV) Verwaltungsvorschriften zum Vollzug des Wasserrechts – VwVBayWG - Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 01.11.1999; Nr. 52b-4505.2-001/95.

Tabelle 14: Umsetzungsrelevante Beispiele für Eingriffe in Gewässer, die eine Genehmigung erfordern (StMUGV 2003).

Sachverhalt	Beispiel	Bezeichnung des Verfahrens	wesentl. Rechtsgrundlagen
Gewässerbenutzung	Entnehmen von Wasser aus oberirdischen Gewässern oder aus Grundwasser, Aufstau von Gewässern zur Wasserkraftnutzung	Erlaubnis (unterschieden wird zwischen gehobener Erlaubnis, beschränkter Erlaubnis und beschränkter Erlaubnis im vereinfachten Verfahren). Bewilligung, Zulassung des vorzeitigen Beginns	§§ 2, 3, 7, 8 und 9a WHG + Art. 15 ff. BayWG
Erdauflüsse ⁹	Erdarbeiten, die über eine bestimmte Tiefe in den Boden eindringen und eine Freilegung des Grundwassers erwarten lassen	Anzeige	§ 35 WHG + Art. 34 BayWG
Ausbau oberirdischer Gewässer	Herstellen, Beseitigen, wesentliche Umgestaltung von Flüssen, Weihern u. a., Deich- und Dammbauten	Planfeststellung bzw. Plangenehmigung	§ 31 WHG + Art. 54 mit 58 BayWG
Errichten oder wesentliche Änderung von Anlagen in oder an oberirdischen Gewässern	Stege, Masten, Gebäude	Genehmigung	Art. 59 BayWG
Baumaßnahme, Erdarbeiten oder Pflanzungen in Überschwemmungsgebieten	Erhöhungen, Vertiefungen, Baumaßnahmen, Bäume, Sträucher	Genehmigung	Art. 61 BayWG

In der Praxis hat es sich bewährt, das Vorhaben vorab mit dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt abzustimmen und ggf. notwendige Änderungen vorzunehmen.

Genehmigungspflichtige Vorhaben: Sofern es sich um ein genehmigungspflichtiges Vorhaben handelt, gilt es zu klären, welche Art der wasserrechtlichen Gestattung erforderlich ist:

- Eine Erlaubnis oder Bewilligung ist für eine Gewässerbenutzung nötig, z. B. bei der Ableitung von Wasser aus einem Bach oder bei Aufstau eines Gewässers (§ 3 WHG).
- Eine sog. Planfeststellung oder Plangenehmigung (§ 31 WHG) ist für die Herstellung, Beseitigung oder wesentliche Umgestaltung eines Gewässers oder seiner Ufer erforderlich.
- Einer Genehmigung nach Art. 59 BayWG bedürfen bei größeren Gewässern in der Regel bauliche Anlagen in Gewässern oder in weniger als 60 m Entfernung von einem Gewässer, wenn nicht bereits eine Baugenehmigung notwendig ist.

Zuständig für die Erteilung einer Gestattung ist grundsätzlich die Kreisverwaltungsbehörde, in der Regel das Landratsamt. Detaillierte Angaben zu den jeweils erforderlichen Verfahren sind den Verwaltungsvorschriften zum Vollzug des Wasserrechts – VwVBayWG (StMLU 1999) – zu entnehmen (Tab. 14).

Vorhaben, für die ein wasserrechtliches Verfahren durchzuführen ist, sind in Plänen und Beilagen

(Unterlagen) so darzulegen, dass das Vorhaben selbst und seine Auswirkungen, insbesondere auf den Wasserhaushalt und andere Umweltbereiche, ersichtlich sind. In der Regel sind gemäß der Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (WPBV, StMLU 2000) folgende Unterlagen einzureichen:

Eine Erläuterung (§ 5); ein Übersichtslageplan (§ 6); ein Lageplan (§ 7); Bauzeichnungen (§ 8); eine Bescheinigung der Standsicherheit (§ 9); ein Eignungsnachweis der zu betreibenden Anlage, der Anlagenteile oder technischen Sicherheitsvorkehrungen (§ 10); ein Bauwerksverzeichnis sowie Angaben über Unterhaltungspflichtige und Kostenbeiträge (§ 11); ein Grundstücksverzeichnis (§ 12).

Weitere Ausführungen zu den erforderlichen Unterlagen enthält die Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren (VwVBayWG).

3.3 Waldrecht

Maßnahmen innerhalb von Wäldern unterliegen den Vorschriften des Bayerischen Waldgesetzes (BayWaldG). Wald bzw. Forst im Sinne des Bayerischen Waldgesetzes ist jede mit Waldbäumen bestockte oder nach den Vorschriften des Bayerischen Waldgesetzes wieder aufzuforstende Fläche außerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile. Dabei stehen dem Wald gleich:

- Waldwege, Waldeinteilungs- und Waldsicherungsstreifen, Waldblößen und Waldlichtungen,
- mit dem Wald räumlich zusammenhängende Pflanzgärten, Holzlagerplätze, Wildäsungsflächen und sonstige ihm dienende Flächen.
- Bei Anwendung der Art. 17 (Feuergesetz), 32 bis 36 (Forstschutz), 45 (Verfahrensvorschriften) und 46 (Ordnungswidrigkeiten) des Bayerischen

⁹ Bei unerwarteter Grundwasserfreilegung sind die Arbeiten einzustellen und es ist eine Anzeige vorzunehmen.

Waldgesetzes stehen dem Wald außerdem gleich: Alpenlichtungen, Gewässer, Moore, Heide- und Ödflächen, die mit dem Wald in einem natürlichen Zusammenhang stehen.

Genehmigungspflichtige Maßnahmen: Nach Art. 9 BayWaldG bedarf die Beseitigung von Wald zugunsten anderer Bodennutzungsarten der Erlaubnis. Rodungsmaßnahmen sind also generell genehmigungspflichtig.

Darüber hinaus ist jede Handlung, durch welche die Produktionskraft des Waldbodens vernichtet oder wesentlich geschwächt oder durch welche der Waldboden beseitigt wird (Waldzerstörung), verboten. Dies gilt nicht, wenn die Erlaubnis zur Rodung erteilt ist. Demnach wären Wiedervernässungsmaßnahmen, die aufgrund der Bodenvernässung zu einer Beeinträchtigung von Wirtschaftswäldern oder zum Absterben des Waldes bzw. zum Borkenkäferbefall führen, ebenfalls genehmigungspflichtig.

Daher sind Maßnahmen, die nachteilige Auswirkungen auf Wirtschaftswälder erwarten lassen, mit den Forstbehörden (Untere Forstbehörde, Forstamt) abzustimmen. Der ggf. erforderliche Genehmigungsantrag ist dem Forstamt zuzuleiten, das ihn mit seiner fachlichen Stellungnahme an die Untere Forstbehörde weiter leitet; es sind folgende Unterlagen beizufügen:

Erläuterungsbericht, Übersichtskarte (1 : 25.000), Flurkarte mit geplanten Maßnahmen.

In der Praxis hat es sich bewährt, das Vorhaben vorab mit dem zuständigen Forstamt abzustimmen und ggf. notwendige Änderungen vorzunehmen (u. U. mit Ortstermin).

3.4 Naturschutzrecht

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit der fachlich qualifizierten Erarbeitung eines Umsetzungskonzeptes die Vorschriften des Naturschutzrechtes umgesetzt werden. In Tabelle 15 (S. 47) werden die wichtigsten zu beachtenden naturschutzrechtlich relevanten Vorschriften aufgelistet.

4 Kosten und Finanzierung

4.1 Literaturhinweise zu Kosten

Im Rahmen der Renaturierung entstehen Kosten durch Planung, Flächenerwerb oder Pacht, ökologische Bauleitung und Ausführung der Renaturierungsmaßnahmen. Bezüglich der Kosten für Planung, Bauleitung und Ausführung wird insbesondere auf folgende Literatur verwiesen:

- Leitfaden der Hochmoorrenaturierung (LfU 2002),
- Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (www.hoai.de),
- Kostendatei für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege (BAALS 1998),

- Datensammlung Landschaftspflege (ACKERMANN 1998),
- Internetseite des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (www.ktbl.de).

4.2 Literaturhinweise zur Finanzierung von Renaturierungsprojekten

Für Maßnahmen, die im Rahmen von Moorentwicklungsprojekten durchgeführt werden, können grundsätzlich staatliche Förderprogramme in Anspruch genommen werden. Aktuelle Informationen zu Fördermöglichkeiten finden sich auf den Internetseiten des StMUGV

- Bereich Naturschutz: www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/natur/natur.htm
- Bereich Wasserwirtschaft: www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/wasser/wasser.htm sowie auf den Internetseiten des StMLF (www.stmlf.bayern.de). Zusätzlich gibt es die Möglichkeit kommunaler oder privater Finanzierungsinstrumente (Sponsoring, Spenden, Stiftungsmittel).

5 Öffentlichkeitsarbeit

Im Gesamtkomplex der Öffentlichkeitsarbeit ist zwischen Informations-, Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit zu differenzieren.

Informationsarbeit dient der Sammlung, Verwaltung und Weitergabe von gebietsbezogenen oder überregionalen Informationen sowie der Ermittlung und Deckung von Informationsdefiziten und der Aufklärung über die fachlichen, rechtlichen Informationen. Sie umfasst alle nicht personell betreuten Medien und Informationsstellen, Wanderwegebeschilderungen, Informationstafeln und dient gleichzeitig der Besucherlenkung sowie der Vermittlung von Verhaltensregeln.

Öffentlichkeitsarbeit erhöht die Akzeptanz von Umsetzungsprojekten und strebt über die Förderung von Vertrauen die Verbesserung der Kommunikations- und Kooperationsbereitschaft an. Dieses Aufgabenfeld umfasst im wesentlichen Medienarbeit, Werbung, Veröffentlichungen, Kooperationen und Sponsoring. Somit bemüht sich die Öffentlichkeitsarbeit um Präsenz und Präsentation von Projekten in der Öffentlichkeit und der öffentlichen Meinung.

Bildungsarbeit bezweckt die nachhaltige Anregung und Bekräftigung von Werten und Verhaltensweisen der Öffentlichkeit. Bildungsarbeit funktioniert in Wechselwirkung zwischen der Natur und den Menschen. Hierfür sind Kooperationen mit bestehenden Bildungseinrichtungen zweckmäßig.

Im Rahmen von Renaturierungsprojekten hat Öffentlichkeitsarbeit den primären Zweck, die Öffentlichkeit für die Projektziele zu gewinnen und damit die Voraussetzungen für die Umsetzung zu verbessern oder zu schaffen. Bei der Vorbereitung ist die Beantwortung folgender Fragen in Form einer Checkliste hilfreich:

1. Was soll erreicht werden?

Information, Beteiligung, Einverständnis; Differenzierungsgrad: allgemein, Information über spezielle Vorhaben im Projekt, Lösung aktueller Konflikte.

deren Einverständnis für die Umsetzung erforderlich ist. Hierbei ist zu überlegen, ob es Vertreter oder Sprecher von Nutzergruppen gibt (insbesondere solche, die den Projektzielen wohlwollend gegenüber stehen).

2. Wer soll oder muss informiert werden?

(Zielgruppenanalyse): An erster Stelle stehen die Grundeigentümer bzw. Nutzungsberechtigten,

Weitere Zielgruppen: Einheimische aller Altersklassen, Entscheidungsträger (z. B. Gemeindevorstand, Kreistag), Behördenvertreter, spezielle Interes-

Tabelle 15: Im Rahmen von Umsetzungsprojekten relevante naturschutzrechtliche Vorschriften und Abkommen. Überwiegend abrufbar unter: <http://www.umweltministerium.bayern.de/aktuell/download/recht.htm#Naturschutz>

Bezugsrahmen	Vorschrift, Gesetz, Abkommen
Lokal	NSG, LSG Schutzgebietsverordnungen
	FFH FFH-Erhaltungsziele
Freistaat Bayern	BayNatSchG Bayerisches Naturschutzgesetz
	„Natura 2000“-Netz GemBek der StMI, StMWVT, StMELF, StMAS und StMLU – Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“ (AIIMBL Nr. 16 vom 21.08.2000)
	FFH- und Europäische Vogelschutzgebiete Bekanntmachung des StMLU über die der EU gemeldeten FFH-Gebiete und Europäischen Vogelschutzgebiete Bayerns (AIIMBL Nr. 11 vom 12.11.2001)
Bund	BNatSchG Bundesnaturschutzgesetz
	BArtSchV Bundesartenschutzverordnung (Verordnung zum Schutz wild lebender Tier- und Pflanzenarten)
	UVPG Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (Ermittlung und Bewertung der Auswirkungen von Eingriffen auf die Umwelt)
	Gesetz zur Erhaltung der Fledermäuse Gesetz zu dem Abkommen vom 4. Dezember 1991 zur Erhaltung der Fledermäuse in Europa vom 21. Juli 1993 (BGBl. II S. 1106)
Europäische Gemeinschaft	FFH-Richtlinie Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Rat der Europäischen Gemeinschaften 1992). Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft, unter dem Namen „Natura 2000“ ein kohärentes Netz besonderer Schutzgebiete einzurichten. Ziel der Richtlinie ist es, die natürliche Artenvielfalt zu bewahren und die Lebensräume von wildlebenden Pflanzen und Tieren zu erhalten oder wiederherzustellen.
	Vogelschutzrichtlinie Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten Die EG-Vogelschutzrichtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten, Schutzgebiete einzurichten, die Pflege und ökologisch sinnvolle Gestaltung derer Lebensräume auch außerhalb von Schutzgebieten zu gewährleisten und zerstörte Lebensräume wiederherzustellen.
	UVP-Richtlinie Richtlinie 85/337/EWG des Rates vom 27. Juni 1985 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten
International	Konvention von Rio Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity SCBD 1992). Ziel der Konvention ist, weltweit den Schutz von Tier- und Pflanzenarten sowie ihrer Lebensräume zu gewährleisten und den darin geborgenen Reichtum zu erhalten. MAB-Programm (UNESCO-Programm „Der Mensch und die Biosphäre“): Bietet den Mitgliedstaaten die Möglichkeit, auf regionaler Ebene aber mit globalem Bezug nachhaltige Entwicklung, wie sie die Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 gefordert hat, zu praktizieren und damit zur Erhaltung der biologischen Vielfalt beizutragen.“ (Errichtung eines globalen Netzes repräsentativer Schutzgebiete - Biosphärenreservate)
	Ramsar-Konvention Übereinkommen über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wat- und Wasservögel, von internationaler Bedeutung. Ziel der Konvention ist es, im weltweiten Maßstab bedeutende Feuchtgebiete zu schützen und ihre Entwicklung zu sichern.
	Bonner Konvention Übereinkommen zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten; Gesetz zu dem Übereinkommen vom 23. Juni 1979 zur Erhaltung der wandernden wildlebenden Tierarten. Bislang kam es zum Abschluss von vier Regionalabkommen (u. a. Abkommen über europäische Fledermäuse, Eurobats)
	Berner Konvention Gesetz zu dem Übereinkommen vom 19. September 1979 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Verbesserung der zwischenstaatlichen Zusammenarbeit zum Schutz wildlebender Fauna und Flora).
	Alpenkonvention Übereinkommen zum Schutz der Alpen. Ziel der Konvention ist es, die Alpen für ihre Bewohner als stabilen Lebens- und Wirtschaftsraum zu sichern und als einzigartige und vielfältige Naturlandschaft zu erhalten.

sengruppen (z. B. Landwirte, Jäger, Erholungssuchende), Verbände, Gruppen mit denen Konflikte bestehen können (z. B. Fischer, Land- und Forstwirte); spezielle Zielgruppen (Kinder- und Jugendgruppenarbeit: Schule, Kindergarten; Erholungssuchende, Touristen: Verkehrsamt), Vertreter der Medien und sonstige Meinungsbildner.

3. Was soll oder muss mitgeteilt werden?

Generell sollten die Projektziele einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Insbesondere sollte erklärt werden, warum welche Maßnahmen erforderlich sind; vorrangige Aufgabe ist es, Verständnis zu gewinnen. Wichtig sind Informationen zu speziellen Maßnahmen, die von einer breiteren Öffentlichkeit wahrgenommen werden oder die größere Gruppen betreffen (z. B. Rodungsaktionen, Wegerückbau); einfache Information (Auswahl öffentlichkeitswirksamer Projektziele); Betretungsregelungen. „Interessantes für die Öffentlichkeit“ (Ereignisse, Fortschritte, u. U. auch Rückschritte, Erfolge, Maßnahmen).

4. Welche Medien oder Verfahren sind hierfür geeignet?

Information von Einheimischen und Beteiligten: Veranstaltungen (öffentliche Veranstaltungen, Stammtisch, Abstimmungsgespräche im kleinen Kreis), Informationsmaterial (Wurfpost, Faltblätter, Telefonservice), Aktionen mit aktiver Mitwirkung (Fragebogenaktionen, Foto- oder Malwettbewerbe); Vor-Ort-Veranstaltungen (Erster Spatenstich, Feste).

Breiter angelegte Informationen: Informationsmaterial (Informationsstellen und -häuser, Broschüren, Wanderfibel, Hinweistafeln), Aktionen (Ausstellungen, Führungen, Exkursionen, Vorträge), Veröffentlichungen (Printmedien, Funkmedien, Audio/Video-Medien); Internetseite (Daten, Karten, Bilder); Medien (Presse, Funk, Fernsehen).

Wichtig bei der Vorbereitung von Veranstaltungen: Die rechtzeitige Bekanntmachung und Einladung wesentlicher Beteiligter (Pressemitteilung, Namenslisten).

Bei der konkreten Ausarbeitung von umfangreicheren Konzepten zur Öffentlichkeitsarbeit bietet sich die Anknüpfung an bestehende Infrastrukturen an z. B. durch Allianzen mit Bündnispartnern aus Tourismus, Kultur, Gastgewerbe oder Regionalvermarktung. Erfolgsversprechende Wege zur Identifikation mit den Zielen des Naturschutzes liegen vor allem im Bereich der Umweltbildung. Dabei sind Kooperationen mit Schulen oder Volkshochschulen, aber auch mit örtlichen Wandervereinen oder Naturfreunden anzustreben (vgl. SRU 2002:38). Der Erfolg kann damit gesteigert werden, dass die örtliche Bevölkerung in die Erarbeitung eingebunden wird (Agenda-Prozess, Moorpatenschaft).

Literatur: BREITSCHUH & FEIGE (2003), <http://www.nationalpark-harz.de/ueber/npp2000text.htm#nr7>

C Niedermoorrenaturierung in der Planung

1 Entwicklungs- und Umsetzungs-konzepte

Das Leistungsbild für Umsetzungskonzepte (LFU 2002) geht im Punkt Geländeerhebungen/Kartierungen davon aus, dass biologische Daten und hierauf aufbauende fachlich abgestimmte Leitbilder vorliegen, so dass sich Umsetzungskonzepte im Wesentlichen auf die Maßnahmenplanung beschränken können. Die Datenlage ist hinsichtlich Umfang und Aktualität jedoch sehr heterogen. Dies betrifft sowohl Grundlagen- als auch Planungsdaten. Fallweise können umfangreichere Geländeerhebungen, Bewertungsschritte und konzeptionelle Leistungen (Leitbilder und Entwicklungsziele) erforderlich werden, so dass die erarbeiteten Umsetzungskonzepte dann den Charakter von Entwicklungsplänen für Moore haben. Deshalb empfiehlt sich eine zwei- bzw. dreistufige Vorgehensweise (siehe Abbildung 47):

In einer **Vorplanungsphase** werden im ersten Schritt vorhandene Grundlagendaten, Gutachten bzw. Planungen zusammengestellt und auf Vollständigkeit, Aktualität und Plausibilität geprüft. Des Weiteren ist in diesem Rahmen zu klären, ob für das Gebiet ein FFH-Managementplan zu erstellen ist. In diesem Fall wäre es Kosten sparend, ggf. notwendige Erhebungen in einem Schritt durchzuführen. In jedem Fall ist zu gewährleisten, dass sich Erhaltungs- bzw. Entwicklungsziele beider Planungen entsprechen.

Im Rahmen der Auswertung ist ein innerfachlich abgestimmtes Entwicklungskonzept mit flächenscharfen Leitbildern für die künftige Gebietsentwicklung zu erarbeiten. In die Gebietsabgrenzung ist das hydrologische Einzugsgebiet soweit wie nötig einzubeziehen.

Bei unzureichender oder nicht aktueller Datenlage ist der erforderliche Umfang von Erhebungen, Auswertung und konzeptionellen Leistungen für das **Entwicklungs- und Umsetzungskonzept** festzulegen. Da umfangreiche Geländeerhebungen aufwendig und damit kostenintensiv sind, empfiehlt es sich, vorab den erforderlichen – insbesondere den zoologischen – Erhebungsaufwand zwischen LfU, hNB, uNB und sonstigen Beteiligten abzustimmen.

Auf Basis der in der Vorplanung erarbeiteten Leitbilder wird mit dem **Umsetzungskonzept** eine umsetzungsreife Maßnahmenplanung mit Kostenschätzung und Hinweisen zur Umsetzung sowie zu einem ggf. notwendigen Monitoring erarbeitet. Die Schritte hierfür beinhalten ggf. die Überprüfung der Leitbilder, i. d. R. die Erfassung bislang nicht erhobener Daten zum Wasser- und Nährstoffhaushalt, die Analyse des Wassereinzugsgebiets und die Bewertung von Beeinträchtigungen. Um eine möglichst zügige Umsetzung zu gewährleisten, werden Daten zu den Eigentumsverhältnisse ermittelt, Restriktionen dargestellt

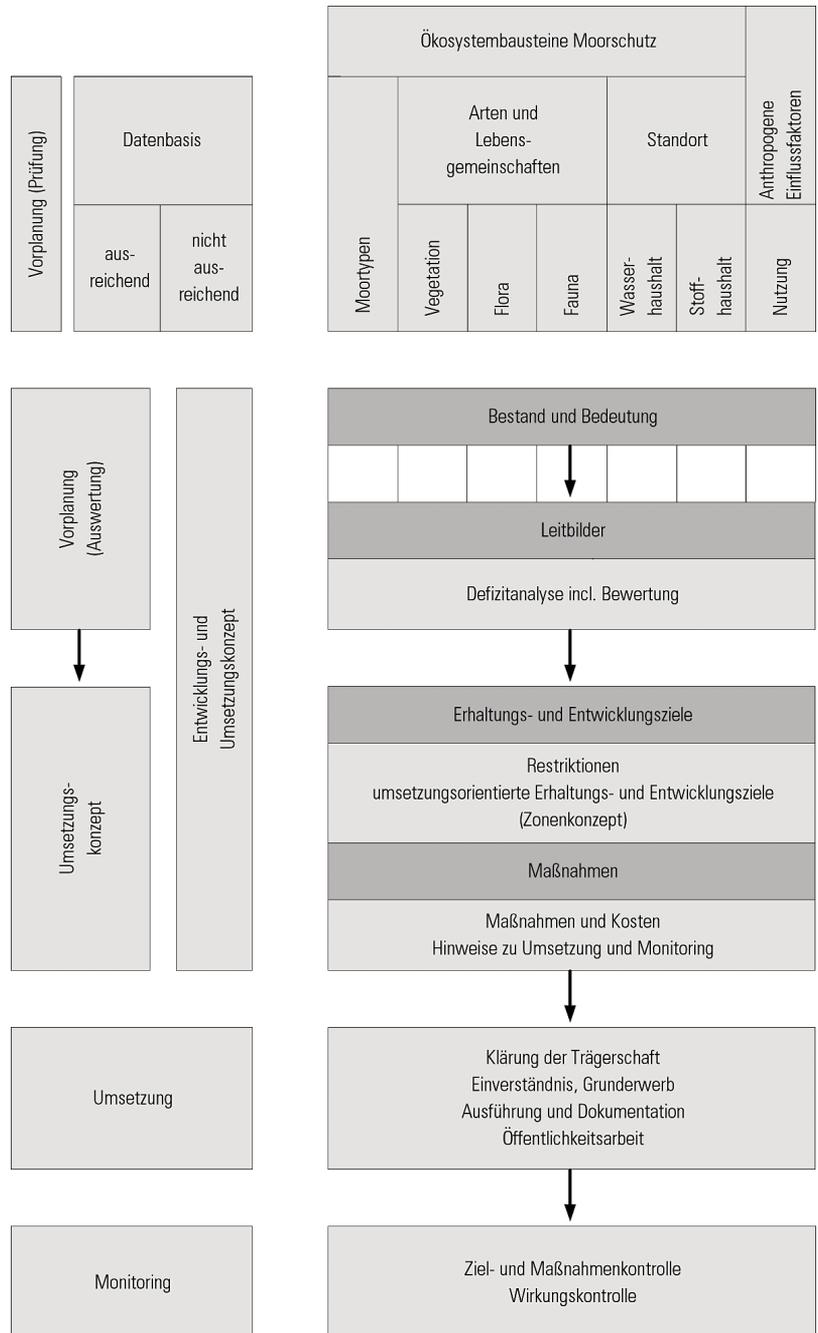


Abbildung 47: Ablaufschema Entwicklungs- und Umsetzungskonzepte im Rahmen von Umsetzungsprojekten der Moorrenaturierung.

und bewertet sowie voraussichtlich realisierbare Entwicklungsziele mit den dafür erforderlichen Maßnahmen formuliert.

1.1 Inhalt von Entwicklungs- und Umsetzungs-konzepten

Im Folgenden werden die im Rahmen von Entwicklungs- und Umsetzungskonzepten notwendigen Arbeitsschritte anhand einer Gliederung (siehe Tabelle 16, S. 50) kurz erläutert. Zweck des Gliederungsmusters sind Vereinheitlichung und Effizienz des Konzepts sowie die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse für Außenstehende. Es versteht sich als Hilfestellung und zeigt auf, welche Leistungen im Rahmen von Vorplanung, Umsetzungs-konzept und Entwicklungs-/Umsetzungs-

Tabelle 16: Gliederungsmuster für Entwicklungs- bzw. Umsetzungskonzepte.

durch Auswertung vorhandener Daten
 fallweise Erhebung erforderlich
 Erhebung erforderlich

VP	Vorplanung
UK	Umsetzungskonzept
EK	Entwicklungskonzept

Gliederungspunkt	Produkt ☉: fallweise	Text	Tabelle	Karte	1: x.000	VP	UK	EK	Vorhandene Daten http://www.geodaten.bayern.de/gfis.html	Erhebung
A	Einführung und Rahmenbedingungen									
1	Aufgabenstellung									
1.1	Anlass und Zweck der Planung	●								
2	Planungsvoraussetzungen, Methoden									
2.1	Planungsablauf	●								
2.2	Datengrundlage	●	☉							
2.3	Methoden	●	☉							
B	Bestand und Bedeutung									
1	Lage, Abgrenzung des Planungsgebiets	●	●	5-25					TK25, hist. Moorkarte, GK25	
1.1	Verwaltung (Landkreis, Gemeinde)	●	☉	5-25					FIS-Natur	
1.2	Aktueller Schutzstatus	●	●	5-25					NSG, LSG, FFH, ND, Nationalpark	
1.3	Moorgebiete	☉	●	5-25					aus Moortypen und Hemerobie	
2	Standort und Nutzungen									
2.1	Klima	●	☉						Klimaatlas	
2.2	Naturraum, Geologie, Geomorphologie, Böden	●	☉	25					GK25, Konzeptbodenkarte	
2.2.1	Naturraum	●	☉						FIS-Natur	
2.2.2	Stoffhaushalt	☉	☉	5-25					Auswertung Vegetation	
2.2.3	Torfe und Böden	☉	☉	5-25					Lit.: Torfprofile, Stratigraphie, Untergrund	Moorstratigraphie, Bodentyp, Durchlässigkeitsbeiwert
2.2.4	Moortypen	●	☉	●	5-25				Lkr.-Moorkarten, hist. Moorkarte (LfU, LBP), BK, Höhenlinienkarte 5 (LVA), TK25, HQ5 (WWA), GK25; Auswertung Vegetation	Geländekontrolle, Topographie, Vegetationstyp, sonstige Indizien
2.3	Wasserhaushalt									
2.3.1	Grundwasserstände	☉	☉	5-25					Grundwassermessnetz (WWA, LfW)	Grundwassermesspegel
2.3.2	Wassereinzugsgebiet	●	☉	●	25				TK25, HFK, DGM	Nivellement, GPS-Höhenvermessung
2.3.3	Oberflächengewässer	●	☉	5-25					TK25, GIS-Was (LfW), hist. Karten, GEP	ergänzende Erhebung
(1)	Ausuferungsvermögen	☉	☉						GSK (LfW), GEP, WWA	
(2)	Gewässergüte								GSK (LfW), WWA	
2.3.4	Gräben	●	●	5					TK25, Flurkarte, Lubi	Grabenkartierung, pH, Leitfähigkeit, Trophie (Indikatorarten), Fotos
(1)	Trophie	●	☉	☉	5-25					NPK photometr..., Indikatorstreifen
(2)	Bodenreaktion	●	☉	☉	5-25					pH, Leitfähigkeit
2.3.5	Torfstiche	●	●	5						Kartierung
2.3.6	Dränflächen	☉	☉	5-25					WWA, DLE	ergänzende Erhebung
2.4	Nutzungen und Besitzverhältnisse									
2.4.1	Historische Nutzungen	●	☉	☉	5				hist. TK und Flurkarten, BK	
2.4.2	Aktuelle Flächennutzung	●	☉	●	5					Nutzungskartierung
2.4.3	Besitzverhältnisse	●	☉	☉	5-25				ALB (über uNB)	
2.5	Hemerobie	●	☉	●	5-25				Auswertung Nutzung, Wasserhaushalt, Vegetation	
3	Arten und Lebensgemeinschaften									
3.1	Fauna (Zielarten)	●	☉	5					FIS-Natur (ASK, BK, NSG, PEPL, ZE, ABSP, FFH)	Ziel-, Indikatorarten, Gesamtartenlisten (ggf. Angabe zur Häufigkeit)
3.2	Gefäßpflanzen und Moose (Zielarten)	●	☉	5					FIS-Natur (ASK, BK, NSG, PEPL, ZE, ABSP, FFH)	Ziel-, Indikatorarten, Gesamtartenlisten (ggf. Angabe zur Häufigkeit)

Gliederungspunkt		Produkt ☉: fallweise				VP	UK	EK	Vorhandene Daten http://www.geodaten.bayern.de/gfis.html	Erhebung
		Text	Tabelle	Karte	1: x.000					
3.3	Vegetation									
3.3.1	Vegetationsentwicklung	☉								
3.3.2	Auswirkung der Entwässerung	☉								
3.3.3	Kartierungsschlüssel mit Übersicht Differentialartengruppen	●	●							
3.3.3	Pflanzengesellschaften	●		●	5			FIS-Natur (BK, NSG, PEPL, ZE, ABSP, FFH)	Ökol. Gruppen, Veg.typen, Biotop-, FFH-Typen, Vegetationsaufnahmen aller wesentlichen Typen, Fotos	
C	Ziele und Maßnahmen									
1	Leitbilder	●	●	●						
2	Defizitanalyse incl. Bewertung									
2.1	Handlungsbedarf	●	●	●	5-25					
3	Entwicklungsziele, Zonenkonzept									
3.1	Restriktionen									
3.1.1	Flächennutzungen	●		☉	5-25					
3.1.2	Rechtliche Festlegungen	●		☉	25					
3.1.3	Planungen und Programme	●		☉	25					
3.1.4	Eigentumsverhältnisse	●	☉	☉	5-25					
3.2	Erhaltungs- und Entwicklungsziele	●	☉	●	5-25					
3.3	Zonenkonzept	☉		☉	5-25					
4	Maßnahmen und Kosten	●	●	●	5					
4.1	Maßnahmenvarianten	☉	☉	☉	25					
4.2	Maßnahmen	●	●	●	5					
4.3	Detailpläne	☉	☉	☉	0,5-5				Nivellement, GPS-Vermessung, Zufahrtsmöglichkeiten, Statik	
4.4	Kosten	●	●							
4.5	Hinweise zur Umsetzung	●	☉	☉						
4.5.1	Ausführung	☉	☉							
4.5.2	Geeignete Firmen	☉	☉							
4.5.3	Finanzierung, Trägerschaft	☉	☉							
5	Hinweise zum Monitoring									
5.1	Zielkontrolle	☉	☉	☉						
5.2	Maßnahmenkontrolle	☉	☉	☉						
5.3	Wirkungskontrolle	☉	☉	☉						
D	Zusammenfassung	●								
E	Literatur	●								
F	Anhang									
1	Gesamtartenlisten		☉							
2	Eigentumsverhältnisse		☉							
3	Bilddokumentation		☉						Fotos	

Abkürzungen: ABSP: Arten- und Biotopschutzprogramm, ALB: Automatisiertes Liegenschaftsbuch, ASK: Artenschutzkartierung, BK: Biotopkartierung, DGM: Digitales Geländemodell, DLE: Direktion für Ländliche Entwicklung, FFH: Standard-Datenbogen Fauna-Flora-Habitat-Gebiet, FIS-Natur: Fachinformationssystem-Natur, GEP: Gewässerentwicklungsplan, GIS-Was: Geographisches Informationssystem der Wasserwirtschaft, GK25: Geologische Karte, GSK: Gewässerstrukturkartierung, HFK: Höhenflurkarte, HQ5: 5-jähriges Hochwasser, LBP: Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (heute LfL Landesanstalt für Landwirtschaft), LfU: Landesamt für Umweltschutz, LfW: Landesamt für Wasserwirtschaft, Lkr: Landkreis, LSG: Landschaftsschutzgebiet, Lubi: Luftbild, LVA: Landesvermessungsamt, ND: Naturdenkmal, NSG: Naturschutzgebiet, PEPL: Pflege- und Entwicklungsplan, TK25: Topographische Karte M 1 : 25.000, uNB: Untere Naturschutzbehörde, WWA: Wasserwirtschaftsamt, ZE: Zustandserfassung für Naturschutzgebiete.

konzept zu erbringen sind. Welche Punkte im Einzelfall zu bearbeiten sind, hängt von der Datenlage sowie von der Art des Projektes ab und ist im Rahmen der Vorplanung zu klären.¹⁰

Erhebungsumfang: Zur Klärung des Erhebungsumfanges müssen alle planungsrelevanten Daten zusammengestellt werden. Dazu steht für Gis-Anwender eine zunehmende Anzahl von Fachinformationen zur Verfügung (<http://www.geodaten.bayern.de/gfis.html>). Darüber hinaus notwendige Daten sind durch ergänzende Bestandserhebungen abzudecken. Der Umfang der zielgerichteten Erhebungen wird einerseits durch die Qualität und Aktualität der vorhandenen Unterlagen, andererseits durch die Bedeutung und den Zustand des Moores sowie durch die vorhandenen Konflikte bestimmt.

Faunistische und floristische Erhebungen sollten sich auf die zur Ermittlung des aus moorökologischer Sicht notwendigen Handlungsbedarfs beschränken und sind fallweise festzulegen. Es soll keine allgemeine flächendeckende Bestandsaufnahme als Selbstzweck erfolgen, sondern gezieltes Schließen von Datenlücken, soweit dies zur Bewertung sowie zur Ableitung von Zielen und Maßnahmen notwendig ist.

Der Bearbeitungsmaßstab bewegt sich in Abhängigkeit von der Gebietsgröße und von den Inhalten zwischen Maßstab 1:2.500 und 1:25.000; ggf. können auch kleinmaßstäbliche Karten zweckmäßig sein. Ziel ist in jedem Fall eine übersichtliche und aussagekräftige Plandarstellung.

Die Datenhaltung (z. B. Fundorte von Arten der RL 1 und 2, Vegetationstyp, Beeinträchtigungen und Schäden, Maßnahmen) sollte über eine fortschreibungsfähige relationale Datenbank erfolgen, auf die im Rahmen des MEK zugegriffen werden kann. Wesentliche Inhalte sind Darstellung des bzw. der Moortypen sowie Bewertungsergebnisse im Hinblick auf den Handlungsbedarf.

Gebietsabgrenzung: Die Festlegung des Bearbeitungsgebietes ist eine wesentliche Entscheidung im Rahmen der Vorplanung. Die Abgrenzung ist so zu treffen, dass im Verlauf der Bearbeitung keine Veränderungen mehr notwendig werden, da diese einen hohen zusätzlichen Aufwand nach sich ziehen können.

Das Bearbeitungsgebiet (Planungsgebiet) umfasst das Moor und sein hydrologisch-trophisches Einzugsgebiet. Dazu gehören alle absehbaren Entwicklungsflächen sowie alle Flächen, die in einem relevanten Zusammenhang mit dem Moorkörper stehen. Im Hinblick auf die Ziel- und Maßnahmenplanung ist vor allem für Moore mit großen Einzugsgebieten eine Zweiteilung in das engere Planungsgebiet, in dem detaillierte Maß-

nahmen zu planen sind, und das umgebende Einzugsgebiet vorzunehmen, für das i. d. R. nur Maßnahmenhinweise gegeben werden und keine flächendeckenden Karten erarbeitet werden. Im Folgenden werden einige Hinweise zu den Kapiteln gegeben.

1.1.1 Einführung und Rahmenbedingungen

Im Bearbeitungspunkt „Einführung und Rahmenbedingungen“ ist ein Überblick über die Aufgabenstellung und über die Planungsvoraussetzungen zu geben. Darüber hinaus ist eine Übersicht der wesentlichen Datengrundlagen und Informationen erforderlich.

Aufgabenstellung: Erforderlich sind eine ggf. tabellarische Darstellung der gemäß LV zu erbringenden Leistungen sowie Aussagen zu hiervon abweichend erbrachten bzw. nicht erbrachten Leistungen.

Planung und Ablauf der Arbeiten: Hinweise zu Zeitraum der Geländearbeiten, Ortsterminen und sonstige für den AG bzw. Träger wichtigen Informationen.

1.1.2 Bestand und Bedeutung

Die Bestands- und Wirkungsanalyse umfasst die zielgerichtete Darstellung der moorökologischen Grundlagen aus sektoraler Sicht (Moortypen, Vegetation, Flora, Fauna, Wasserhaushalt, Stoffhaushalt), die Benennung der sektoralen Ziele und Leitbilder sowie eine knappe Darstellung der naturschutzfachlichen Bedeutung¹¹ und der Auswirkungen von aktuellen Nutzungen auf die Schutzgüter. Bei größeren Gebieten sollte die moorökologische Gliederung zugrunde gelegt werden.

Moorgebiete: Größere Bearbeitungsgebiete sollten in ziel- und problemorientierte Raumeinheiten untergliedert werden. Sie können als räumliche Grundlage für die Formulierung von Leitbildern und zur Entwicklung eines Zonenkonzeptes dienen und liefern den Rahmen für die Umsetzung. Sofern sich die Bezeichnungen an den Namen der Flurkarten orientieren, bilden sie eine gute Kommunikationsbasis bei der Öffentlichkeitsarbeit. Fachliche Grundlage für die Abgrenzung liefern die Moortypen und die Hemerobiestufen.

Moortypen: Die Darstellung der Moortypen umfasst ihre naturgemäße und aktuelle Ausprägung einschließlich der Auswirkungen von Flächennutzungen. Darüber hinaus ist die naturschutzfachliche Bedeutung der Moore aus übergeordneter Sicht (MEK, ABSP) zu bewerten. Sektorale Leitbilder aus moorökologischer Sicht münden in den weiteren Planungsprozess ein.

¹⁰ im Hinblick auf effiziente Umsetzungskonzepte wäre es wünschenswert, bereits im Rahmen des MEK für Moorhandlungsschwerpunkte eine Übersicht der verfügbaren Daten und eine vorläufige Karte der Moortypen zu erarbeiten. Damit bestünde eine Grundlage für erforderliche Bestandserhebungen und für den nötigen Planungsaufwand.

¹¹ vgl. Arbeitsanleitung Zustandserfassung für Naturschutzgebiete (LfU 1995: 57 - 64), Bewertungsstufen nach KAULE (1986: 318).

Standort: Wasser- und Nährstoffhaushalt sind im Hinblick auf ihre moortypischen Ausprägungen und auf Veränderungen zu analysieren. Arbeitsgrundlagen für die Beurteilung und für die weitere Planung sind Graben- und Wasserstufenkarten. Sie liegen i. d. R. nicht vor und sind im Rahmen der Planung zu erarbeiten.

Nutzungen: Die Nutzungen sind hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Standort, Arten- und Lebensgemeinschaften zu analysieren. Wesentliche Hilfestellung kann hierbei eine Analyse der historischen Nutzungsformen, z. B. durch Auswertung historischer Flurkarten, geben.

1.1.3 Leitbilder

Das Entwicklungskonzept bzw. die Vorplanung beinhaltet die Zusammenschau der abgewogenen einzelfachlichen Leitbilder und die Gebietsbewertung (Soll-Ist-Vergleich). Die Formulierung umsetzungsorientierter Ziele und Maßnahmen unter Berücksichtigung wesentlicher Restriktionen erfolgt im Rahmen des Umsetzungs- bzw. Entwicklungskonzepts.

Leitbilddefinition: Ein nachvollziehbares Leitbild ist Grundlage für die Formulierung der Entwicklungsziele für das Untersuchungsgebiet. Es ist außerdem wichtige Grundlage für die Überzeugungsarbeit im politischen und öffentlichen Raum.

Die endgültige Formulierung erfolgt durch Abwägung der ggf. voneinander abweichenden sektoralen Leitbilder. Ziel ist es, für das jeweilige Moor – in möglichst einfacher Form – die angestrebten Ausprägungen von Moortypen, biotischen und abiotischen Ressourcen sowie für die Hemerobie darzustellen. Dabei ist in jedem Fall zu prüfen, inwieweit eine natürliche Entwicklung ohne zukünftige Nutzung mit den Zielen des biotischen Ressourcenschutzes vereinbar ist. Naturnahe Referenzgebiete sind dabei hilfreich. Bei großflächig, intensiv genutzten Mooren ist es oft nicht möglich, naturnahe Referenztypen zu ermitteln. Hier ist die Leitbildbeschreibung aus moorökologischem Fachwissen und vorhandenen Daten herzuleiten.

Den räumlichen Bezug für die Darstellung von Leitbildern liefern auf unterster Ebene die Flächen der Vegetations- und Nutzungskartierung, die je nach Ausdehnung und Komplexität des zu bearbeitenden Moores schrittweise zu einer aggregierten Leitbildarstellung zusammengeführt werden. Geeignet sind z.B. ökologische Raumgliederungen nach Moortypen und Hemerobie, auf deren Basis der anzustrebende Naturnähegrad beschreiben wird. Über Zonenkonzepte können die Leitbilder weiter generalisiert werden.

Defizitanalyse incl. Bewertung: Durch den Vergleich des Leitbildes mit dem heutigen Zustand lassen sich Defizite ermitteln und die Veränderungen der Moorlandschaft bewerten.

Die Moorökosystem-Bausteine geben die Struktur der Bewertung vor. Entsprechend sind Vege-

tation, Flora und Fauna sowie Wasser- und Nährstoffhaushalt anhand ihres leitbildtypischen Zustandes zu bewerten. Dies muss nicht notwendigerweise in formalisierter Art und Weise geschehen, in einfachen Fällen bzw. bei schlechter Datenlage kann oder muss man sich auf eine qualitative Einschätzung und verbale Beschreibung beschränken.

Eine sinnvolle Möglichkeit zur nachvollziehbaren Dokumentation kann die Erstellung von Bewertungskarten (v. a. Wasserhaushalt und Hemerobie) sein, eine zusammenfassende Beschreibung – ggf. mit ergänzenden Graphiken – ist in jedem Fall zweckmäßig.

1.1.4 Ziele und Maßnahmen

Restriktionsanalyse: In der Restriktionsanalyse sind einschränkende Randbedingungen zu ermitteln, die in absehbaren Zeiträumen nicht veränderbar sind. Sie sind insbesondere vor dem Hintergrund der Laufzeit des Planes von ca. 15 Jahren einzuschätzen. Beispiele für i. d. R. einschränkende Randbedingungen sind in Tabelle 17 zusammengestellt.

Tabelle 17: Beispiele für nicht lösbare Restriktionen

Flächen-nutzungen	Siedlungsbereiche (einschl. Gewerbe, Industrie)
	Kläranlagen
	Verkehrsflächen, Straßen, Eisenbahnlinien, Brücken
	Versorgungsleitungen (Abwasser, Gas, Strom)
Rechtliche Festsetzungen	Wasserkraftnutzung (Wasserrechtliche Bewilligungen)
	Schutzgebiete (z.B. Wasserschutzgebiete)
	Wasserrechtliche Genehmigungen (Einleitungen, Bauwerke)
	Planfestgestellte Bauvorhaben (z. B. Autobahn)
Planungen Programme	Regionalpläne: z.B. Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete für die Rohstoffsicherung
	Flächennutzungspläne (Wohn-, Gewerbe-, Industriegebiete)

Bei Vorliegen solcher nicht lösbaren Restriktionen werden keine flächenscharfen Moorrenaturierungsziele formuliert. Für alle anderen Flächen werden Entwicklungsziele formuliert, auch wenn ihre Umsetzung nicht sofort möglich ist. Konflikte, die der Umsetzung entgegenstehen, erfordern weitere Arbeitsschritte (z. B. Flächenankauf, Öffentlichkeitsarbeit) und werden benannt.

Erhaltungs- und Entwicklungsziele, Prioritäten: Durch eine Zusammenschau von Leitbild, Entwicklungspotenzial und Restriktionen sind die Entwicklungsziele für das Bearbeitungsgebiet abzuleiten. Diese Zusammenschau beinhaltet immer einen Abwägungsprozess und eine planerische Entscheidung, insbesondere bei der Berücksichtigung konkurrierender Nutzungsinter-

essen. Der Zweck der Dokumentation von berücksichtigten Randbedingungen liegt in der Nachvollziehbarkeit der Zielfindung sowie in der Möglichkeit, bei veränderten Randbedingungen die Entwicklungsziele unmittelbar anzupassen.

Die Entwicklungsziele bilden den Handlungsrahmen für die Maßnahmenplanung. Sie beschreiben die unter den gegebenen bzw. absehbaren Randbedingungen mögliche Annäherung an das Leitbild. Dabei ist darauf zu achten, dass sie leitbildkonform sind, d.h. dass sie keine Zustände beinhalten, die eine evtl. spätere stärkere Annäherung an das Leitbild unmöglich machen.

Ergebnis ist eine Karte umsetzungsorientierter Ziele mit Aussagen zu Prioritäten, d. h. zur Notwendigkeit der Maßnahmen und zu Fristen, d. h. zu den Zeiträumen innerhalb derer die Umsetzung erfolgen sollte. Sie sind durchgängig und flächendeckend für das gesamte Bearbeitungsgebiet Moor und sein Einzugsgebiet festzulegen. Die kartographische Darstellung kann sich auf das engere Planungsgebiet beschränken, während für das weitere Umfeld textliche bzw. tabellarische Darstellungen i. d. R. ausreichen.

Maßnahmen: Die Entwicklungsziele können durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden. Sofern verschiedenen Maßnahmenvarianten zur Zielerfüllung in Betracht kommen, sind sie gegeneinander abzuwägen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden in Text und Karte beschrieben. Je nach Aufgabenstellung kann die Maßnahmenplanung bis zur Ausführungsreife gelangen oder sich auf die textliche Zuordnung von Maß-

nahmen zu Zielen beschränken. Im Zuge der Umsetzung wird dann abhängig von den örtlichen Gegebenheiten die geeignete Maßnahme konkretisiert. Je nach Datenlage können für konkrete Ausführungsplanungen intensive Geländeerhebungen notwendig sein.

Prinzipiell zu unterscheiden sind dabei hydrologische und trophische Sanierungsmaßnahmen, Maßnahmen zur Vegetationsentwicklung und erforderliche Maßnahmen der Verwaltung. Wesentlich sind dabei Aussagen zur Priorität im Flächenankauf.

Kosten, Finanzierung: Die konzeptionelle Planung erlaubt auf der Ebene der Maßnahmenhinweise und des Grunderwerbsvorschlages eine vorläufige Kostenannahme. Sie ist zu gliedern in: Grunderwerbskosten, einmalige Kosten z.B. für hydrologische/trophische Sanierungsmaßnahmen und jährliche Kosten für Pflegemaßnahmen. Grundlage für die Kostenannahme ist der jeweilige Preisspiegel zum Planungszeitpunkt. Sofern erforderlich, sind Aussagen zu geeigneten Ausführungsfirmen und zur Trägerschaft zu treffen.

Hinweise zur Umsetzung: Hier ist auf besondere Umstände hinzuweisen, die es bei der Umsetzung zu beachten gilt (z. B. besondere Erfordernisse bei Grunderwerb oder Öffentlichkeitsarbeit).

Hinweise zum Monitoring: In der Regel sind nur Hinweise zu Monitoringprogrammen zu geben. Dabei sind die Anforderungen zielgerichtet und problemorientiert darzustellen.

Tabelle 18: Planungsunterlagen für Entwicklungs- und Umsetzungskonzepte.

1.2.1 Kartengrundlagen	
TK25	Topographische Karte M 1 : 25.000 (digital)
FK5	Flurkarte M 1 : 5.000 (digital)
Lubi	entzerrtes Luftbild M 1 : 5.000 (digital)
DFK	Digitale Flurkarte (Vektordaten dxf-Format)
z. T. Echtfarben- oder Infrarot-Falschfarben-Luftbilder (nicht entzerrt) M 1 : 2.500 bis etwa 1:12.000	
1.2.2 Naturschutzfachliche Informationen zum Projektgebiet	
PEPL	Pflege- und Entwicklungsplan
ZE	NSG-Zustandserfassung
NSG	Naturschutzgebietsverordnung
ASK	Artenschutzkartierung
BK	Biotopkartierung
FFH	Standard-Datenbogen Natura 2000-Gebiet FFH-Managementplan (Erhaltungs- und Entwicklungsziele für Natura 2000-Gebiete)
ABSP	Arten- und Biotopschutzprogramm
Es ist zu recherchieren, ob sonstige spezielle Veröffentlichungen und Gutachten zum Gebiet vorliegen (uNB, WWA, Forstamt)!	
Wenn Fachunterlagen älter als 10 Jahre sind, sind i. d. R. Nachhebungen erforderlich	

1.2.3 Informationen zum Standort	
Topographie	
TK25	Topographische Karte M 1 : 25.000
DGM	Digitales Geländemodell
HFK	Höhenflurkarte
Geologie, Böden, Moore	
GK25	Geologische Karte (analog, Rasterdaten)
SKB	Standortkundliche Bodenkarten (nicht flächendeckend) 1:25.000 und 1:50.000
KBK	Konzeptbodenkarten (selten verfügbar)
LBP	Historische Moorkarte LfU (Original: Landesanstalt für Landwirtschaft)
FS	Forstliche Standortkarten (1:10.000)
LSK	Landwirtschaftliche Standortkarte (1:25.000)
Gewässer	
TK25	Topographische Karte M 1 : 25.000
GEP	Gewässerentwicklungsplan
GSK	Gewässerstrukturkartierung (WWA)
DP	Drainagepläne (bei zuständigem Wasserwirtschaftsamt oder Landwirtschaftsamt)
Nutzung, Eigentum	
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch (über uNB)
DLE	Karten der Flurbereinigung bei der Direktion für Ländliche Entwicklung
FKU	Flurkarten-Uraufnahme (Landesvermessungsamt)

1.1.5 Anhang

Bilddokumentation: Die Fotodokumentation dient zur Darstellung wesentlicher Charakteristika des augenblicklichen Gebietszustands. Die Fotoaufnahmen sind in einer Lagekarte mit Angabe der Blickrichtung zu verorten (GPS). Sofern bereits im Rahmen des Umsetzungskonzeptes Maßnahmen durchgeführt werden, sollten Bilder vor Maßnahmenbeginn, evtl. während der Bauphase und nach Beendigung der Maßnahmen erstellt werden.

Eigentumsverhältnisse: Wesentlich ist eine Differenzierung zwischen privatem und öffentlichem Eigentum. Aus Gründen des Datenschutzes ist auf eine namentliche Nennung von Privateigentümern i. d. R. zu verzichten.

1.2 Planungsunterlagen

Im Rahmen der Vorplanung ist zu prüfen, welche Daten vorhanden sind und in welchen Punkten Erhebungsbedarf besteht.

Im Folgenden wird eine Übersicht der gängigen Daten gegeben, die im Rahmen von Umsetzungs-/Entwicklungskonzepten auszuwerten sind. In Tabelle 16 (S. 50) ist dargestellt, welche der u. g. Daten für welche Planungsphasen Informationen liefern.

Umfangreiche Informationen zu Geodaten:
<http://www.geodaten.bayern.de/gfis.html>

2 Erfassung von Standorten, Lebensgemeinschaften und Arten

2.1 Moortypen

2.1.1 Zweck und Methoden

Zweck:	Gebietscharakterisierung und Bilanzierung; Leitbildformulierung Grundlage für die Abgrenzung von planungsrelevanten Raumeinheiten und Teileinzugsgebieten als räumliches Bezugssystem für Bewertung und Entwicklungsziele
Methode:	Grundlagen zur Abgrenzung: Landkreis-Moorkarte (LfU), historische Moorkarte (LfU), Biotopkartierung, Höhenflurkarten (LVA), Luftbilder, Geologische Karte (GK 25), digitales Geländemodell, Überschwemmungsgebiet (HQ 5 WWA), Vegetationskarte; Geländebegehung zur Verfeinerung (Topographie, Vegetationstypen und sonstige Indizien)
Produkt:	Kurzbeschreibung der wesentlichen Moortypen in Tabelle bzw. Text und Karte
Literatur:	SUCCOW & JOOSTEN (2002), JOOSTEN & CLARKE (2002), STEINER (1992), SCHOPP-GUTH (1999), PFADENHAUER (1997)

Moortypen dienen zur Bewertung des aktuellen Zustands sowie zur Formulierung von Leitbildern und Entwicklungszielen. Insbesondere bei größeren Gebieten bilden sie die Grundlage zur Abgrenzung von planungsrelevanten, moorökologischen Raumeinheiten. Eine wesentliche Aufgabe erfüllen sie als Kommunikationsplattform, die fachlich nachvollziehbar ist, auf allgemein bekannten Begriffen aufbaut und die wesentlichen, für die Umsetzung relevanten Eigenschaften abbildet.¹²

Im Rahmen der Vorplanung erfolgt eine Grob-abgrenzung der Moortypen, wobei Landkreis-Moorkarte (LfU), historische Moorkarte (LfU), geologische Karte (GK 25) sowie bodenkundliche und forstliche Standortskarte erste Hinweise für die Lage der Moore und die Differenzierung von Hoch-, Übergangs- und Niedermooren liefern. Mit Hilfe von digitalem Geländemodell, Luftbildern, Höhenflurkarten (LVA), Hinweisen zu Überschwemmungsgebieten (HQ 5 WWA) und Biotop- bzw. Vegetationskartierung kann vielfach eine weiter gehende Typisierung vorgenommen werden (z. B. Quell- und Überflutungsmoore). Sofern erforderlich, werden die Moortypen im Rahmen des Umsetzungskonzeptes anhand von Geländebefunden zu Topographie, Vegetationstypen und sonstigen Indizien präzisiert oder modifiziert.

Die Ergebnisse sind in Tabelle bzw. Text und Karte darzustellen. Die Erfassungsuntergrenze liegt im Maßstab 1: 25.000 bei 4 mm Seitenlänge. Eine schematische Abgrenzung und selektive Darstellung der wesentlichen Typen ist i. d. R. ausreichend.

2.1.2 Fachliche Grundlagen

Die vorliegende Typisierung der Niedermoore anhand von Mineralstoff- und Wasserregime baut auf einem Vorschlag von JOOSTEN & CLARKE (2002) auf. Sie wurde in ähnlicher Form bei der Erarbeitung des österreichischen Moorschutzkatalogs angewandt (STEINER 1992).

Zur Gliederung von Mooren existieren verschiedenste Klassifikationssysteme, wobei das Spektrum von einfachen Ansätzen, z. B. nach dem Elektrolytgehalt, bis zu komplexen, zahlreiche Kriterien integrierenden Systemen reicht. Einen zusammenfassenden Überblick über verschiedene Gliederungssysteme gibt GROSSE-BRAUCKMANN (1962, siehe Anhang Tabelle 34, S.113). Bei der hier dargestellten Gliederung wird in erster Linie auf das Mineralstoffregime zurückgegriffen. Eine weitere Untergliederung erfolgt nach dem Wasserregime (Kapitel C 2.2, S. 64) sowie nach Trophie und Säure-Basenstufe (siehe Kapitel C 2.3, S. 73).

¹² Auf Ebene des Moorentwicklungskonzeptes dienen Moortypen zur bayernweiten Bilanzierung und Bewertung (international bis lokal bedeutsam) und damit zur Festsetzung von landesweiten Prioritäten (Liste der Moorhandlungsschwerpunkte).

Mineralstoffregime: Nach dem Mineralstoffregime, das von der Herkunft des Wassers bestimmt wird, sind die beiden Hauptgruppen der ombrogenen Hoch- bzw. Regenwassermoore und der minerogenen Niedermoore sowie die dazwischen liegenden Übergangsmoore zu unterscheiden.¹³ Quell- und Überflutungsmoore nehmen hinsichtlich des Mineralstoffregimes innerhalb der Niedermoore eine Sonderstellung ein.

Wasserregime: Beim Wasserregime, das in erster Linie durch die Wasserströmung im Torfkörper bestimmt ist, werden folgende Typen definiert: bei nicht oder sehr schwach geneigtem Grundwasserspiegel besteht i. d. R. Verlandungs- oder Versumpfungswasserregime, bei geneigtem Grundwasserspiegel oder bei Quellwasserzufluss liegt Durchströmungs- oder Überrieselungswasserregime vor (siehe Kap.C 2.2.3, S. 67).

Der **hydrologische Moortyp** ergibt sich aus der Merkmalskombination von Mineralstoff- und Wasserregime. Für eine aussagekräftige Kennzeichnung müssen die ökologisch relevanten Parameter **Säure-Basenstufe und Trophie** zusätzlich einbezogen werden (vgl. STEINER 1992).

2.1.3 Die hydrologischen Moortypen Bayerns

(1) Regenwassermoore¹⁴

Die Grenzziehung zwischen Regenwassermooren (Hochmoor) und Übergangs- bzw. Niedermooren erfolgt über die Vegetation und den pH-Wert. Regenwassermoore unterscheiden sich von Übergangs- und Niedermooren dadurch, dass sie in den oberen Torfhorizonten ausschließlich von Niederschlagswasser gespeist werden. Daher treten Mineralbodenwasserzeiger nicht auf (vgl. ALETSEE 1967, DU RIETZ 1954, KAULE 1974), der pH-Wert ombrotropher Moore liegt zwischen pH 2.6 und pH 4.4 (DIERSSEN & DIERSSEN 1984, FRANKL 1996, GIES 1972, HÖLZER 1977, PFADENHAUER & AL. 2000, POSCHLOD 1990, WAGNER & AL. 2000, WAGNER 2000). Voraussetzung für die Entwicklung von Regenwassermooren ist, dass kein Mineralstoffeintrag, z. B. durch Überschwemmung, stattfindet.

Das Wasserregime der Regenwassermoore kann als Verlandungs- (dystrophe Moorseen und Schwinggrasen), Versumpfungs- oder als Durchströmungsregime – bei stärkerer Neigung und dann oft mit höhenlinienparallelen Schlenken – entwickelt sein. JOOSTEN & CLARKE (2002) nennen darüber hinaus ombrotrophe Überrieselungsmoore, die im Bereich von Deckenmooren (blanket bogs), einem atlantisch verbreiteten Moortyp, vorkommen. Ausgeprägter, d. h. auch in Trockenzeiten andauernder Oberflächenwasserabfluss tritt in bayerischen Hoch- bzw. Regenwassermooren als flächiger Moortyp nicht auf. Am ehesten entsprechen die so genannten Erosionskomplexe

Tabelle 19: Übersicht der hydrologischen Moortypen Bayerns (in Anlehnung an JOOSTEN & CLARKE 2002:31).

Hydrologischer Moortyp					
Mineralstoffregime \ Wasserregime		Verlandung (vl)	Versumpfung (vs)	Durchströmung (ds)	Überrieselung (ür)
		Regenwassermoor (RM) ombrogen	Verlandungs-Regenwassermoor	Versumpfungs-Regenwassermoor	Durchströmungs-Regenwassermoor
Übergangsmoor (ÜM) ombrominerogen	Verlandungs-Übergangsmoor	Versumpfungs-Übergangsmoor	Durchströmungs-Übergangsmoor		
Niedermoor (NM) minerogen (soli-/pedogen)	Verlandungs-Niedermoor	Versumpfungs-Niedermoor	Durchströmungs-Niedermoor		
Quellmoor (QM) lithogen	Verlandungs-Quellmoor		Durchströmungs-Quellmoor	Überrieselungs-Quellmoor	
Überflutungsmoor (ÜfM) fluviogen überprägt	Tal-Überflutungsmoor				
		Hang-Überflutungsmoor			

¹³ Übergangsmoore können zwar, wie es in der Literatur zum Teil geschieht, den Niedermooren zugeordnet werden. Hiergegen sprechen aber ihr eigenständiger floristisch-vegetationskundlicher und standörtlicher Charakter. Zum anderen wären die Moortypen nicht kompatibel zu bestehenden Klassifikationssystemen (z. B. Biotopkartierung, Historische Moorkarte, FFH-Lebensraumtypen, geologische und bodenkundliche Moorgliederung).

¹⁴ Regenwasser- bzw. Hochmoore werden im „Leitfaden Hochmoorrenaturierung“ (LfU 2002) behandelt und hier nur aus Gründen der Abgrenzung aufgeführt.

(vgl. KAULE 1974) diesem Wasserregimetryp, aber auch hier ist Überrieselung an Zeiten mit höherem Niederschlag gebunden.

(2) Übergangsmoore

Übergangsmoore sind durch das gleichzeitige Auftreten von minerotraphenten Arten der Niedermoores und ombrotrophenten Arten der Regenwassermoores gekennzeichnet.

Ursache: Bei hoher Schneelage im Winter wird der Schwinggras unter Wasser gedrückt, so dass sich der Torfkörper mit Mineralstoffen voll saugen kann. Diese Nährstoffversorgung ermöglicht ein Überdauern von Niedermoorpflanzen.

Übergangsmoore finden sich mit **Verlandungsregime**, z. B. als Schwingmoorbildung an sauer-mesotrophen Gewässern, mit **Versumpfungs-**

Entstehung	Entwicklung aus oligo- bis mesotrophen Niedermoores, die partiell aus dem Einflussbereich des mineralischen Grundwassers aufwachsen
Wasserstufen	sehr nass bis mäßig nass
Mineralstoffe	minerogen mit Übergang ombrogen; oligotroph bis mesotroph
Vegetation	Kombination von Arten der Regenwassermoores (<i>Sphagnion magellanicum</i>) und Arten oligo- bis mesotropher Niedermoores: Kleinseggenriede (<i>Caricion fuscae</i> , <i>Caricion davallianae</i>), Fadenseggenriede (<i>Caricion lasiocarpae</i>), Moorbüschel (<i>Carici lasiocarpae-Pinion sylvestris</i>), eutraphente Arten nur von untergeordneter Bedeutung
Wasserregimetypen	Verlandungs-, Versumpfungs- und Durchströmungsregime

Übergangsmoore werden aufgrund ihrer heterogenen Artenzusammensetzung sehr unterschiedlich behandelt. In der Biotopkartierung werden sie zusammen mit den Regenwassermoores erfasst. In den Lebensraumtypen nach Anhang 1 der FFH-Richtlinie bilden sie zusammen mit Schwinggrasmooren einen eigenständigen Typ. DIERSEN & DIERSEN (2001) ordnen die Übergangsmoore wegen ihrer Bindung an Mineralbodenwasser den basenarmen Niedermoores zu. Da die basenreicheren (subneutralen) Typen hierin nicht enthalten wären und die Übergangsmoore gerade wegen ihrer hydrologisch-trophischen Eigenschaften und ihrer Flora einen zum Verständnis der Moorgenese wichtigen Moortyp darstellen, dessen Eigenschaften sich mit keinem der anderen Typen abbilden lassen, sollten sie als eigenständiger Typ neben den Niedermoores und Regenwassermoores behandelt werden. Der zum Teil synonym geführte Zwischenmoorbegriff sollte ausgehend vom sehr unterschiedlichen Gebrauch (floristisch, genetisch, geographisch, Nährstoffhaushaltlich) zur Vermeidung von Missverständnissen besser nicht, falls doch nur nach vorheriger Definition verwendet werden.

Aus floristischer Sicht handelt es sich insbesondere bei den nassen Ausbildungen der Übergangsmoore um sehr wertvolle Lebensräume, die eine Vielzahl oft hochgradig gefährdeter Arten aufweisen können. So liegen hier z. B. Schwerpunkt vorkommen der vom Aussterben bedrohten Heidelbeerweide (*Salix myrtilloides*) oder das letzte Vorkommen der Moorbinsen (*Juncus stygius*); auch der Moorsteinbrech (*Saxifraga hirculus*) kam zuletzt im Bereich eines Übergangsmoor-Komplexes vor.

Sofern kein dauerhafter Mineralstoffnachschub gewährleistet ist, können sich Übergangsmoore bei Niederschlagsüberschuss zu Regenwassermoores entwickeln. Damit geht eine floristische Verarmung einher. Bei hoher Nässe werden Bultarten der Regenwassermoores begünstigt, auf nur mäßig nassen Standorten kann die Entwicklung von Heidestadien einsetzen. Wie moorstratigraphische Untersuchungen zeigen, können Übergangsmoore aber auch in Regionen mit starker Neigung zur Regenwassermoorbildung über lange Zeiträume im ombrominerotrophen Stadium verharren. Als Ursache kommen meist Grundwasseranstieg oder Flussbettaufrhöhung mit gelegentlicher Überschwemmung in Betracht. STEINER (1992) nennt für Schwinggras, die dem Seewasserregime bereits entwachsen sind, eine weitere

regime, z. B. nach Seenverlandung und Aufwachsen des Torfkörpers über den Mineralbodenwasserspiegel, und bei geneigter Mooroberfläche mit **Durchströmungsregime**. Außerhalb der ombrogenen Region bilden Übergangsmoore ein Endstadium der Moorentwicklung, die Weiterentwicklung zum Regenwassermoor ist aus klimatischen Gründen nicht möglich (z. B. ALETSEE 1967, OVERBECK 1975, DIERSEN & DIERSEN 2001).

Die starke Gefährdung der Übergangsmoore resultiert auch aus der natürlichen Tendenz zur Versauerung und Basenverarmung, die zur Entwicklung von Regenwassermoores führt. Dieser Prozess kann durch Entwässerung und die damit verbundene Verminderung der Mineralstoffzufuhr

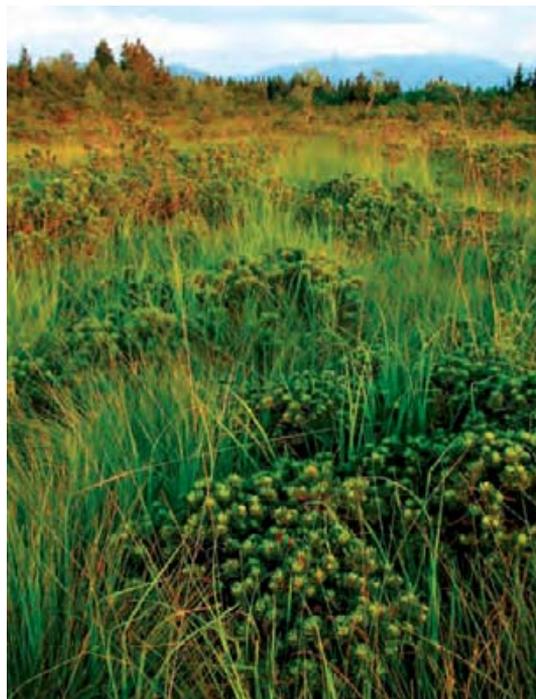


Abbildung 48: Artenreiches, subneutrales, oligo- bis mesotrophes Durchströmungs-Übergangsmoor (Tannenbachfilz, GAP). Kennzeichnend ist das gemeinsame Auftreten von Arten der Regenwassermoores (*Sphagnion magellanicum*) und der Niedermoores (*Caricion davallianae*, *Caricion lasiocarpae*).



Abbildung 49: Heidebeere (*Salix myrtilloides*). Die Wuchsorte der bundesweit vom Aussterben bedrohten Art liegen überwiegend in schwach sauren bis subneutralen, oligo- bis mesotrophen, nassen Übergangsmooren.

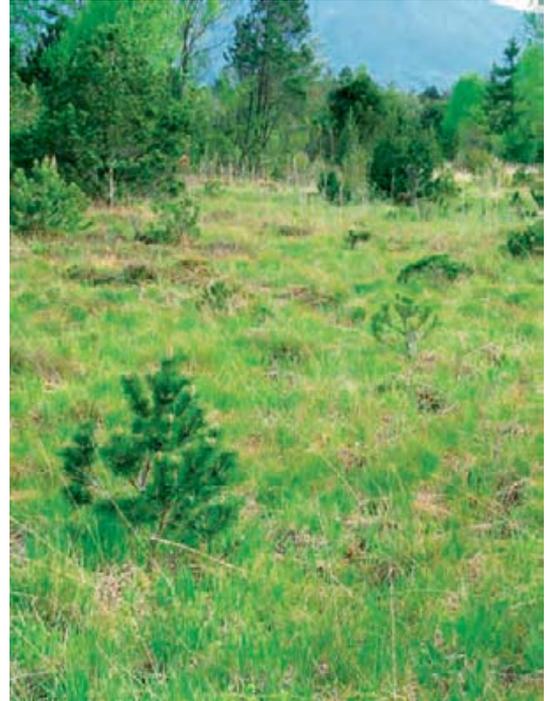


Abbildung 50: Oligo- bis mesotrophes Versumpfungs-Übergangsmoor mit Tendenz zur Verheidung (Rothenrainer Moore, TÖL).

verstärkt werden. Die ursprünglichen Entstehungsmöglichkeiten von Übergangsmooren durch Transgression (seitliches Wachstum) im Bereich von Moor-Mineralbodengrenzen sind heute durch harte Nutzungsgradienten weitgehend unterbunden. Nur noch selten bestehen intakte Übergänge und damit Möglichkeiten für eine naturgemäße Entwicklung. Weitere Voraussetzungen, wie phasenweise stattfindende Mineralstoffeinträge durch Überschwemmungen, wurden durch Gewässerregulierungen vielfach unterbunden. Aktuelle Bestrebungen, die Ausuferung der Fließgewässer zu fördern, können aufgrund der erhöhten Frachten an nährstoffreichen Sedimenten mit erheblichen Eutrophierungsgefahren verbunden sein. Dies hat z. B. das Pfingsthochwasser 1999 gezeigt, bei dem die Ablagerung nährstoffreicher Feinsedimente innerhalb von nur drei Jahren gebietsweise zur Förderung des Artenspektrums eutropher Nassstandorte geführt hat.

(3) Niedermoore

Als Niedermoore im engeren Sinn werden Moore bezeichnet, deren Mineralstoffhaushalt vornehmlich durch Wasser des oberen Grundwasserleiters geprägt ist (soli-/pedogenes Wasser¹⁵) und die keine Mineralstoff-Versorgung aus einem tieferen Grundwasserleiter oder durch Überschwemmungen erhalten.

¹⁵ griech. pedon: Grund, Boden, Erde; lat. solum: Boden; beide in der moorkundlichen Literatur zur Kennzeichnung mineralischer Standorte verwendeten Begriffe umfassen - streng genommen - aber auch Hochmoortorfe. Der Begriff „soligen“ sollte aufgrund des sehr unterschiedlichen Gebrauchs nicht verwendet werden.

Entstehung	durch mineralstoffreiches Grundwasser geprägte Moore
Wasserstufen	stark variierend: von ganzjährig hoch anstehend bis zeitweise stark absinkend
Mineralstoffversorgung	durch Mineralstoffe des Torfkörpers oder durch zuströmendes Mineralbodenwasser, oligo- bis eutroph
Vegetation	Kleinseggenriede (<i>Caricion fuscae</i> , <i>Caricion davallianae</i>), Großseggenriede (<i>Magnocaricion</i>), Röhrichte (<i>Phragmites</i>), Nasswiesen (<i>Calthion</i>), Moor- und Bruchwälder (<i>Alnion</i> , <i>Caricion lasiocarpae</i> - <i>Pinion sylvestris</i>)
Wasserregimetypen	Verlandungs-, Versumpfungs- und Durchströmungsregime
Gefährdungsursachen	Entwässerung und Eutrophierung

Verlandungs-Niedermoore treten an oligo- bis eutrophen Stillgewässern auf, wobei oligotrophe Verlandungs-Niedermoore wegen zunehmender Eutrophierung auf extensiv oder nicht genutzte Geländesituationen beschränkt sind. Als initiale Moorbildungen sind sie durch einen dauerhaft hohen Wasserstand gekennzeichnet.

Verlandungsmoore eutropher Gewässer werden hauptsächlich von Schilfröhrichten (*Phragmites*) und produktiven Großseggenrieden (*Magnocaricion*) aufgebaut. Demgegenüber sind nährstoffärmere Gewässer durch mesotrophente Ausbildungen von Großseggenrieden und durch oft torfmooresreiche Fadenseggenriede (*Magnocaricion*, *Caricion lasiocarpae*) gekennzeichnet.



Abbildung 51: Zonation meso- bis eutrophes Verlandungs-Niedermoor – mesotrophes Versumpfungs-Niedermoor (Moore um den Barmsee, GAP)

Bei weiterer Moorgenese werden Verlandungs-Niedermoore von Versumpfungs-Niedermooren oder von Übergangsmooren abgelöst, die in der Zonation landeinwärts folgen. (Abbildung 51 und Abbildung 52).

Bei Verlandungs-Niedermooren ist besonders auf Wasserspiegelabsenkungen und auf mögliche anthropogene Ursachen hoher Nährstoffniveaus zu achten.

Versumpfungs-Niedermoore entstehen bei hohen Grundwasserständen im Bereich nicht oder kaum geneigter Lagen. Entstehungsursache ist häufig ein allgemeiner Grundwasseranstieg z.B. durch Eigenstau des Torfkörpers, tektonische Senkung oder Flussbettaufhöhung. Sekundär bilden sie sich als Sukzessionsstadien von Verlandungs-Nieder- und -Quellmooren (s. Abbildung 51 und Abbildung 52). Großflächig waren Versumpfungs-Niedermoore in den Beckenlandschaften des Norddeutschen Tieflands (SCHOPP-GUTH 1999) verbreitet.



Abbildung 52: Sehr nasses, subneutral-mesotrophes Verlandungs-Nieder- und Übergangsmoor (Moore östlich Sinnesbrunn, Tirol). In der Zonation folgen ein sauer-mesotrophes Versumpfungs-Übergangsmoor, und ein Versumpfungs-Regenwassermoor.

Die Nährstoffversorgung erfolgt in erster Linie durch Fremdwasserzufluss. Aufgrund der geringen Neigung und der Lage in Geländesenken werden Versumpfungs-Niedermoore bei Starkniederschlägen oder bei Schneeschmelze in der Regel überstaut. In Abhängigkeit von Stoffeinträgen und Ausgangssituation handelt es sich um oligo- bis eutrophe Moore. Bei hohem Niederschlagsüberschuss besteht die Tendenz zur De-



Abbildung 53: Meso- bis eutrophes Versumpfungs-Niedermoor (Schlechtenwiesen, Murnauer Moos, GAP). Nach Starkniederschlägen sind große Bereiche überstaut.

trophierung, so dass sich selbst in Gebieten mit kalkreichen Ausgangsgesteinen Übergangs- und darauf folgend Hoch- bzw. Regenwassermoore entwickeln können. Aufgrund der breiten Wasser- und Nährstoffamplitude tritt in Versumpfungs-Niedermooren mit Ausnahme typischer Quellmoorvegetation fast das gesamte Spektrum an Niedermoorgesellschaften auf.

Durchströmungs-Niedermoore sind durch eine geneigte Mooroberfläche und durch zumindest zeitweise Strömung von mineralstoffhaltigem Wasser gekennzeichnet. Sie entwickeln sich z. B. im Umfeld von Quellmooren und als Sukzessionsstadium nach Aufwachsen der Torfe bei nachlassendem Quellwassereinfluss, am Rand von Überflutungsmooren oder durch Moortransgression in Hanglagen. Durch Ausfilterung im Torf nehmen die Nährstoffgehalte mit zunehmender Entfernung von mineralischen Böden in der Regel ab. Damit erhöht sich in Gebieten mit Niederschlagsüberschuss die Tendenz zur Entwicklung



Abbildung 54: Kalkhaltig-oligo- bis mesotrophes Durchströmungs-Niedermoor in der Moränenlandschaft (Bayersoiener Moorlandschaft, GAP).

von Übergangs- und Regenwassermooren. Der Verbreitungsschwerpunkt großflächiger Durchströmungs-Niedermoore liegt bzw. lag in Bayern im Alpenvorland bis zur Donau. Während die ausgedehnten Vorkommen auf den Isar-Inn-Schotterplatten und im Niederbayerischen Hügelland zum großen Teil zerstört sind, sind im Alpenvorland, im Alpenraum und in den Mittelgebirgen (Fichtelgebirge, Bayerischer Wald) noch heute weitgehend ungestörte oder regenerationsfähige Durchströmungs-Niedermoore erhalten geblieben.

Im Rahmen von Umsetzungskonzepten muss Entwässerungseinrichtungen senkrecht zur Durchströmungsrichtung ein besonderes Augenmerk gelten. Von ihnen geht eine grundlegende Störung aller unterstromig gelegenen Moorteile aus (Verkleinerung des Wassereinzugsgebiets, vgl. Wasserhaushaltsgleichung Abbildung 63, S. 64).

(4) Quellmoore

Quellmoore werden durch mineralstoffreiches Wasser gespeist, das aus einem tiefer gelegenen Grundwasserstockwerk stammt (lithogenes Wasser). Dadurch besitzen Quellmoore häufig große, nicht allein über die Topographie abgrenzbare Wassereinzugsgebiete. Der Quellwasserzustrom bedingt eine permanente Wasserbewegung, so dass Quellmoore in jedem Fall durchströmt werden.

Entstehung	durch Quellwasserzustrom aus einem zweiten Grundwasserstockwerk geprägte Moore
Wasserstufen/-regime	ganzjährig hoch anstehend, Durchströmungs- oder Verlandungsregime
Mineralstoffversorgung	durch aus Locker- oder Festgesteinsschichten gelöste Mineralstoffe, natürlicherweise oligo- bis mesotroph; je nach Einzugsgebiet geringer oder hoher Kalkreichtum
Vegetation	Initial oligotrophente Quellfluren saurer (Cardamino-Montion) oder kalkhaltiger Standorte (Cratoneurion commutati), Kleinseggenriede (Caricion fuscae, Caricion davallianae), Großseggenriede (Magnocaricion, insb. Schneidbinsen- und Steifseggenried)
Gefährdung	sehr empfindlich gegenüber Entwässerung und Eutrophierung im Einzugsgebiet

Verlandungs- und Überrieselungs-Quellmoore, als frühe Entwicklungsstadien der Moorgenese, sind durch dauerhaften oberflächlichen Wasserabfluss gekennzeichnet. Besonders in Gebieten mit kalkreichen Ausgangsgesteinen heben sich Quellmoore durch ihre Vegetation meist deutlich von der Umgebung ab (z. B. geringere Produktivität, Basenzeiger).

Nur Moore, bei denen Quellwassereinfluss sicher über Vegetation, hydrologische Merkmale (Wasserqualität, Wasserüberschuss) oder sonstige Indizien nachzuweisen ist, sollten als Quellmoore angesprochen werden. Nach Entwässerung ergeben sich Hinweise häufig nur noch aus Fanggräben, Trinkwasserbrunnen, aus der Wasserqualität und Vegetation der Gräben (z. B. Klarwasser mit Trockenzeitenabfluss, abweichender pH- und Leitfähigkeitswert), aus der Geländestruktur (Buckelrelief, Kalktuffablagerungen), über Makrofossilien (z. B. Schneckengehäuse) oder aus historischen Unterlagen.

Verlandungs-Quellmoore entstehen durch Verlandung von Quellseen oder Quellbächen. Mit dem Aufwachsen des Torfkörpers steigt bei artesisch gespanntem Grundwasser auch der Was-



Abbildung 55: Verlandungs- und Durchströmungs-Quellmoor mit diffusem Abfluss (Murnauer Moos, GAP).

serspiegel von Quellseen.¹⁶ Dadurch, dass das Wasser ohne Abfluss, z. B. in einem Rohr, über Flur steigen würde, beginnen solche Moore natürlicherweise erst dann zu verlanden, wenn die Torfmächtigkeit die auf Grund des Wasserdrucks erreichbare Wassersäule übersteigt. Bei Verlandungs-Quellmooren strömt das überschüssige Quellwasser entweder als konzentriertes Gerinne oder über reich verästelte Rinnensysteme an der Oberfläche ab (siehe Abb. 55). Bei durchlässigen Torfen findet häufig auch eine Durchströmung angrenzender Bereiche statt, was an der für Quellmoore typ. Vegetation abzulesen ist.

Kennzeichnend sind Arten saurer oder kalkhaltig-oligotropher Quellen und Wasserpflanzengesellschaften (*Nymphaeion albae*, *Charion fragilis*, *Charion vulgaris*, *Cardamino-Montion*, *Cratoneurion commutati*). Im kalkreichen Milieu siedeln Verlandungsgesellschaften wie *Schneidried-Röhricht* (*Cladietum marisci*), Groß- oder Fadenseggenriede in Ausbildung mit *Characeen* oder *Skorpionsmoos*. Charakteristisch für spätere Sukzessionsstadien vor allem in Südbayern ist die Gesellschaft der Schwarzen Kopfbins gefolgt vom Mehlprimel-Kopfbinsenried in seinen oligotraphenten Ausbildungen (zur Sukzessionsfolge vgl. ZOBRI 1935). Durchströmungs-Quellmoore saurer Standorte heben sich hinsichtlich ihrer Vegetation zum Teil kaum von anderen sauren Niedermoorarten ab. Im Zweifelsfall sind sie als Durchströmungs-Niedermoores anzusprechen.

Überrieselungs-Quellmoore bilden sich in Hanglagen oder im Bereich leicht geneigter Ebenen bei starkem Wasserandrang oder geringer Durchlässigkeit der Torfe (Abbildung 56). Hydrologisch intakte Überrieselungs-Quellmoore sind

¹⁶ Ursache hierfür ist ein gespannter, unter dem Moorkörper befindlicher Grundwasserleiter, der durch den Torf oder wenig wasserdurchlässige Schichten (z. B. Seeton) überschirmt wird und deshalb oder aufgrund einer Verjüngung im Abflussquerschnitt (z. B. Talverengung) unter Druck steht. An stärker durchlässigen Stellen (z. B. Kieslinsen) kann das Wasser aufsteigen und tritt in Form von sog. Druckquellen an der Oberfläche aus.

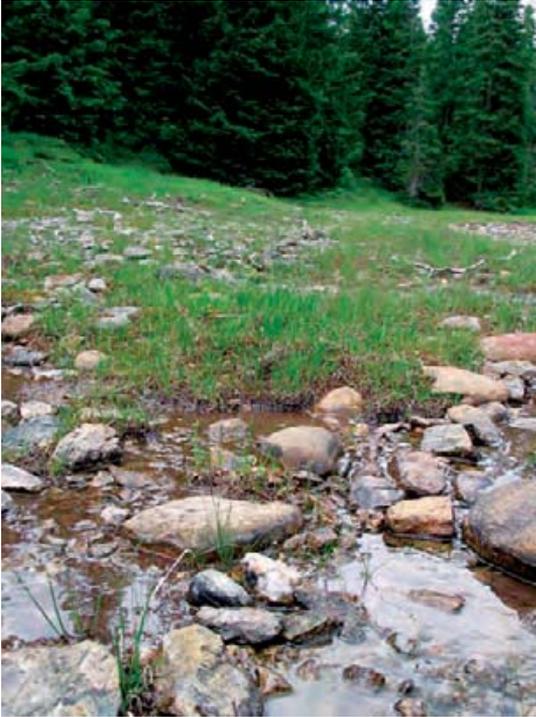


Abbildung 56: Initiales Überrieselungs-Quellmoor (QM ür ol). Durch das Zusammen- und Aufwachsen der Kleinstmoore können sich Durchströmungs-Quellmoore bilden (Tarrenz, Tirol).



Abbildung 57: Durchströmungs-Quellmoor mit mäandrierendem Quellbach (QM ds ol). (Im Hintergrund Quelltrichter, am rechten Bildrand Durchströmungs-Übergangsmoor; Tarrenz, Tirol).

selten. Repräsentative Beispiele finden sich im Alpenraum und in den Mittelgebirgen (Abbildungen 73 und 74, S. 73). Hier sind stellenweise auch heute noch die Voraussetzungen für die Entstehung dieses für den Artenschutz bedeutsamen (*Carex microglochin*, *Sedum villosum*) und sehr bedrohten Moortyps gegeben.

Überrieselungs-Quellmoore reagieren auf Eingriffe in den Wasserhaushalt sehr empfindlich; sie können bereits durch kleinere Gräben irreversibel zerstört werden.

Durchströmungs-Quellmoore: Hohe Durchlässigkeit der Torfe oder ein starkes Aufwachsen führen im Lauf der Entwicklung von Quellmooren dazu, dass das Quellwasser an Einfluss auf die Mooroberfläche verliert und sich ein Wasserabfluss innerhalb des Moorkörpers einstellt. In der weiteren Moorentwicklung können Übergangs- und Regenwassermoore folgen (siehe Abbildung 57).

Aus internationaler Sicht bedeutsame Komplexe von Durchströmungs- und Verlandungs-Quellmooren liegen zum Beispiel in den zentralen Teilen des Murnauer Mooses, im Osterseegebiet oder im Bereich Eggstett-Hemhofen. Großflächig verbreitet war dieser Moortyp am Nordrand der nur schwach geneigten Münchener Schotterebene. Hier nimmt die Mächtigkeit der Schotterpakete ab, so dass das über der tertiären Flinzdecke fließende Grundwasser großflächig austritt bzw. austrat (Erdinger, Dachauer Moos vgl. JERZ 1993). Von den einst ausgedehnten Quellmooren zeugen heute nur noch letzte stark degradierte Reste wie das Naturschutzgebiet Viehlaßmoos oder die heute versiegten Quellen am Gfällach-Ursprung im Erdinger Moos.

Bei Quellmooren ist besonderes Augenmerk auf Eingriffe in den Wasserhaushalt des weiteren Einzugsgebietes zu legen. Wegen ihrer Abhängigkeit von Quellwasserzufluss reagieren sie auch auf Eingriffe in ihrem hydrologischen Einzugsgebiet. Bereits geringfügige Verminderungen der Quellschüttung können wegen der geringeren Mineralstoffzufuhr und der Absenkung des Wasserspiegels zu einer oberflächennahen Basenverarmung und damit Versauerung führen. Damit ist in der Regel ein Rückgang wertgebender Arten verbunden (z. B. *Liparis loeselii*). Auf weitere Auswirkungen wird in Kapitel C3.3 (S. 90) eingegangen.

(5) Überflutungsmoore

Moore, die durch häufigeren, natürlichen Sediimenteintrag überprägt sind, werden als Überflutungsmoore bezeichnet. Dabei tragen Überflutungsereignisse nicht zur Torfbildung bei, vielmehr überlagern bzw. unterbrechen sie die ursprüngliche Torfbildung. Bei regelmäßigem Mineralstoffeintrag entstehen keine Moor-, sondern Auenböden (Abbildung 58). Bei hoher Reliefenergie, insbesondere bei Mooren des Alpenraums, kann auch Überschotterung durch Muren oder durch feststoffreichen Abfluss auftreten (**Hang-Überflutungsmoor**, Abbildung 59, S. 62). Die Moorbildung kann dadurch längerfristig unterbrochen oder vollständig zum Erliegen gebracht werden.

Die Nährstoffgehalte der eingetragenen Sedimente bestimmen die Trophie der Überflutungsmoore. Bei hohen Nährstofffrachten, wie sie natürlicherweise an den Unterläufen von Fließgewässern, aber auch durch anthropogene Belastungen gege-

Entstehung und Sukzession	Durch regelmäßige Überflutung; im Gebirge auch durch Muren und Überschotterung
Wasserstufen/-regime	Meist stärker schwankend
Mineralstoffversorgung	Feststoffeinträge durch Sedimentation, an Oberläufen oligo- bis mesotroph, an Unterläufen eutroph; i. d. R. basenreich
Vegetation	in Abhängigkeit von Gewässergüte oligo- bis polytraphente Pflanzengesellschaften
Gefährdungsursachen	Fließgewässerausbau, Eutrophierung



Abbildung 58: Beispiel für Auelehbildung im Bereich eines Überflutungsmoores an der Ach (Staffelsee Becken, GAP).

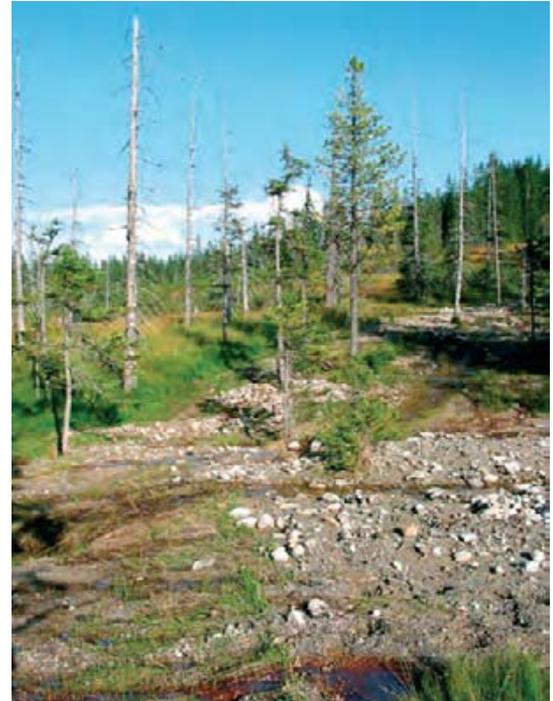


Abbildung 59: Durch einen Bergbach frisch überschottertes Quellmoor (Hang-Überflutungsmoor, Siebenmöser, Tirol).



Abbildung 60: Beispiel für die Abgrenzung hydrologischer Moortypen mit Angabe der Trophiestufe. Komplex von oligo- bis mesotrophen Durchströmungs- und Versumpfungs-Niedermoores (NM ds, NM vs), Regenwasser-, Überflutungs- und Quellmooren (RM, ÜfM, QM) im Staffelsee Becken (GAP).



Abbildung 61: Pulvermoos bei Normalwasserstand der Ammer. Der Überflutungsbereich erstreckt sich bis zu dem im Hintergrund gelegenen, schwach mit Mineralbodenwasserzeigern durchsetzten Regenwassermoor. Die alte Ammerschlinge (links) markiert den ehemaligen Lauf, der Gehölzsaum im Vordergrund zeigt den heutigen Lauf (Pulvermoos, GAP).



Abbildung 62: Überschwemmungsbereich beim Pfingsthochwasser 1999. Im Hintergrund ein schwach mit MBWZ durchsetztes Regenwassermoor, das nicht überschwemmt wurde (Pulvermoos, GAP).

ben sind, treten Schilfröhrichte, Hochstaudenfluren oder Großseggenriede mit eutraphenten Arten in den Vordergrund. Handelt es sich um nährstoffarme Sedimente, wie sie natürlicherweise an den Oberläufen von Fließgewässern auftreten, sind auch weniger produktive Pflanzengesellschaften, dann häufig mit besonders schutzbedürftigen Arten, vertreten (z. B. Pfeifengraswiesen, Kleinseggenriede, Großseggenriede mit Arten nährstoffarmer Standorte, siehe Abbildung 61).

Während kleinere Flüsse und Bäche an ihren Oberläufen noch häufiger intakte Zonationen mit nährstoffarmen Überflutungsmoorstandorten aufweisen, beschränken sich trophisch intakte Überflutungsmoore auf wenige Beispiele an den großen alpinen Flüssen, wie z. B. Ammer, Loisach oder ansatzweise Tiroler Achen.

Die Situation beim Pfingsthochwasser 1999 hat gezeigt, dass bis auf Hoch- bzw. Regenwassermoore

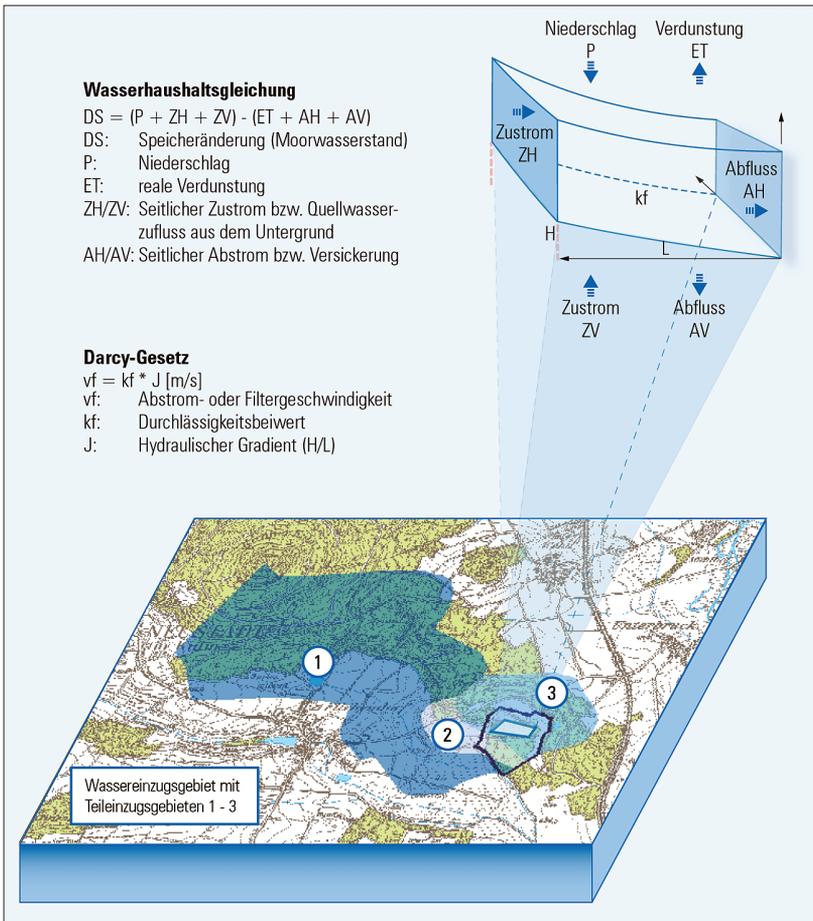


Abbildung 63: Wasserhaushaltsgleichung und Darcy-Gesetz

praktisch alle Tallagen-Moore und Moore in Senkenlage überflutet wurden (Abbildung 62, S. 63) und dabei auch beträchtliche Feststoffeinträge erfolgten. Als Überflutungsmoor sollten aber nur Moore bezeichnet werden, die durch regelmäßigen Sedimenteintrag überprägt werden. In Zweifelsfällen sollte immer der hydrologische Grundtyp mit dem Hinweis auf mögliche Überflutung angegeben werden (z. B. Versumpfungs-Niedermoor, sporadisch überflutet).

Für die im Rahmen der Gewässerstrukturkartierung bayernweit bewerteten Fließgewässer (I. und II. Ordnung) wurden von Seiten der Wasserwirtschaftsämter die regelmäßig überschwemmten Bereiche abgegrenzt. Bei kleineren Fließgewässern ist der Überflutungsbereich vom Bearbeiter abzugrenzen. Die Grundlage der Abgrenzung bilden u. a. floristisch-vegetationskundliche und bodenkundliche Befunde (Torf-Schluff-Wechsellaagen), Höhenlinienkarten, aktuelle Beobachtungen zum Hochwassergeschehen (Anlandungen, Treibgut) und Informationen von Gebietskennern.

Fließgewässer-Renaturierungsvorhaben, die Moore allein als Retentionsraum betrachten, bergen die Gefahr einer Schädigung nährstoffarmer Moore. Denn ein verändertes Überschwemmungsverhalten kann zur Eutrophierung bislang oligo- und mesotropher Moore und damit zu einer Beeinträchtigung der Lebensraumfunktionen führen.

In jedem Fall erfordern Planungen zur Verbesserung des Retentionsvermögens von Überflu-

tungsmooren eine großräumige, über den zu renaturierenden Abschnitt und das Mooregebiet hinausgehende landschaftsökologische Betrachtung und eine Bewertung des Renaturierungsvorhabens im naturräumlichen Gesamtzusammenhang.

2.2 Moorwasserhaushalt

Eine zentrale Aufgabe bei der Erstellung von Entwicklungs- bzw. Umsetzungskonzepten liegt in der Beurteilung der wasserhaushaltlichen Veränderungen durch anthropogene Eingriffe und in der Benennung von Maßnahmen, die zu einer Wiederherstellung moortypischer Wasserverhältnisse führen. Voraussetzung hierfür ist eine hydrologische Gebietsanalyse, die mehrere Arbeitsschritte (s. u.) umfasst.

Grundlage zum Verständnis der hydrologischen Zusammenhänge und zur Beurteilung der Veränderungen des Wasserhaushalts ist die Wasserhaushaltsgleichung (vgl. Abbildung 63). Da bis auf das Niederschlagsgeschehen alle Elemente dieser Gleichung durch Eingriffe im Moor und seinem hydrologischen Einzugsgebiet verändert werden können, bildet diese Gleichung das Rüstzeug zur Beantwortung von im Rahmen von Renaturierungsplanungen zu lösender Fragen.

Die Grundlage für das Fließverhalten des Wassers im Moorkörper ist das Gesetz von Darcy, für

Eingriffe in den Wasserhaushalt eines Mooregebiets oder einer Teilfläche beliebiger Größe erstrecken sich auf das Zustromverhalten, das Abstromverhalten und die Verdunstung. Hierzu einige erläuternde Beispiele für Eingriffe: Veränderung des seitlichen Zustroms (ZH) durch Fanggraben im Oberhangbereich eines Durchströmungsmoores, abgeschwächter Quellwassertoß (ZV) durch Trinkwasserentnahme im Einzugsgebiet eines Quellmoores, Erhöhung des seitlichen Abflusses (AH) durch einen unterstromigen Entwässerungsgraben, Erhöhung des vertikalen Abflusses (AV) durch Druckabnahme bei gespanntem unterem Grundwasserleiter oder durch Abtorfung und geringer Resttorfmächtigkeit, Verminderung der Verdunstung (ET) durch Fichtenaufforstung oder vollständige Öffnung einer Fläche aufgrund der höheren Windgeschwindigkeit und stärkeren Besonnung.

Oberflächenabflüsse die Fließformel nach Manning-Strickler. Diese Formeln bilden im Falle von Wiedervernässungsplanungen oder Maßnahmen zur Fließgewässerrenaturierung den theoretischen Hintergrund (Literatur: HÖLTING 1984, LANGE & LECHER 1989).

2.2.1 Wassereinzugsgebiet

Das Wassereinzugsgebiet von Mooren und ihrer Teilflächen wird bei Planungen und in der Praxis vielfach nicht ausreichend berücksichtigt. Die Berücksichtigung des Einzugsgebiets ist aber wichtig, weil die Ursachen hydrologischer und nährstoffhaushaltlicher Störungen auch außerhalb des Moores liegen können und bei allein moorbezogener Betrachtung gar nicht erkannt würden.

Besonders gut zu erkennen ist die Beziehung zwischen Moor und Einzugsgebiet bei stark geneigten Mooren. Aber auch bei schwacher

Zweck:	Erfassung der hydrologischen und nährstoffhaushaltlichen Beziehungen innerhalb des Moors sowie zwischen Moor und Moorumbfeld zur Darstellung und Bewertung von Veränderungen und zur Auswahl möglicher Sanierungsvarianten
Methode:	Abgrenzung der Wasserscheiden über Falllinienkonstruktion und Darstellung der Hauptwasserströme (s. u.)
Produkt:	Karte des Einzugsgebiets mit Untergliederung in Teileinzugsgebiete, Darstellung der Hauptwasserströme. Einstufung der Einzugsgebiete nach ihrer hydrologischen Bedeutung für das Moor und des Anteils düngereicher Nutzungen in den Teileinzugsgebieten
Datenbasis:	Höhenlinien-Karten, Digitales Geländemodell, Geologische Karte. Unterstützend: Art und Weise der hydrologischen Eingriffe, floristisch-vegetationskundliche Befunde
Literatur:	Lehrbücher der Hydrologie und Hydrogeologie (z. B. HÖLTING 1984, DYCK & PESCHKE 1989)

Neigung existiert eine seitliche Wasserbewegung, die die Versickerung i. d. R. um ein Vielfaches übersteigt (vgl. GÖTTLICH 1990, SCHOUWENAARS 1994). Ursache hierfür ist die mit der Tiefe abnehmende Durchlässigkeit der Torfe oder sind die an der Moorbasis vorhandenen, wenig wasserundurchlässigen Ton-, Seeton- oder Muddeschichten. Da seitlicher Abfluss für die tiefer liegende Moorfläche Zustrom bedeutet, besitzt also jede Moorfläche mit Ausnahme derjenigen in Wasserscheidenlage ein spezifisches Einzugsgebiet. Bei Quellmooren tritt darüber hinaus Wasser aus einem tieferen Grundwasserleiter (2. Grundwasserstockwerk) hinzu. Bei solchen Mooren besteht eine besonders starke Abhängigkeit von der Situation im Einzugsgebiet.

Moor und Moorumbfeld bilden also den Betrachtungsraum der hydrologischen Gebietsanalyse. Dabei ist zwischen ober- und unterirdischem Einzugsgebiet, die oft nicht deckungsgleich sind, zu unterscheiden.

Oberirdische Einzugsgebiete sind formal anhand der Wasserscheiden, also anhand des Geländereiefs über Falllinienkonstruktion abzugrenzen. Abhängig von der topographischen Situation, insbesondere von der Lage der Wasserscheiden, ist dieses Gesamtgebiet i. d. R. weiter zu unterteilen, wobei an Hand des Reliefs (Rinnenstrukturen) erkennbare Hauptwasserströme in der Karte darzustellen sind. Im Ergebnis entstehen einzelne Mooregebiete mit ihren spezifischen Teileinzugsgebieten. Bis zu welchem Grad weitere Unterteilungsschritte notwendig sind, hängt insbesondere von der Komplexität des Mooregebiets und der Intensität der Eingriffe ab.

In vielen Fällen ermöglicht das so abgegrenzte Gebiet zusammen mit der Ermittlung grund- und stauwasser geprägter Böden und der Rekonstruktion des Fließgewässersystems bereits orientierende Aussagen über den natürlicherweise zu erwartenden Oberflächen- und Grundwasserzufluss bzw. lässt Bereiche mit besonderer Relevanz für die Planung erkennen (z. B. umgebende Talhänge und einmündende Täler). Detaillierte hydrogeologische Karten zur Verbreitung der für die hydrologische Analyse relevanten tieferen Grundwasserleiter und damit zur Abgrenzung des unterirdischen Einzugsgebiets liegen i. d. R. nicht vor. Indizien für die Beeinflus-

sung durch aufsteigendes oder seitlich zuströmendes Quellwasser oder für Qualmwasser-Andrang im Kontakt zu Fließgewässern ergeben sich vor allem anhand der Geologie, der Geländemorphologie, der floristisch-vegetationskundlichen Verhältnisse und durch historische Belege. Wichtige Erkenntnisse sind ferner aus der Art und Weise bestehender Entwässerungsmaßnahmen abzuleiten, weil diese i. d. R. sehr gezielt angelegt wurden (z. B. Fanggräben, Absenkung von Quelltrichtern, Quellauffassungen zur Trinkwasserentnahme).

2.2.2 Grundwasserstände und Wasserstufen

Zweck:	Erfassung der Grundwasserganglinien bzw. der Tiefstwasserstände. Eichung der Vegetation auf Grundwasserstufen. Monitoring.
Methode:	Pegelbeobachtung
Produkt:	Grundwasserstufen-Karte auf Basis der Vegetationskarte
Daten:	Bestandteil der Geländearbeiten, Klimadaten des DWD (http://www.dwd.de/de/FundE/Klima/KLIS/daten/stat-info/index.htm)
Literatur:	Grundwasserbeobachtung: HÖLTING (1984), Beschreibung einfacher Peilrohre: z. B. WARNE-GRÜTTNER (1990), LEDERBOGEN (2003). Einstufung der GW-Stände: AG BODENKUNDE (1982), BfGR (1995), KOSKA (2001). Feuchtestufen: ELLENBERG et al. (1991)

Grundwasserstandsmessungen gehören zumindest in einfacher Form zum Standardprogramm von Entwicklungs- bzw. Umsetzungskonzepten und sind Bestandteil von Monitoringprogrammen. Dabei dienen die Erhebungen u. a. zur Eichung der Vegetation auf bestimmte Grundwasserstufen (s. u.). Im weiteren Arbeitsverlauf können dann die punktuell gewonnenen Daten zum Moorwasserstand über die Vegetation in die Fläche übertragen und Schätzungen zur Torfbildungs- bzw. Mineralisationsrate abgeleitet werden. Die Auswahl der Grundwasser-Beobachtungsstellen ist deshalb auf die Vegetationsverhältnisse des Gebiets abzustimmen. Sofern an den Messstellen keine Vegetationsaufnahmen erfolgen, sollte zumindest eine aussagekräftige Charakterisierung (Vegetationstyp und Indikatorarten) der Vegetation erfolgen. Grundwasserstandsmessungen dienen auch der Erfolgskontrolle, die Wirkung der hydrologischen Renaturierungsmaßnahmen kann hierüber dokumentiert werden.

Als Grundwasser-Messstelle werden gelochte Peilrohre verwendet. Rohrdurchmesser und -länge hängen vom Einsatzzweck bzw. der Amplitude des Grundwasserstands ab. Automatische Datensammler benötigen Rohrdurchmesser größer als 2". Zur Beurteilung der Wasserstandsdynamik sind Daten zum Witterungsverlauf nötig. Sofern keine eigenen Niederschlagsmessungen erfolgen, sind Angaben nahe gelegener Klimastationen (DWD) einzubeziehen. In Abhängigkeit von der Ablesehäufigkeit der Pegel können drei Inten-

Typ I	Messstellen/-netze mit hohem Aufwand: Pegelbeobachtung mit selbstschreibenden Pegeln bzw. mit häufig, z. B. wöchentlicher Ablesung. Regelmäßige Pegelbeobachtung mit kurzen Zeitintervallen sollte z. B. bei Gebieten mit Modellcharakter (Grundlagenarbeit) erfolgen.
Typ II	Messstellen/-netze mit mittlerem Aufwand: Bei Pegeln mit reduzierter Ablesehäufigkeit sind die Ablesetermine so zu wählen, dass die Extremwerte (Höchst- und Niedrigstwasserstand) näherungsweise erfasst werden. Die Termine sind also in Abhängigkeit vom Witterungsverlauf (Niederschlag und Verdunstung) zu wählen.
Typ III	Messstellen/-netze mit geringem Aufwand: Als groborientierende Methode liefert bereits die näherungsweise Erfassung der Tiefstwasserstände in sommerlichen Trockenzeiten wichtige Ergebnisse. Sehr aufschlussreich sind auch Daten zur Absinkgeschwindigkeit des Wasserstands, die durch mindestens zwei Ablesetermine innerhalb niederschlagsfreier Perioden bestimmt werden, wobei als Bezugsgröße die potentielle Verdunstung (z. B. nach HAUDE) für den Beobachtungszeitraum angegeben werden sollte. Literaturangaben zur Absinkgeschwindigkeit liegen nicht vor, Messungen im Murnauer Moos und in Mooren westlich des Staffelsees ergaben aber eine enge Beziehung zwischen diesem Wert und den Niedrigstwasserständen sowie zwischen Absinkgeschwindigkeit und Amplitude des Moorwasserstands. Ausgehend von diesen Ergebnissen dürften beide Parameter (Tiefstwasserstand und Absinkgeschwindigkeit) auch im Rahmen von Erfolgskontrollen einsetzbar sein.

sitätsstufen unterschieden werden: Typ I, Typ II, Typ III (s. o.).

Dichte Messnetze mit intensiv dokumentierten Pegeln, die hohe Kosten verursachen, werden nur in Sonderfällen zum Einsatz kommen (z. B. Beweissicherung im Rahmen von Grundwasserentnahme). Sie besitzen die höchste Aussage-

kraft und lassen die Erstellung von Dauerlinien zu. Gute Ergebnisse sind auch über die Kombination von Pegeln unterschiedlicher Ablesehäufigkeit möglich. Das Messnetz ist dann so zu planen, dass über wenige Pegel des Typs I oder II für das Gebiet typische Ganglinienspektren erfasst werden. Über Pegel des Typs III, die in Beziehung zu den häufiger beobachteten Pe-

Tabelle 20: Skalierung der Wasserstufen nach Tiefstwasserständen.

Wasserstufe nach Tiefstwasserstand							Charakteristische Vegetationseinheiten (Auswertung v. ca. 750 Pegeln)	Feuchtezahl (ELLENBERG & al. 1991)		Wasserstufe (KOSKA in SUCCOW & al. 2001)	
Bezeichnung	Tiefstwasserstand (cm)	Höchstwasserstand (cm)	Jahresmittelwerte			Bezeichnung		Max. Feuchtezahl	Wasserstufe	Jahresmediane der Wasserstände (cm i./uF)	
			Mittelwert (cm i./uF)	Spanne der Mittelwerte (cm)	Schwankungsbereich						Sinkgeschwindigkeit (cm/d)
11: flach limnisch ständig offenes Wasser	> 0	42	15	26 bis 4	10	0,6	Großseggenried, Fadenseggenried, Röhrichte, Schlenken-Ges., extrem nasse Bruchwälder	Wasserpflanze	11	7+	k. A.
10: sehr nass telmatisch, meist offenes Wasser	-10	16	0	6 bis -7	10	0,7	Magnocaricion, Caricion lasiocarpae, Phragmition, Rhynchosporion, Utricularietea, Carici lasiocarpa-Pinion	Wechselwasserzeiger	10	6+	140 - 20
9: nass	-20	30	-5	8 bis -14	15	1,0	Kleinseggenriede, Torfmoos-Rasen, Nasswiesen, Moor- und Bruchwälder Calthion, Caricion davallianae, Caricion nigrae, Sphagnion magellanici	Nässezeiger	9	5+	20 - 0
8: mäßig nass	-35	30	-12	2 bis -22	25	1,3		8	4+	0 - 15	
7: feucht	-50	20	-20	-3 bis -39	40	2	Hochstaudenfluren, Pfeifengraswiesen, Torfmoos-Heiden, Beerstrauch-Moorwald, Sumpfwald Filipendulion, Alno-Ulmion, Molinion, Oxycocco-Ericion	Feuchtezeiger	7	3+	20 - 45
6: mäßig feucht	-70	28	-30	-12 bis -37	60	2,5		6	2+	45 - 80	
5: frisch	-100	13	-45	-30 bis -77	80	4,7	Nitrophytische Staudenfluren u. Wälder, Intensivgrünland, Heiden und Borstgrasrasen, trockene Pfeifengraswiesen	Frischezeiger	5	1	
4: mäßig trocken	-150	13	-65	-48 bis -86	100	-	Aegopodion, Alliarion, Arrhenatheretalia, Violion, Brometalia, Seslerietea		4	2-	> 80

geln gesetzt werden können, wird das Netz verdichtet, um möglichst repräsentative Daten zu erhalten.

Für die Darstellung der Ergebnisse, insbesondere zur Übertragung von Grundwasserstandsbeobachtungen über die Vegetation in die Fläche, ist eine Klassifikation der Grundwasserstände nötig. In Tabelle 20 (S. 66) sind die Wasserstufen auf Basis einer Auswertung von ca. 750 Grundwasserstandsmessreihen nach **Tiefstwasserständen** klassifiziert¹⁷. Die Auswertung zeigte eine enge Beziehung zwischen Tiefstwasserstand und Vegetation. Absinktiefe und -dauer entscheiden maßgeblich über Artenzusammensetzung und Torfbildung bzw. -abbau, weil mit zunehmender Tiefe und Dauer der Belüftung der Torfe die Tendenz zur Mineralisation steigt.

Für die Auswertung wenig geeignet sind **Höchstwasserstände**, da sie selbst bei stark entwässerten Mooren zeitweise über Flur liegen können (vgl. Abbildung 64). Aussagekräftige **Mittelwerte** oder **Mediane**¹⁸ erfordern eine hohe Anzahl von Messwerten. Alleine sind sie nur bedingt geeignet, denn sie geben keine Auskunft über die Extrembedingungen, denen v. a. entwässerte Mooren unterliegen. So lagen z. B. bei vergleichbaren Mittelwerten von ca. 50 cm unter Flur die Tiefst-/Höchstwasserstände bei einem Flutrasen bei -175 cm bzw. +60cm, während sie bei einem Brennessel-Giersch-Bestand auf entwässertem, mineralisierten Niedermoorort nur auf ca. -80 cm absanken bzw. beim Höchststand gerade das Geländeniveau erreichten (Werte aus SUCCOW & JOOSTEN 2001, DVWK 1996).

2.2.3 Rekonstruktion des natürlichen Fließgewässersystems

Zweck:	Rekonstruktion des natürlichen Fließgewässersystems und Bewertung der daraus resultierenden hydrologischen und trophischen Veränderungen durch Vergleich mit dem aktuellen Zustand
Methode:	Auswertung vorhandener Daten ergänzt durch Geländebefunde
Produkt:	Karte des natürlichen Fließgewässersystems (i. d. R. integriert in die Karte der Wassereinzugsgebiete)
Datenbasis:	Luftbilder, historische Karten und Angaben, Vegetationskartierung, Höhendaten, Gewässerstrukturkartierung Bayern

Moorgenese und Fließgewässerentwicklung sind in vielfacher Weise miteinander verbunden. Überflutung mit Eintrag organischer und mineralischer Stoffe oder die Wechselbeziehungen zwischen Fließgewässerswasserführung und Moorwasserstand sind wichtige, die Moorgenese steuernde

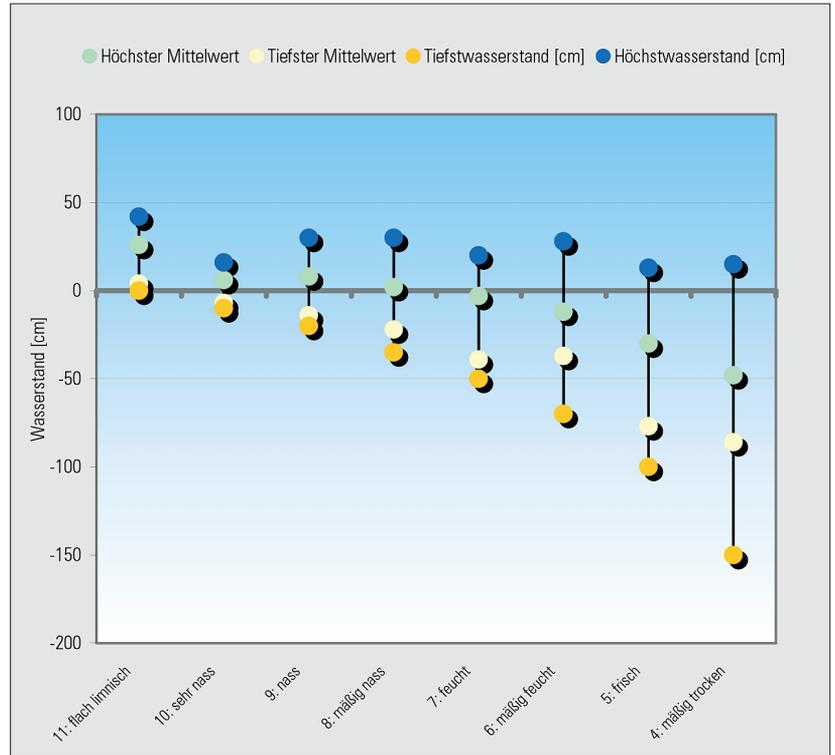


Abbildung 64: Schwankungsbereich und Mittelwerte innerhalb der nach Tiefstwasserständen unterschiedenen Wasserstufengruppen (ermittelt durch Auswertung von Grundwasserstandsmessreihen).

Prozesse. In Mooren wenig geneigter Tal- und Beckenlagen tendieren Fließgewässer häufig zur Auflandung (Dammuferfluss) und führen dadurch zu einem allgemeinen Grundwasseranstieg. Hohe Torfbildungsraten sind dort die Folge (z. B. in Teilen des Murnauer Moores mit 2 mm/Jahr (vgl. HOHENSTATTER 1966).

Gerade im Bereich der Moore wurden die Fließgewässer aufgrund ihrer Vorfluterfunktion in er-

Der zur Klassifikation der Wasserstufen durchgeführten Auswertung liegen ca. 750 Grundwasserstandsmessreihen mit bekanntem Vegetationstyp zugrunde¹⁹. In Tabelle 20 (S. 66) angegeben werden auch Mittelwasserstand und mittlerer Schwankungsbereich, die Werte werden aber nicht zur Abgrenzung der Wasserstufen herangezogen. Die Angaben zur Absinkgeschwindigkeit beruhen auf ca. 140 Pegeln aus dem Murnauer Moos und den Staffelseemooren innerhalb einer 2-wöchigen Trockenperiode im Juli 1996. Der eng mit den Tiefstwasserständen korrelierte Wert wird ebenfalls nur zur Information mitgeteilt. Zugeordnet werden auch die von KOSKA (in SUCCOW & JOOSTEN 2001) vorgeschlagenen Basiswasserstufen, deren Parallelisierung näherungsweise über den tiefsten Mittelwert erfolgte. Bei den in der Tabelle genannten Vegetationseinheiten handelt es sich um den Schwerpunktbereich der angegebenen Syntaxa. Zur Orientierung wird als weiteres Kriterium die maximale Feuchtezahl angegeben. Für die Zuordnung zur Wasserstufe sind die Arten entscheidend, die die größte Nässe anzeigen. Sofern sie höhere Stetigkeiten erreichen, deutet dies darauf hin, dass ein bestimmter Feuchtegrad nicht unterschritten wird. Eine Berechnung von mittleren Zeigerwerten kann Hinweise geben, eine Einstufung sollte jedoch nur anhand indikativ relevanter Artengruppen erfolgen.

heblichem Ausmaß verändert, so dass naturnahe Moorbäche heute sehr selten sind. Wichtige Indizien für die Rekonstruktion der natürlichen Ge-

¹⁷ Bei der Auswertung wurden Überflutungs Moore nicht berücksichtigt.

¹⁸ Messwert, der eine Messreihe halbiert. KOSKA (in SUCCOW & JOOSTEN 2001) empfiehlt den Meridian der Wasserstände des Winterhalbjahres.

¹⁹ Quellen: DVWK 1996, GRÜTTNER & WARNKE-GRÜTTNER 1996, SUCCOW & JOOSTEN 2001, WAGNER & WAGNER 1998.

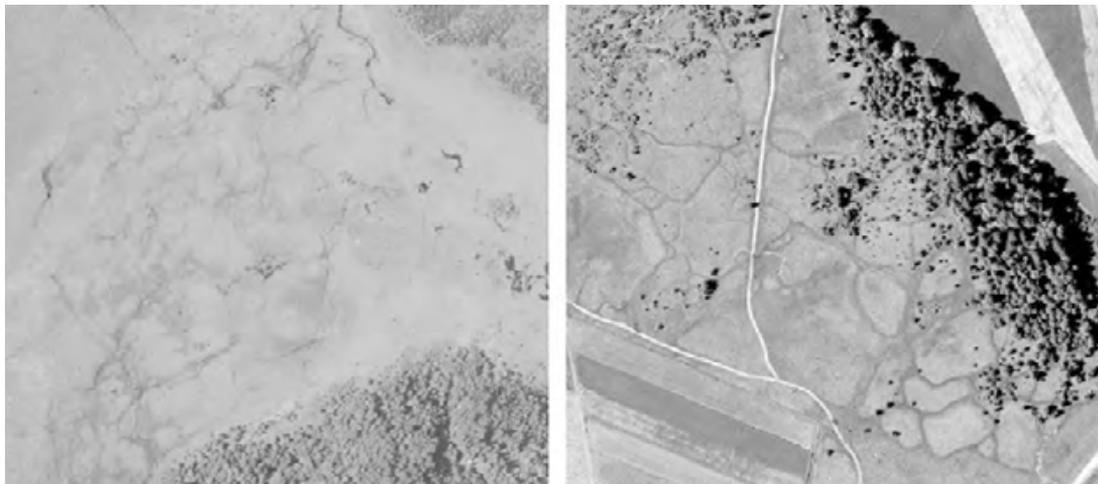


Abbildung 65: Diffuse, flächige Abflusssysteme (Murnauer Moos, GAP).

Links: Weitgehend naturnahes, netzartig verbundenes Fließgewässersystem ohne Zentralgerinne.

Rechts: durch Eingriffe in den Wasserhaushalt stärker degradiertes System.

Solche Strukturen können in schwach geneigten Mooren und bei Mooren mit starkem Wasserüberschuss die natürliche Fließgewässergeometrie bilden.

wässerläufe bilden v. a. historische Karten, vorhandene Geländestrukturen und bestimmte Vegetationsmuster. Für Fließgewässer im Zuständigkeitsbereich der Wasserwirtschaftsämter liegen mit der Gewässerstrukturkartierung abschnittsweise Bewertungen des Naturnähegrads und Einstufungen des natürlicherweise entwickelten Fließgewässertyps vor.

Ergänzend zu den dort genannten Grundtypen (Gewässerkategorie) ist im Bereich der Moore aber unbedingt auf einen weiteren Fließgewässertyp, nämlich flächige, diffuse Abflusssysteme ohne eigentliches Zentralgerinne, zu achten. Solche Gewässerstrukturen sind in Abbildung 65 dargestellt. Ursache für breitflächigen und dabei flachen Abfluss ist zum einen geringes Gefälle, zum anderen der durch Arten der Verlandungszone (z. B. *Carex elata*, *Cladium mariscus*) verursachte Fließwiderstand (vgl. die Parameter der Manning-Strickler-Fließformel). Aktueller Lauf und Gerinnegeometrie der Fließgewässer sind in jedem Fall kritisch zu prüfen, nicht alle Moorbäche wären natürlicherweise als stark gewundener oder mäandrierender Lauftyp anzusprechen.

2.2.4 Gräben und Vorfluter

Zweck:	Erfassung des künstlich geschaffenen Abflusssystems
Methode:	Kartierung mit abschnittsweiser Erfassung wichtiger Grabenparameter (s. u.)
Produkt:	Karte der Gräben und Bewertung ihrer hydrologischen Störwirkung. Auswertung und Bilanzen (z. B. zur Grabenlänge pro Hektar)
Datenbasis:	Kartierung auf Basis von Luftbildern, Drainagepläne

Die Kartierung der Gräben inkl. Erfassung des Drainagesystems ist ein wesentlicher Arbeitsschritt im Rahmen von Entwicklungs- bzw. Umsetzungskonzepten. Dabei sollte ein standardi-

siertes Vorgehen mit Abschnittsbildung gewählt werden. Grundlage der Abschnittsbildung sind grabenstrukturelle, hydrologische und vegetationsökologische Parameter. Zu erfassende Parameter, deren Schwellenwerte entsprechend der jeweiligen Geländeverhältnisse angepasst werden müssen, sind im Erfassungsformblatt (S. 69) genannt und werden nachfolgend erläutert. Die anhand des Erfassungsformblatts Gräben erfassenden Daten werden in eine Datenbank übertragen und der GIS-Geometrie zugeordnet.

Grabentiefe/Sohlentiefe: Als wirksame Grabentiefe wird der Höhenunterschied zwischen Grabenrand und mittlerer Wasserspiegeloberfläche (bei wasserführenden Gräben) bzw. Grabensohle (bei trockenen Gräben) bezeichnet. Dieser Wert informiert über das Entwässerungspotential (hydraulischer Gradient) des Grabens. Die Sohlentiefe ist der Abstand zwischen festem Sohlniveau und mittlerem Wasserstand.

Die wirksame Grabentiefe ist Hauptmerkmal der Abschnittsbildung. Bei asymmetrischen Profilen wird die Höhe am tiefer gelegenen Ufer bestimmt. Als Grabentiefe „flach“ werden \pm geländegleiche Gräben bezeichnet.

Grabenbreite: Die Klassenbildung der Grabenbreite erfolgt in gleicher Skalierung wie die Grabentiefe. Über den Wert ist zusammen mit der Grabentiefe und Sohlentiefe der Aufwand für geplante Anstauraßnahmen ableitbar (Dimensionierung und Ausführung des Bauwerks).

Abflusstyp: Einstufung der Fließgeschwindigkeit und der Dauer der Wasserführung. Als Grenzwert zwischen langsam und schnell fließend werden 5cm/sec angesetzt. Die Angabe von Zwischenstufen ist möglich. Als trocken werden nicht wasserführende Gräben bezeichnet (in der Grabensohle keine Indikatorarten für stärkere Nässe), als temporär solche mit zeitweiser Wasserführung. Die Entwässerungsrichtung der Gräben wird in der Kartiergrundlage vermerkt.

Erfassungsformblatt Gräben Projekt

Bearbeiter _____

Nr-Abschnitt _____		Datum _____			
Graben/Sohlentiefe <input type="checkbox"/> flach		Grabenbreite			
<input type="checkbox"/> < 50 cm	<input type="checkbox"/> 100-150 cm	<input type="checkbox"/> < 50 cm	<input type="checkbox"/> 100-150 cm		
<input type="checkbox"/> 50-100 cm	<input type="checkbox"/> 150-200 cm	<input type="checkbox"/> 50-100 cm	<input type="checkbox"/> 150-200 cm		
Abflußtyp		Artengruppe Vegetation			
<input type="checkbox"/> stehend	<input type="checkbox"/> trocken	Graben	Grabenrand		
<input type="checkbox"/> langsam	<input type="checkbox"/> temporär			<input type="checkbox"/> [GO] oligo	<input type="checkbox"/> [RO] oligo
<input type="checkbox"/> schnell [>5cm/s]	<input type="checkbox"/> permanent			<input type="checkbox"/> [GM] meso	<input type="checkbox"/> [RM] meso
		<input type="checkbox"/> [GE] eu	<input type="checkbox"/> [RE] eu		
Bedeutsame Arten: _____		Sonstiges: _____			
_____		_____			
_____		_____			

Abbildung 66: Muster des Erfassungsformblatts für die Grabenkartierung

Sohlsubstrat/Ausbau: Angabe des Sohlsubstrats (organisch, mineralisch) und des Ausbaugrads des Vorfluters (Sohlsicherung z. B. durch Betonhalbschale, völlig verrohrter Graben). Weitere Hinweise erfolgen im Feld „Sonstiges“.

Basen/NPK: Eintrag des gemessenen pH- und Leitfähigkeitswerts. Die Probestellen werden zusätzlich als Punktdaten mit Koordinaten geführt. Feld „NPK“: Bei durch die Grabenumfeldnutzung offensichtlich nährstoffbefruchteten Gräben erfolgt ein Eintrag.

Drainage: Bei Fehlen von Drainageplänen und sofern Dräneinläufe bei der Kartierung nicht gesichtet wurden, ergeben sich Anhaltspunkte für das Vorliegen von Drainagen oft nur noch anhand des Geländereiefs (lineare, schwach muldenförmige Sackungsprofile) und der Vegetation. Zu achten ist auch auf kombinierte Bauweisen mit über den Dränrohren liegendem Grabenprofil, die das Vorliegen eines Drainagesystems verschleiern können. Alleiniger Anstau der Gräben würde hier zu keinem Vernässungserfolg führen, bei geplanter Wiedervernässung ist auch eine Unterbrechung der Drainage erforderlich. Im Formblatt erfolgt im Falle von Drainageverdacht oder eines sicheren Nachweises (Drainageeinmündung in Vorfluter) ein Eintrag. Sofern möglich, sind die drainierten Flächen im Luftbild abzugrenzen.

Sonstiges: Eintrag weiterer Merkmale, wie z. B. eines asymmetrischen Profils oder die Ausbildung eines deutlichen Sackungsprofils.

Graben- und Grabenrandvegetation: Graben- und Grabenrandvegetation geben u. a. Aufschluss über die Trophie des abfließenden und ggf. zum Anstau vorgesehenen Wassers. Indikatorartengruppen dienen hier also u. a. (!) als Ersatz für aufwendige hydrochemische Untersuchungen, die in planungsrelevanten Fällen aber durchgeführt werden sollten (auch zur Eichung der Indikatorartengruppen).

Bei der Grabenkartierung werden drei Trophiestufengruppen (oligotroph, mesotroph, eutroph)

und ihre Zwischenstufen unterschieden. Grabenvegetation (im Profil etwa um den Mittelwasserbereich) und Grabenrandvegetation (Böschungskante und außerhalb des Profils) werden getrennt eingestuft. Tabelle 35 (Anhang, S. 114) informiert über die ökologischen Zeigerwerte von Moorarten.

In vielen Mooren erfüllen die Gräben eine wichtige, z. T. auch alleinige Funktion für den Erhalt gefährdeter und moortypischer Arten (Grabenband LPK: SCHWAB 1994). Naturschutzfachlich besonders bedeutsame wie auch lokal bedeutsame Sippen, die im Rahmen des Entwicklungskonzepts mit Wiedervernässungsplanung zu berücksichtigen sind, werden im Formblatt vermerkt.

2.2.5 Geländehöhen

Zweck:	Erfassung der Höhenverhältnisse im Hinblick auf Maßnahmenplanung (optimale Lage und Anzahl von Stauen) und Auswirkungsbereich der Wiedervernässungsmaßnahme
Methode:	Nivellement, GPS-Vermessung, Digitales Geländemodell
Produkt:	Höhenlinienkarte oder Rasterdarstellung (Grid), Geländeschnitte
Datenbasis:	Höhenlinienkarte, Digitale Geländemodelle, Vermessung

Daten zu den Geländehöhen sind bei zahlreichen Fragen der Moorrenaturierung von Bedeutung. Während bei der Abgrenzung der Einzugsgebiete die Darstellung der TK 25 oder des DGM 25 (Digitales Geländemodell M 1 : 25.000) ausreicht, werden mit zunehmender Konkretisierung der Planung genauere Höhendaten erforderlich. So sind beispielsweise bei wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren, bei denen die Bedenken von Eigentümern bezüglich des Auswirkungsbereichs von Staumaßnahmen geklärt werden müssen, u. U. zentimetergenaue Höhen und damit Vermessungsarbeiten erforderlich. Bei geringer Zahl aufzumessender Punkte ist dann der Einsatz eines Nivelliergeräts zu empfehlen, bei dichten Messnetzen sind genaue GPS-Geräte die kostengünstigere Lösung. Sie liefern aber nur in offenem Gelände cm-genaue Höhenwerte.

Vermessungsarbeiten sind insbesondere in folgenden Fällen nötig:

- um große und damit teure Staubauwerke optimal zu platzieren,
- zur Abgrenzung des hydrologischen Wirkungsbereichs (Rückstauwirkung), wenn von der Maßnahme Dritte betroffen sind,
- bei speziellen Anforderungen (z. B. Pegelbeobachtung in Schwingmooren zur Bestimmung der Oszillation der Mooroberfläche, Ermittlung der oberflächennahen Moorwasserströmung).
- generell dann, wenn das „gute Augenmaß“ nicht mehr ausreicht. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass die Höhenverhältnisse besonders gut nach ergiebigen Niederschlagsereignissen über die Strömungssituation beurteilt werden können (physikalischer Hintergrund: Geschwindigkeit des Oberflächenabflusses hängt vom Wasserstand ab).

Welche Geländepunkte aufzumessen sind und ob ein Anschluss an das amtliche Höhenfestnetz erforderlich ist, kann nicht pauschal beantwortet werden sondern hängt von der jeweiligen Fragestellung ab. Die Ergebnisse der Vermessung sind als Höhenlinienkarte (z. B. mit Luftbildhinterlegung), als Rasterdarstellung oder als Geländeschnitte darzustellen.

Bei umfangreicheren Renaturierungsprojekten wird der Einsatz hochauflösender Digitaler Geländemodelle empfohlen (Laserscanning-Befliegung mit z. B. 1m-Rasterung und Höhengenaugigkeit ca. 15 cm). Bei der hydrologischen Gebietsanalyse und der Maßnahmenvorplanung stellen solche Daten eine sehr wertvolle Grundlage dar, anhand derer z. B. der ehemalige Verlauf von Quellbächen oder von Hauptwasserströmen erkannt und der Auswirkungsbereich von Staumaßnahmen abgeschätzt werden kann. Ferner können bei Vorliegen eines hochauflösenden DGM wichtige Geländepunkte ermittelt und im weiteren Arbeitsverlauf dann gezielt genauer vermessen werden. Allerdings kann durch den Vegetationsaufwuchs und bei Wasserflächen ein Höhenfehler auftreten, der auch durch die eingesetzten Berechnungsroutinen (sog. Last-Impuls-Verfahren) nicht vollständig beseitigt werden kann.

2.2.6 Weitere Erfassungs- und Auswertungsschritte

Im Rahmen der hydrologischen Gebietsanalyse können weitere Erfassungsmethoden oder Auswertungsschritte notwendig werden. Zu nennen wären hier z. B. Abflussmessungen an Fließgewässern, die Berechnung von Wasserbilanzen für Einzugsgebiete, die Auswertung umfangreicher hydrologischer Daten (z. B. von Pumpversuchen), Markierungsversuche zur Überprüfung auf kommunizierende Quellsysteme oder die Bestimmung der Versickerungsverluste bei geplanten Anstaumaßnahmen. Bezüglich dieser Themen wird auf weiterführende hydrologische Literatur verwiesen (v. a. HÖLTING 1984).

2.2.7 Wasserregimetypen

Wasserregimetypen dienen zur Ansprache des hydrologischen Moortyps (siehe Kap. C 2.1.3, S. 56). Sie kennzeichnen den aktuellen Torfbildungsprozess, der durch die horizontale Wasserströmung im Torfkörper und durch den Wasserstand bestimmt wird. Bei nicht oder kaum geneigtem Grundwasserspiegel besteht i. d. R. Verlandungs- oder Versumpfungsregime.

Bei stärker geneigtem Grundwasserspiegel besteht Durchströmungs- oder Überrieselungsregime. Aber auch in horizontalem Gelände kann durch den Einfluss von Quellwasser Strömung verursacht werden, die an einem oberirdischen Zu- oder Abflusssystem oder an (reliktischen) Rinnensystemen erkennbar ist. Die Abgrenzungskriterien sind Tabelle 21 zu entnehmen. Bei der Einstufung sind immer die aktuellen Bedingungen anzugeben und nicht die ursprünglichen Prozesse, auf die die Moorentstehung zurückgeht.

(1) Verlandungsregime (vl)

Als Moore mit Verlandungsregime werden Moore mit ganzjährig über dem Gelände befindlichem, dabei aber flachem Wasserstand definiert (Wasserstufe 11 - flach limnisch, vgl. Kapitel C 2.2 ,

Tabelle 21: Abgrenzungskriterien für Wasserregimetypen.

Wasserregimetyp \ Abgrenzungskriterien	Verlandung (vl)	Versumpfung (vs)	Durchströmung (ds)	Überrieselung (ür)
Neigung des Moorwasserspiegels	± horizontal		schwach geneigt (< ca. 3,5 %) geneigt (> ca. 3,5 %)	
Wasserbewegung	WB nicht erkennbar		WB, ehemalige Abflusssysteme oder Wasserzustrom erkennbar	
Wasserstufe	11	6 - 10	6 - 9	10 - 11

Entstehung und Sukzession	Verlandung von Stillgewässern, die durch Grund- oder Oberflächenwasser gespeist werden. Selten an langsam fließenden Bächen (z. B. Schwingmoorverlandung). Nach Verlandung Übergang zu Versumpfungs- oder bei Wasserzuffluss (Quellmoor) zu Durchströmungsregime
Wasserstufen	ständig offenes Wasser, in Tallagen z. T. fluviogen überprägt; Sondertyp: Schwingrasen-Verlandung
Mineralstoffe	oligo- bis eutroph (polytroph); sauer bis kalkhaltig
Vegetation	in Abhängigkeit von Mineralstoffversorgung oligotrophente bis polytrophente Verlandungsgesellschaften
Gefährdung	Absenkung des Seespiegels, Fanggräben im Einzugsgebiet; Eutrophierung, intensive Weidewirtschaft

S 64, weiterführende Literatur vgl. JOOSTEN & CLARKE 2002: 26, SUCCOW & JOOSTEN 2001: 239, STEINER 1992: 38). Bei den auf die Verlandung folgenden Prozessen handelt es sich meist um Versumpfung. Sofern es sich um Quellseeverlandung mit Quellwasserzufluss handelt, entwickeln sich im weiteren Verlauf der Torfbildung aber Moore mit Durchströmungsregime.

Die Verlandung kann von der Oberfläche her durch Ausbildung von Schwingrasen erfolgen (Torfmoosrasen, Schwimmblattvegetation), vom Seegrund durch Unterwasserpflanzen, Großseggen- und Schilfröhrichte sowie durch Detritus-Ab Lagerung. Eine Sonderform der Verlandung ist die Schwingrasenverlandung, die von ihrer Wasser ganglinie her (kein anhaltender Überstau) eigentlich als Versumpfung zu bezeichnen wäre. Sofern Schwingrasen in Kontakt zu offenen Wasserflä chen auftreten, werden sie aber dem Verlan dungsregime zugerechnet.

Verlandungsprozesse sind nicht an Stillgewässer gebunden, sondern können auch bei geringer Strömung an Fließgewässern auftreten. Diese Form der Verlandung findet vor allen in Talmooren mit großem Wassereinzugsgebiet bei geringen Fließgeschwindigkeiten statt. Gewässermorpho logisch handelt es sich hier um einen eigenen Fließgewässertyp, der aufgrund des großen Strömungswiderstands durch die Vegetation einen breitflächigen Abfluss aufweist. Ferner treten Verlandungsprozesse an Altwassern auf; sie unterlie gen mehr oder weniger häufigen Überflutungser eignissen.

Die Verlandungsgeschwindigkeit und damit der Übergang zur Versumpfung hängt vornehmlich von der Trophie und Strömung ab. Durch Quell wassereinfluss oder Flussbettaufhöhung (Damm uferfluss) und dadurch bedingten Anstieg des Grundwassers können Verlandungsstadien länge re Zeit erhalten bleiben.

(2) Versumpfungsregime (vs)

Torfbildung durch Versumpfung findet im Be reich nicht bis kaum geneigter Flächen statt (z. B. Becken, Kessel, Mulden). Sie erfolgt initial bei Wasserüberschuss über undurchlässigem Untergrund oder sekundär im Anschluss auf Seenverlandung.

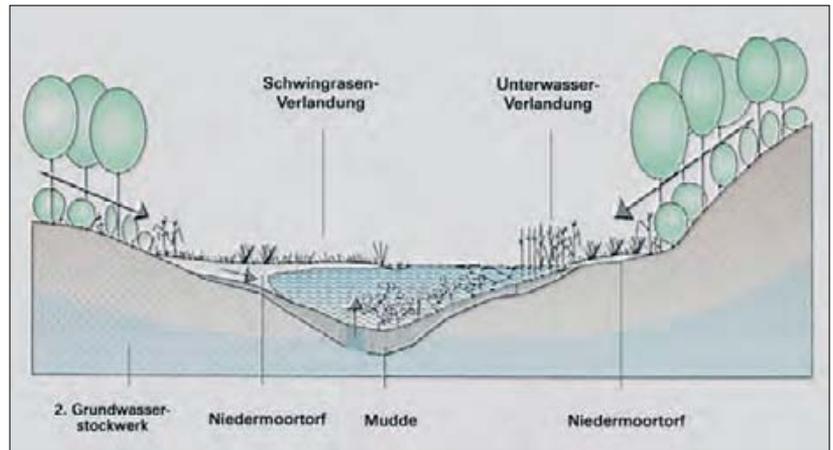


Abbildung 67: Schematisierter Schnitt durch ein Moor mit Verlandungsregime (nach STEINER 1992).

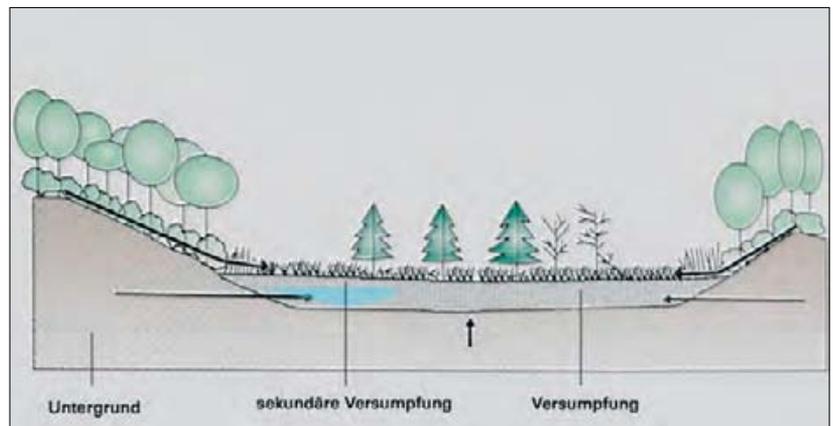


Abbildung 68: Torfbildung durch Versumpfung. (nach STEINER 1992).



Abbildung 69: Initiales subneutral-oligotrophes Versump fungs-Niedermoor (Penser Joch, Südtirol).

Für die südbayerischen Moore stellen PAUL & RUOFF (1927, 1932) fest, dass die initiale Moore ge nese aus Versumpfung bzw. Durchströmung die durch Verlandung flächenmäßig bei weitem über trifft. Ähnlich liegen die Verhältnisse in Ost deutschland; nach Succow (1988) sind nur etwa 20 % der Moore aus Verlandung entstanden.

Ursache der Versumpfung ist in vielen Fällen ein allgemeiner Anstieg des Grundwasserspiegels, der durch Flussbettaufhöhung oder tektonische Senkung ausgelöst werden kann. In Zeiten hoher Niederschläge kann Überstau durch Oberflächen- und Grundwasser stattfinden. Bei Nährstoffein trägen durch Überflutung kann die Torfbildung

Entstehung und Sukzession:	Bei ± horizontaler Mooroberfläche. Im Gegen satsz zur Verlandung keine permanenten Ge wässer, jedoch häufiger Überstau; sekundär nach Seen- und Weiherverlandung; in Tallagen oft durch Überflutungen überprägt
Wasserstufen:	typische Wachstumsphase: nass (zeitweise überstaut)
Mineralstoffe:	oligo- bis eutroph (polytroph); sauer bis kalk reich
Vegetation:	Caricion fuscae (Birke, W-Kiefer, Spirke), (Cari cion maritimae), Caricion davallianae (S-Erle, Gr.-Erle), Caricion lasiocarpae (Bi, WKi, Spi, S-Erle), Magnocaricion, Calthion (Erle)

unterbrochen und auf ein früheres Entwicklungsstadium zurückgesetzt werden.

(3) Durchströmungsregime (ds)

Entstehung	bei geneigtem Gelände und durch strömendes Wasser
Wasserstufen	typische Wachstumsphase: nass, zeitweise auch mäßig nass oder phasenweise überrieselt
Mineralstoffe	oligo- bis mesotroph (eutroph); sauer bis kalkhaltig
Vegetation	Caricion fuscae (Birke, W-Kiefer, Spirke), (Caricion maritimae), Caricion davallianae (S-Erle, Gr.-Erle), Caricion lasiocarpae (Bi, WKI, Spi, S-Erle), Magnocaricion, Calthion (S-Erle, Gr.-Erle)
Topographie	Hänge, geneigte Becken- und Tallagen
Gefährdung	Düngung und Entwässerung im Einzugsgebiet; Durchschneidung von Moorwasserströmen

Als Moore mit Durchströmungsregime werden alle Moore bezeichnet, die eine stärkere seitliche Wasserbewegung aufweisen. Dies setzt entweder eine Neigung der Mooroberfläche oder in ebenen Lagen einen Zustrom z. B. von Quellwasser voraus.

Zur Abgrenzung von den Mooren mit Versumpfungs- und Verlandungsregime wird als Schwellenwert der Neigung die Stufe „schwach geneigt“ der Bodenkundlichen Kartieranleitung festgelegt (BFGR 1995). Indikatoren für Durchströmungsregime



Abbildung 72: Subneutrales, oligo- bis mesotrophes Durchströmungs-Niedermoor bei sehr schwachem Gefälle (Blauseemoor, OA).

mungsregime bei geringem Gefälle sind Abflusssysteme oder hangparallele Vegetationsstrukturen (s. Abbildung 72). Schlenkenfolgen mit treppenförmiger Anordnung sind ebenfalls ein Hinweis auf Durchströmungsregime. Offensichtliches Durchströmungsregime tritt an stärker geneigten Hängen auf (Abbildung 70). Die Wasserstufen können je nach Geländesituation natürlicherweise sehr stark variieren.

Ursache für die Bildung von Mooren mit Durchströmungsregime auch in stärker geneigten Lagen ist Folge der Fließwiderstandserhöhung durch die Vegetation und der durch sie gebildeten Torfe (KULCZYNSKI 1949). Da durch Kompression und Torfzersetzung die hydraulische Leitfähigkeit zu den unteren Torfschichten abnimmt, erfolgt die Wasserbewegung hauptsächlich im oberen Profilbereich. Diese Situation ermöglicht den Grundwasseranstieg und damit auch die seitliche Vergrößerung des Moorkörpers durch Transgression.

(4) Überrieselungsregime (ür)

Als Moore mit Überrieselungsregime werden Moore geneigter Lagen bezeichnet, die auch in längeren sommerlichen Trockenzeiten einen Oberflächenabfluss in Form eines flächigen Wasserfilms oder einen auf Kleinstrinnsale konzentrierten Abfluss aufweisen.

Mit vorherrschender Wasserbewegung „flächig auf dem Torfkörper“ entspricht dieser Moortyp im Gliederungssystem von Succow & Josten (2001) dem Hangmoor. In dieser Arbeit wird der bei den Autoren z. T. synonym verwendete Begriff des Überrieselungsmoors vorgezogen.

Überrieselung tritt in Form von Oberflächenabfluss zwar bei jeder geneigten Fläche auf, Voraussetzung ist aber ein \pm ständiger Wasserzu- bzw. -durchfluss, der auch in Trockenzeiten erhalten bleibt.

Ursache für dieses Wasserregime ist in erster Linie Quellwasserzufluss, also ein lokales Überangebot an Wasser, das im Torfkörper nicht abgeführt werden kann. Überrieselungsregime kann aber auch vorliegen, wenn das im Moorkörper ziehende Grundwasser durch Verengung des Abflussquerschnitts, z. B. durch Aufragung des mineralischen Untergrunds oder seitliche Verjüngung, oder einen Gefällewechsel zum Aufsteigen gezwungen wird (vgl. Darcy-Gesetz). Moore mit diesem Wasserregime unterscheiden sich i. d. R. bezüglich Trophie und Vegetation von den durch Quellwasser gespeisten Überrieselungsmooren.

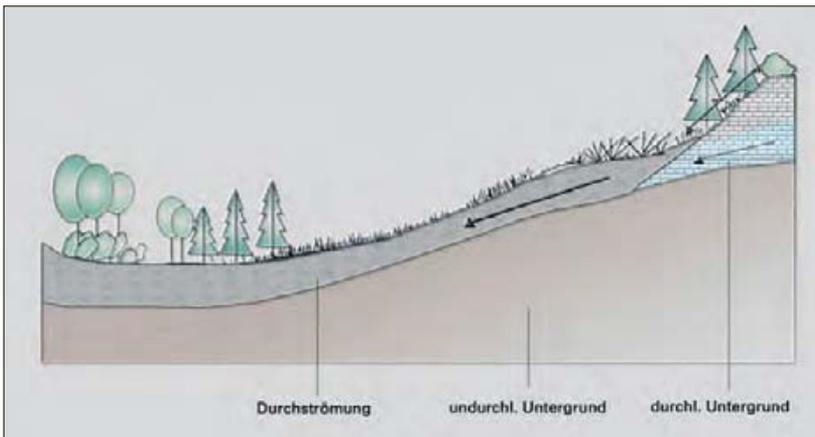


Abbildung 70: Schematischer Schnitt durch ein Moor mit Durchströmungsregime (nach STEINER 1992).

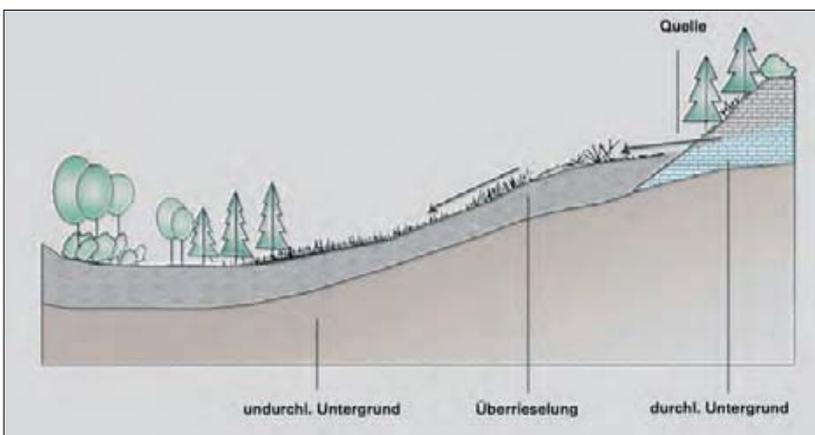


Abbildung 71: Schematischer Schnitt durch ein Moor mit Überrieselungsregime (nach STEINER 1992).



Abbildung 73: Subneutral-oligo- bis mesotrophes Überrieselungs-Quellmoor (Torbiere del Lavace, Südtirol).



Abbildung 74: Detailaufnahme eines Überrieselungs-Quellmoores (Mittenwalder Buckelwiesen, GAP).

Während naturnahe Überrieselungsmoore durch ihr spezifisches Abflussregime leicht erkannt werden können, ergeben sich nach Entwässerung dieses Moortyps meist keine Hinweise mehr, die eine entsprechende Einstufung erlauben würden. Solche ehemaligen Überrieselungsmoore, die im Übrigen durch Renaturierungsmaßnahmen in ihrer ursprünglichen Form u. a. aufgrund der Torfsetzung nicht mehr wiederhergestellt werden können, sind dann als Moore mit Durchströmungsregime zu bezeichnen. Vorzugsweise treten bei Quellwasserspeisung oligotrophente Arten auf, natürlicherweise können aber auch meso- bis eutrophente Arten (z. B. *Carex paniculata*, *Equisetum telmateia*) die Vegetation bilden.

Aufgrund der leichten Entwässerbarkeit sind Moore mit Überrieselungsregime heute extrem selten und oft nur noch sehr kleinflächig ausgebildet. Hydrologisch und trophisch intakte Beispiele sind am ehesten im Alpenraum anzutreffen.

2.3 Nährstoffhaushalt und Bodenreaktion

Während Eingriffe in den Wasserhaushalt meist einen direkt sichtbaren Eingriff darstellen, sind die durch Nährstoffeintrag im Moor oder seinem Einzugsgebiet verursachten Auswirkungen auf die Moorvegetation wesentlich schlechter zu erkennen und nachzuweisen. Bei dem vielfach sehr hohen Anteil an nährstoffintensiven Nutzungen im Einzugsgebiet sind aber bei vielen Mooren schleichende Veränderungen zu erwarten.

Die Rückhaltung überhöhter Nährstofffrachten im Moor kann aus alleiniger Sicht des abiotischen Ressourcenschutzes durchaus positiv gewertet werden (Moore als Senke für Nährstoffe). Dage-

gen ist Eutrophierung aus Sicht des Artenschutzes hochproblematisch, weil hierdurch Artenverschiebungen zu Lasten oligo- und mesotropher Arten ausgelöst werden. So ist Eutrophierung neben Entwässerung weitere Hauptursache für die Seltenheit ehemals häufigerer Moorarten.

Renaturierung bedeutet also nicht allein Wiederherstellung moortypischer Wasserstände, sondern genauso Angleichung an die ursprünglichen, geogenen Nährstoffverhältnisse. Im Rahmen von Entwicklungs- bzw. Umsetzungskonzepten sind insbesondere zwei Fragen zu behandeln. Zum einen, welche Möglichkeiten zur Reduktion von Nährstoffeinträgen bestehen (Extensivierung, Sedimentationsbecken) und zweitens, welche Folgen sich aus einem Anstau übermäßig nährstoffreichen Wassers ergeben würden. Die zweite Fragestellung erfordert immer eine Abwägung zwischen den Folgen aus Torfmineralisation und andererseits Eutrophierung durch Einstau.

2.3.1 Ermittlung von Eutrophierungspfaden aus dem Einzugsgebiet

Über den Grund- und Oberflächenwasserzustrom erfolgt natürlicherweise ein Nährstoffzustrom. In Abhängigkeit von der Situation im Einzugsgebiet kann die geogene Nährstoffgrundfracht aber

Zweck:	Bewertung von Mooren im Hinblick auf überhöhte Nährstoffeinträge und Darstellung der Renaturierungsmöglichkeiten
Methode:	Abgrenzung des Wassereinzugsgebiets und der Teileinzugsgebiete mit Ermittlung des Anteils düngereicher Nutzungen. Bestimmung der Hauptemittenten.
Produkt:	Bilanz für die Teileinzugsgebiete, Kartendarstellung der Hauptzustrompfade
Datenbasis:	Karte des Wassereinzugsgebiets, der Nutzung und ihrer Intensität durch Luftbildauswertung, Übersichtsbegehung, Kartierung

durch nutzungsbedingten Eintrag um ein Vielfaches überschritten werden. Methodisch erfolgt die Bestimmung des Anteils düngesensitiver Nutzungen (Intensivgrünland, Acker, Siedlungen etc.) im Rahmen der Abgrenzung der Wassereinzugsgebiete (siehe Kap. C 2.2.1, S. 64).

2.3.2 Bodenreaktion (Säure-Basenstufe) und Leitfähigkeit

Die Ermittlung von pH-Wert und Leitfähigkeit von Gräben gehört zum Standardprogramm im Rahmen der Gebietsanalyse. Der pH-Wert gibt Aus-

kunft über den Säuregrad und damit auch über nährstoffhaushaltliche Aspekte (z. B. Phosphat-Mobilität). Da zwischen ihm und der Vegetation bzw. dem Vorkommen bestimmter Arten ein relativ enger Zusammenhang besteht, sind auch Aussagen zur Vegetationsentwicklung, z. B. nach Extensivierung, möglich.

Die Leitfähigkeit ist Summenausdruck für die im Wasser gelösten Kationen und Anionen (100 µS entsprechen einem Abdampfrückstand von ca. 70 mg/l). Auch hier besteht eine klare Beziehung zur Vegetation. PH und Leitfähigkeit sind häufig, aber nicht immer positiv korreliert (z. B. nicht bei pH-Werten unter 4). Insofern sind i. d. R. immer beide Parameter zu erheben.

Anwendungsbeispiele:

1). Der vegetationskundlich begründete Verdacht auf Versauerung in einem entwässerten Moor mit Dominanz der Rasenbinsen wird durch pH- und Leitfähigkeitsmessungen bestätigt, da das Grabenwasser deutlich höhere Werte aufweist als die entwässerten Flächen.

2). Das Auftreten untypisch produktiver Vegetation innerhalb des Untersuchungsgebiets wird aus vegetationskundlicher Sicht als Eutrophierungserscheinung gedeutet. Gebietsuntypisch hohe Leitfähigkeitswerte bestärken diesen Verdacht. Mögliche Eintrittspfade werden abgeklärt (s. Wassereinzugsgebiet), in besonderen Fällen wird der Annahme durch die Bestimmung von Einzelparametern (z. B. Ammonium, Kalium, Phosphat) nachgegangen. Konsequenz für die Planung könnte sein, dass Anstaumaßnahmen erst nach erfolgreicher Extensivierung einsetzen dürfen.

Die Bestimmung des pH-Werts und der Leitfähigkeit erfolgt mittels elektronischer Messung direkt im Gelände an Moor- und Grabenwasserproben. Messungen aus Bodenproben oder bei Zusatz von Salzen zur Bestimmung des so genannten potenziellen pH-Werts ergeben abweichende Werte. Die Art der Bestimmung ist somit immer anzugeben.

2.3.3 Nährstoffhaushalt

(1) Nährstoffgehalte

Untersuchungen zum Nährstoffgehalt des Moor- und Grabenwassers sind insbesondere dann nötig, wenn ein über Vegetation und Leitfähigkeitsmessung begründeter Verdacht auf Eutrophierung überprüft oder der Wirkungsbereich bekannter Emittenten (z. B. Deponien) ermittelt werden soll. So besteht z. B. Untersuchungsbedarf, wenn mutmaßlich nährstoffreiches Fremdwasser eingeleitet und angestaut oder die Wirksamkeit von Klär- und Sedimentationsbecken oder von Extensivierungsmaßnahmen im Rahmen der Erfolgskontrolle nachgewiesen werden soll. Welche Nährstoffe überprüft werden, hängt

Zweck:	Ermittlung von Eutrophierungseinflüssen und der Emittenten
Methode:	Indikatorstreifen oder photometrisch durch Geländeuntersuchung
Produkt:	Tabelle mit Analyseergebnissen, Lage der Probestelle (Koordinaten)

Zweck:	Bestimmung der Moorwasserqualität v. a. zur Ermittlung der Wasserherkunft (z. B. Quellwassereinfluss), im Hinblick auf vorliegende Versauerungserscheinungen, Eutrophierungseinflüsse und mögliche Auswirkungen auf die Vegetation bei Anstau. Eichung der Vegetation auf Bodenreaktion und Basengehalt zur Übertragung der Befunde in die Fläche.
Methode:	Bestimmung von pH-Wert und Leitfähigkeit an Moorwasserproben; Geländeuntersuchung
Produkt:	Tabelle mit Analyseergebnissen, Lage der Probestelle (Koordinaten)
Literatur:	AG BODENKUNDE (1982), BfGR (1995), SUCCOW & ZEITZ in SUCCOW & JOOSTEN (2001), KOSKA & al. in SUCCOW & JOOSTEN (2001), SUCCOW 1988; ELLENBERG & al. (1991). Messwerte: DIERBEN & DIERBEN 1984, GIES 1972, HÖLZER 1977, WAGNER 2000, WAGNER & al 2000, WARNKE-GRÜTTNER 1990

Tabelle 22: Säure-Basenstufe mit Schwerpunkt-Vorkommen wichtiger Vegetationstypen und Reaktionszahl.²⁰

Bodenreaktion	Säure-Basenstufe	pH-Bereich	Verbreitungsschwerpunkt von	Reaktionszahl
basisch	(alkalisch) kalkhaltig	6,5 - 8,4	Alnion	9
			Calthion	8
Molinion			7	
Caricion davallianae			6	
neutral			Phragmition	
			Magnocaricion	
sehr schwach sauer	subneutral	6,4 - 5,5	Caricion lasiocarpae, Caricion fuscae Ges. kalkhaltiger Sto. mit Arten von: Caricion fuscae	5
			Caricion lasiocarpae minerotraphente Ausb. von: Sphagnion magellanic Rhynchosporion	4
schwach sauer	sauer	4,5 - 5,4	Caricion fuscae schwach minerotraphente Ausb. von: Rhynchosporion Sphagnion magellanic	3
mäßig sauer			2,6 - 4,4	Rhynchosporion
stark sauer		Sphagnion magellanic		1

²⁰ Reaktionszahl: ELLENBERG 1991, Daten: DIERBEN & DIERBEN 1984, GIES 1972, HÖLZER 1977, WAGNER 2000, WAGNER & AL 2000, WARNKE-GRÜTTNER 1990

von der Fragestellung ab; Ammonium, Nitrat, Kalium und Phosphat sind i. d. R. immer zu testen.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse ist aufwendig, weil zusammenfassende Darstellungen zu im Gebiet natürlicherweise auftretenden Konzentrationen oder Grenzwerte für bestimmte Vegetationstypen nicht verfügbar sind, so dass umfangreiche Literaturarbeit zu leisten ist. Bezüglich der im vegetationskundlich-moorökologischen Bereich veröffentlichten Nährstoffgehaltsanalysen ist zudem festzustellen, dass sich diese häufig auf unscharfe Parameter (Vegetationstypen, Moortypen) beziehen, dagegen selten auf bestimmte Indikatorarten oder die Produktivität der Vegetation bezogen wurden (Forschungsbedarf).

(2) Trophiestufen

Zweck:	Gliederung von Moorstandorten nach der Produktivität der Vegetation im Hinblick auf Leitbild und Hemerobie
Methode:	Schätzung der Aufwuchsbiomasse, Bestimmung der Aufwuchsbiomasse
Produkt:	Trophiestufenkarte und darauf aufbauende Einstufung der Hemerobie
Literatur:	AG BODENKUNDE (1982), BfGR (1995), SUCCOW & ZEITZ IN SUCCOW & JOOSTEN (2001), KOSKA & al. in SUCCOW & JOOSTEN (2001), SUCCOW 1988; ELLENBERG & al. (1991)

In Anlehnung an das Vorgehen in der Limnologie wird als Feldmethode die Produktivität der Vegetation als Kriterium eines Trophiestufensystems vorgeschlagen (s. a. WAGNER 2000). Als Schwellenwerte für die Abgrenzung der Trophiestufen werden die in Tabelle 23 genannten Größenordnungen vorgeschlagen.

Als Maß für die Produktivität eines Moores bzw. die Verfügbarkeit von Nährstoffen schlägt Succow (1988, s. a. Succow und STEGMANN 2001) das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältnis (N_c oder C/N) im oberen Torfhorizont vor und bildet damit ein Trophiestufensystem (oligotroph bis polytroph). Dagegen kommt GROSSE-BRAUCKMANN (1997) zum Ergebnis, dass die Stickstoffgehalte der Torfe für die Einordnung in ein Klassifikationssystem nicht sinnvoll eingesetzt werden können. Unabhängig von der Frage der Güte dieses Parameters bezüglich der Bildung von Trophiestufen sind C/N-Bestimmungen nur im Labor möglich, Ergebnisse zum Nährstoffhaushaltlichen Status eines Moores sind daher erst nach Tagen verfügbar. Für die Praxis scheidet das Stickstoff-Kohlenstoff-Verhältnis deshalb aus.

Im Gelände kann die Produktivität näherungsweise über die Aufwuchshöhe der Krautschicht bestimmt werden, wobei die Beziehung 1 cm vollständig deckender Aufwuchs entspricht etwa 1 dt Trockengewicht pro Jahr als Faustzahl zugrunde gelegt werden kann. Bei lückiger Vegetation sind entsprechend niedrigere Werte anzusetzen, bei mehrschürigen Wiesen die Summe aus den Einzelerträgen (potenzieller Ertrag).

2.3.4 Sonstige Erhebungen

Sofern Unterlagen zum stratigraphischen Aufbau des Torfkörpers, zur Moormächtigkeit oder zum Untergrundrelief vorliegen, bilden diese eine wichtige Grundlage für die Planung. Eigene Bohrungen zur Klärung hydrologischer Fragen (Zersetzungsgrad der Torfe und Wasserdurchlässigkeit), zu bodenkundlich-trophischen Aspekten (Tiefenfunktion der

Tabelle 23: Trophiestufen nach Aufwuchs-Biomasse und Zuordnung der Stickstoff- bzw. Nährstoffzahl nach ELLENBERG (1991).

Trophiestufe nach Biomasseertrag			Zeigerwert		
Bezeichnung	Vegetationstyp (Beispiele aus WAGNER 2000)	Biomasse (dt TC/ha a)	Bezeichnung	Stickstoff-/Nährstoffzahl	Verband mit hohem Anteil von Arten der ökol. Gruppe
polytroph sehr hohe Produktivität	Glyceria maxima-Röhricht Phragmitetum australis typische Ausb. Futtermais Saatgrasland	> 100	an übermäßig nährstoffreichen Standorten konzentriert	9	Phragmitetum australis (Glyceria maxima)
			ausgesprochener Nährstoffzeiger	8	
eutroph (nährstoffreich) hohe Produktivität	Phragmitetum australis Caricetum gracilis Caricetum elatae typische Ausbildung Angelico-Cirsietum Ainetum glutinosae (Feldschicht) Wirtschaftswiesen intensiv	50 - 100	an nährstoffreichen Standorten häufiger	7	Lemnion minoris Potamogeton pectinatus Phragmitetum australis Sparganio-Glycerion Ranunculo fluitantis Magnocaricion
				6	
mesotroph mäßig nährstoffarm mäßige Produktivität	Molinietum caeruleae brach Juncetum subnodulosi Caricetum lasiocarpae	25 - 50	mäßig nährstoffreiche Standorte anzeigend	5	Cardamino-Montion Nanocyperion Potamogeton pectinatus Nymphaeion albae Cnidion dubii Calthion Filipendulion Molinion Caricion lasiocarpae
				4	
			auf nährstoffarmen Standorten häufiger	3	
oligotroph (nährstoffarm) geringe Produktivität	Caricetum limosae Caricetum lasiocarpae typicum Caricion davallianae Caricion fuscae Polygalo-Nardetum Molinietum Caricion davallianae-Ausb. Sphagnetum magellanicum Erico-Sphagnetum magellanicum Vaccinio-Pinetum rot./sylv. (Feldschicht)	< 25		2	Rhynchosporion Caricion fuscae Caricion davallianae Caricion bicolori-atrofuscae Molinion Nardo-Calluneteta
			nährstoffärmste Standorte anzeigend	1	

Basenversorgung, Mineralstoffgehalt, Torfmächtigkeit) oder zur Vegetationsentwicklung (Großrestanalyse) werden wegen des damit verbundenen Aufwands überwiegend auf Ausnahmefälle beschränkt bleiben. Hier sind dann spezielle Moorbohrer, die die Probe halten, erforderlich (z. B. Dachnowsky-Sonde, vgl. OVERBECK 1975). Bei stärker zersetzten Torfen ist die Probenahme auch mittels Pürckhauer Bohrstock möglich (z. B. zur Beurteilung des Mineralstoffgehalts oder des Profilaufbaus).

2.4 Vegetation naturnaher und extensiv genutzter Niedermoore

2.4.1 Erfassungsmethoden

Die Erfassung der Vegetationsverhältnisse gehört bei unzureichender Datenlage zum Standardprogramm von Umsetzungskonzepten, denn die Vegetation kann als Indikator für Hydrologie, Nährstoffhaushalt, Nutzungseinfluss und Lebensraumfunktion von Mooren herangezogen werden. So lassen sich Karten zum Wasserhaushalt, zur Trophie oder zur Habitateignung ableiten. Vielfach ist

Zweck:	Feldmethode zur Beurteilung der Standortverhältnisse; Abgrenzung von ökologisch relevanten Lebensraumtypen; Prognose der Entwicklung bei veränderten Bedingungen; Beurteilung von Schutzwürdigkeit und Beeinträchtigungen.
Methoden:	Pflanzensoziologische Kartierung auf Verbands-, Assoziations- oder Ausbildungsebene (Braun-Blanquet-System). Erfassung von Indikatorarten bzw. ökologischen Gruppen nach ökologischen Zeigerwerten; Vegetationsaufnahmen.
Literatur:	Allgemeine Übersichten: DIERSCHKE (1994), ELLENBERG (1996), ELLENBERG & al. (1991), PFADENHAUER (1997), WILLMANN (1993), BRAUN-BLANQUET (1964). Regionale Übersichten Pflanzengesellschaften: Süddeutschland: OBERDORFER (1977/92); BRD: ELLENBERG & al. (1991), RENNWALD [Hrsg.: BfN] (2000); DIERSCHKE [Hrsg.] 1996 – 2001 (unvollständig); Österreich: MUCINA & al. (1993). Auswahl moorbezogener Übersichten: DIERBEN (1982), DIERBEN & DIERBEN (1984), BRAUN (1968).

auch das Entwicklungspotenzial bei veränderten Bedingungen, also z. B. nach Wiedervernässung oder Aufgabe der Nutzung, prognostizierbar. Über die indikatorische Ebene hinaus sind Vegetation und Vegetationstypen (Pflanzengesellschaften) Wertobjekte des Naturschutzes, so dass die Vegetation im Zusammenhang mit der Gebietsbewertung (Bedeutung des Gebiets für den Naturschutz) und der Beurteilung von Störungen eine große Rolle spielt.

Mit den Pflanzengesellschaften des Braun-Blanquet-Systems (vgl. DIERSCHKE 1994) steht ein Instrument zur Verfügung, das diesen Anforderungen gerecht wird und das sich als Kommunikationsplattform bewährt hat. Neben den „Pflanzengesellschaften Süddeutschlands“ von OBERDORFER (1977/92) liegt mit dem Verzeichnis der Pflanzengesellschaften Deutschlands (RENNWALD 2000) inzwischen eine weitere Übersicht vor. Von zentraler Bedeutung sind beim pflanzensoziologischen Gliederungssystem die Verbände, weil das sozio-ökologische Verhalten der charakterisierenden Arten gerade im Moorbereich auf hohem Niveau gesichert ist.

Für die Beurteilung der wasserhaushaltlichen und trophischen Situation ist es notwendig, dass über die Pflanzengesellschaft hinaus Aussagen zur Beteiligung insbesondere von ökologisch aussagekräftigen Arten getroffen werden. Neben der kartierten pflanzensoziologischen Einheit sollten deshalb auch weitere am Aufbau der Artengemeinschaft beteiligte Verbände genannt werden.

Beispiel: Das Mehprimel-Kopfbinsenried (Primulo-Schoenetum) weist standörtlich und nutzungsbedingt eine sehr große floristische Variationsbreite auf. So reicht das Spektrum von torfmoos- oder schlenkenreichen Beständen mit Skorpionmoos und Wasserschlauch-Arten über arten- und blütenreiche Ausbildungen bis hin zu entwässerten, angedüngten Beständen mit Arten der Wirtschaftswiesen. Tabelle 24 zeigt für dieses Beispiel einige Kartiertypen mit möglichen Aussagen. Die nachgestellten Kürzel stehen hier für



Abbildung 75: Artenarmes Mehprimel-Kopfbinsenried (PS arm) mit Dominanz von Rasenbinse und Alpenhaargras (*Trichophorum cespitosum*, *T. alpinum*). Tendenz zur Einwanderung von „Hochmoor-Arten“ (Rothenrain, TÖL).

einen ebenfalls am Aufbau des Pflanzenbestands beteiligten Verband.

Die Vegetationstypen sind bezüglich ihres Artenspektrums zu charakterisieren, darüber hinaus sind Aussagen zur standörtlichen Bindung, zu Schutzwürdigkeit und Gefährdung, zur Beteiligung gefährdeter Arten sowie zu erforderlichem Standort- und Vegetationsmanagement zu treffen. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit von Umsetzungskonzepten ist eine Vereinheitlichung der Kartiertypen und Legenden anzustreben. Die für die Nachvollziehbarkeit erforderliche Dokumentation durch Vegetationsaufnahmen und Fotos sollte, falls nötig, als Zusatzleistung erfolgen.

Bei Durchdringung unterschiedlicher Vegetationstypen (z. B. Bult-Schlenken-Komplexe) haben sich Komplexkartierungen als zweckmäßig erwiesen. Der Begriff Komplex bezeichnet eine insgesamt homogene Vegetationsdecke, die sich aus Vegetationstypen verschiedener Verbände aufbaut.

Tabelle 24: Kartiertypen des Mehprimel-Kopfbinsenrieds.

Mehprimel-Kopfbinsenried	Ausbildung		ökologische Aussage
	PS oxy	mit Arten der Regenwassermoore	Ombrotrophierung; evtl. entwässerungsbedingte „Versauerung“
	PS arm	artenarm	Neigung zur Entbasung der Standorte meist mit Rasenbinse
	PS sco	mit Arten kalkhaltiger Schlenken (Scorpidio-Utricularion)	i. d. R. sehr nass, oligotroph, subneutral-kalkhaltig
	PS sph	mit Arten saurer bis subneutraler Schlenken (Sphagno-Utricularion)	i. d. R. sehr nass, oligo- bis mesotroph, subneutral; durch Differenzierung nach Torfmoosen weitergehende Aussagen
	PS typ	typische Ausbildung (typicum)	nass bis mäßig nass, oligotroph, kalkhaltig; häufig artenreich
	PS mes	mit Arten der Halbtrockenrasen (Mesobromion)	feucht bis mäßig feucht, mesotroph-kalkhaltig; häufig im Übergang zu Mineralböden
	PS arr	mit Arten der Wirtschaftswiesen (Arrhenatherion)	mäßig eutroph, evtl. in Intensivierung (Düngung)

2.4.2 Vegetationstypen der Niedermoore

Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die charakteristischen Verbände naturnaher und extensiv genutzter Niedermoore und über ihre ökologischen Präferenzen gegeben (siehe Tabelle 25, S. 77 u. Abbildung 76, S. 78). Einige der für Niedermoore typischen Pflanzengesellschaften können auch auf oligotrophen, nassen Mineralböden auftreten. Bezüglich detaillierter Information wird auf weiterführende, teilweise o. g. Literatur verwiesen. Kennzeichnende Arten sind Tabelle 35 und Tabelle 36 zu entnehmen (s. Anh. S. 114 - 120).

(1) Kleinseggenriede und Schlenkengesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea)

Standort, Verbände: Kleinseggenriede und Schlenkengesellschaften sind floristisch sehr vielfältig. Einschließlich der Moose haben hier etwa 150 Arten einen Verbreitungsschwerpunkt. Dementsprechend groß ist die Zahl der beschriebenen Pflanzengesellschaften.

In der floristischen Unterteilung in Verbände kommt der Säuregrad des Standorts zum Aus-

Tabelle 25: Verbände naturnaher bis extensiv genutzter Niedermoore. Farblich unterlegt: für Niedermoore charakteristische Verbände, nicht unterlegt: Verbände, die von Mineralböden oder von Sonderstandorten auf Niedermoore übergreifen

Hauptbestände	
Kleinseggenriede und Schlenkengesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea)	Schlenkengesellschaften (Rhynchosporion albae) Fadenseggen-Gesellschaften (Caricion lasiocarpae) Braunseggen-Gesellschaften (Caricion fuscae) Davallseggen-Gesellschaften (Caricion davallianaee) Arktisch-alpine Binsenseggen-Schwemmufergesellschaften (Caricion maritimae)
Röhrichte und Großseggenriede (Phragmitetea)	Großröhrichte (Phragmition australis) Klein- und Bachröhrichte (Sparganio-Glycerion fluitantis) Großseggenriede (Magnocaricion)
Mähwiesen (Molinio-Arrhenatheretea)	Pfeifengraswiesen (Molinion) Nasse Staudenfluren (Filipendulion) Nasswiesen (Calthion)
Moor- und Sumpf-Gebüsche (Alnetea, Franguletea)	Grauweidengebüsche, Moorbirken-Bruchwälder, Moorgebüsche, Weiden-Brüche (Salicion cinereae) Brombeer-Gebüsche (Lonicero-Rubion silvatici)
Sumpfeidelbeeren-Moorbirken-Moorwälder (Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris)	Moorbirken-Wälder (Betulion pubescentis) Fadenseggen-Waldkiefern-Moorwälder (Carici lasiocarpae-Pinion sylvestris)
Bruchwälder und –gebüsche (Alnetea glutinosae)	Erlen-Bruchwälder (Alnion glutinosae)
Nebenbestände	
Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnetea)	Wasserlinsen-Gesellschaften (Lemnion)
Armluchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis)	Gesellschaften der Zerbrechlichen Armluchteralge (Charion fragilis syn. Charion asperae)
Wasserschlauch-Gesellschaften (Utricularietea)	Torfmoos-Wasserschlauch-Gesellschaften (Sphagno-Utricularion) Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Gesellschaften (Scorpidio-Utricularion)
Wasserpflanzen-Gesellschaften (Potamogetonetea)	Fluthahnenfuß-Gesellschaften (Ranunculion fluitantis) Seerosen-Gesellschaften (Nymphaeion albae) Kammlaichkraut-Gesellschaften (Potamogetonion pectinati)
Strandling-Gesellschaften (Littorelletea)	Strandlings-Uferasengesellschaften (Littorellion uniflorae) Strandschmielen-Gesellschaften (Deschampsion littoralis)
Quellfluren (Montio-Cardaminetea)	Schaumkraut-Quellflurgesellschaften kalkarmer Standorte (Cardamino-Montion) Starknervmoos-Tuffgesellschaften kalkreicher Standorte (Cratoneurion commutati)
Torfmoos- und Zwergstrauchgesellschaften ombrogener Moore (Oxycocco-Sphagnetetea)	Hochmoor-Bultgesellschaften Zentraleuropas (Sphagnion magellanici) Glockenheide-Feuchtheide-Gesellschaften (Ericion tetralicis)
Borstgras- und Zwergstrauchheiden (Nardo-Callunetea)	Borstgrasrasen der Tieflagen (Violion caninae) Torfbinsen-Gesellschaften (Juncion squarrosi)
Heidekraut-Kiefern- und Fichten-Nadelwälder (Vaccinio-Piceetea)	Piceion abietis (Mitteleuropäische Fichten-Wälder)

druck. Den sauren Flügel markieren typische Ausbildungen von Braunseggen-Gesellschaften (Caricion fuscae), im subneutralen Bereich liegt der Schwerpunkt typischer Ausbildungen von Schlenken- und Fadenseggen-Gesellschaften (Rhynchosporion, Caricion lasiocarpae) und im basischen Flügel dominieren auf moorigen bis anmoorigen Standorten Davallseggen-Gesellschaften (Caricion davallianaee). An Fließgewässern im Bereich der Alpen können Arten der arktisch-alpine Binsenseggen-Schwemmufergesellschaften (Caricion maritimae) hinzutreten.

Charakteristische Arten: Die gesamte Klasse zeichnet sich floristisch durch konkurrenzschwache Arten aus, die auf nährstoffarme Verhältnisse bei hoher Nässe angewiesen sind. Bei den matrixbildenden Arten handelt es sich mit wenigen Ausnahmen um kleinwüchsige Cyperaceen, wie z. B. in den Schlenkengesellschaften (Rhynchosporion) um Weißes und Braunes Schnabelried (*Rhynchospora alba*, *R. fusca*) oder Schlammsegge (*Carex limosa*) und Blumenbinse (*Scheuch-*

zeria palustris). Bezeichnend für die Fadenseggenriede (Caricion lasiocarpae) sind neben der namensgebenden Art einige stark gefährdete Seggen (*Carex chordorrhiza*, *C. heleonastes*, *C. diandra*) und eine Vielzahl von zum Teil hochgradig gefährdeten Moosen, insbesondere Torfmoose wie *Sphagnum flexuosum*, *S. subsecundum* oder *S. obtusum*.

Kennzeichnende und bestandsbildende Arten des auf kalkhaltigen Standorten auftretenden Caricion davallianaee sind neben der namensgebenden Davallsegge das Rostrote und das Schwarze Kopfriete (*Schoenus ferrugineus*, *S. nigricans*) sowie als auffällige Arten die Mehlprimel (*Primula farinosa*) oder das Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*).

Die Braunseggenriede (Caricion fuscae) sind als Zentrum der Klasse eher negativ durch den Ausfall kennzeichnender Arten der anderen Verbände gekennzeichnet. Bezeichnend sind Dominanzbestände von Braunsegge (*Carex nigra*), die allerdings häufig auf andere Gesellschaften der Klasse

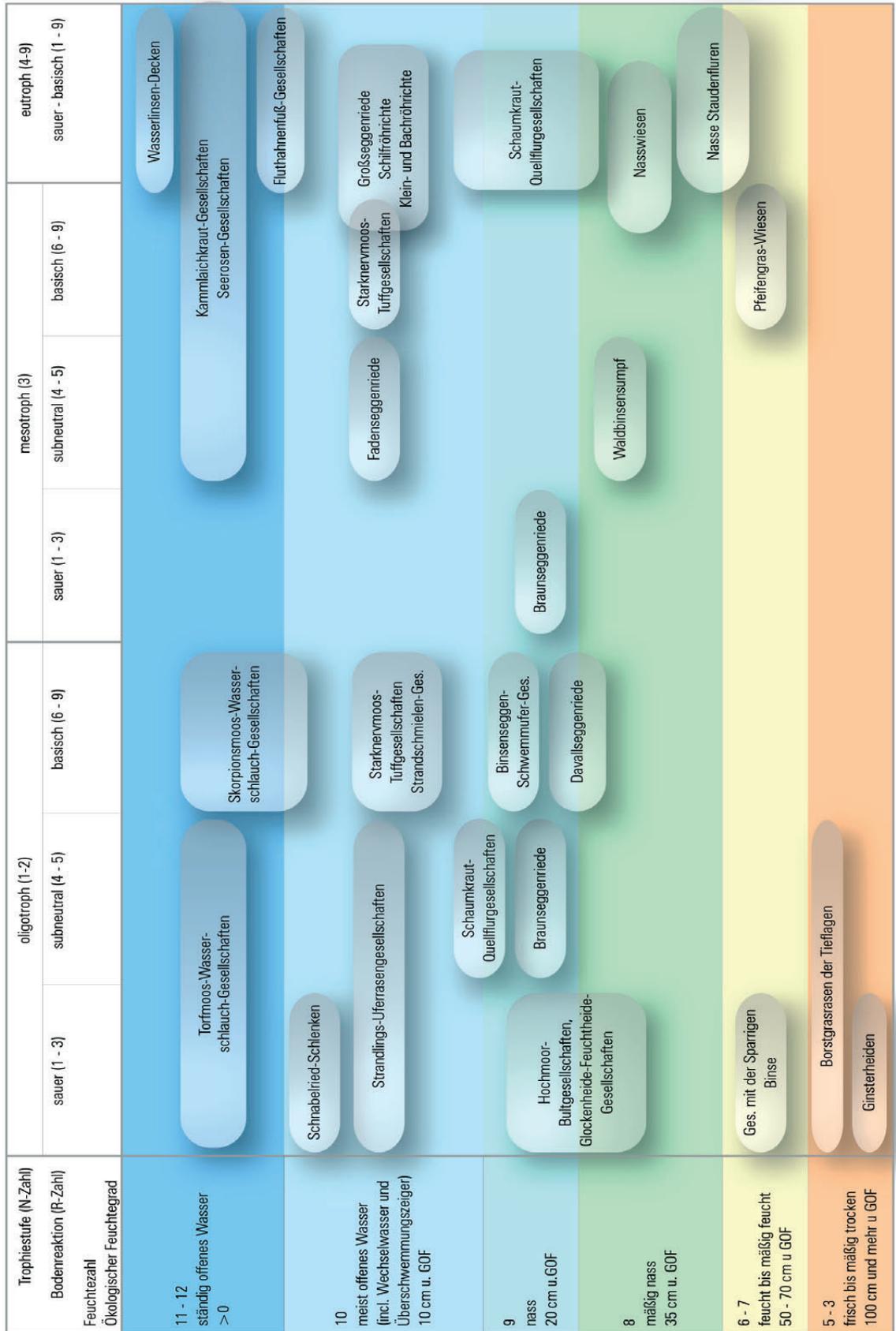


Abbildung 76: Ungefäher Feuchte-, Nährstoff- und Säure-Basenbereich wichtiger Verbände in Niedermooeren und Gewässern. Auf Grundlage der Ökologischen Zeigerwerte von Kennarten (ELLENBERG & al. 1991).



Abbildung 77: Mehlprimel-Kopfbinsenried (*Caricion davallianae*) in der Ausbildung mit Starknervenmoos (*Cratoneurion commutati*), eine charakteristische Gesellschaft kalkreicher Quellmoore. In den Schlenken kommen Armleuchteralgen und Starknervenmoos-Gesellschaften (*Charetea fragilis*, *Cratoneurion commutati*) zur Dominanz (Lachen, OAL)



Abbildung 78: Schlammseggenried (*Rhynchosporion*) sehr nasser, oligotroph-subneutraler Standorte in Ausbildung mit minerotraphenten Torfmoosen (*Sphagno-Utricularion*) (Blauseemoor, OAL). Die Ausbildung vermittelt mit *Sphagnum flexuosum* und *S. subsecundum*, selten auch mit *Sphagnum obtusum* zu den Fadenseggenrieden (*Caricion lasiocarpae*).

übergreift sowie als weitere Seggen *Carex canescens* und *C. echinata* oder das Sumpf-Veilchen (*Viola palustris*).

Ausbildungen: Auf sehr nassen, nährstoffarmen und subneutralen bis kalkhaltigen Standorten siedeln Schlenkengesellschaften (*Rhynchosporion*), Fadenseggen- (*Caricion lasiocarpae*) und Davallseggenriede (*Caricion davallianae*) in Ausbildungen mit Arten der Skorpionsmoos-Gesellschaften (*Scorpidio-Utricularion*). Insbesondere beim Mehlprimel-Kopfbinsenried treten im Bereich von Quellen Arten der Starknervenmoos-Gesellschaften (*Cratoneurion commutati*) auf. Durch Entwässerung besteht auf Grund des geringen Pufferungsvermögens nach Auswaschung der Karbonate eine Neigung zur „Versauerung“. Sie kommt in Ausbildungen mit Arten der Hoch- bzw. Regenwassermoore und der Hochmoorheiden zum Ausdruck.

Für Braunseggenriede (*Caricion fuscae*) sind floristische Übergänge zu den Regenwassermooren aufgrund ihres räumlichen Kontakts und der Basenarmut der Standorte typisch. An Standorten mit etwas höherer Basenversorgung bestehen Übergänge zu den Kleinseggenrieden kalkhaltiger Standorte, die gebietsweise als eigene Gesellschaften geführt werden (z. B. *Parnassio-Caricetum fuscae*, *Bartsio-Caricetum fuscae*).

Besonders artenreiche Ausbildungen der Kleinseggenriede kalkhaltiger Standorte (*Caricion davallianae*) finden sich im Übergang zu Mineralböden, wie z. B. im Bereich von Flussauen oder Hangmooren. Hier können dann Arten der Halb-

trocken- und Blaugrasrasen (Mesobromion, Seslerion) hinzutreten. Solche Artengemeinschaften zeichnen sich durch oft sehr bunte Blühaspekte aus (Abbildung 79).

Auf natürlicherweise oder auf durch Düngereintrag nährstoffreicheren Standorten sind Ausbildungen mit Arten der Nasswiesen (*Calthion*) anzutreffen. Häufig kommt dann *Calliargonella cuspidata* in der Mooschicht zur Dominanz. Auf eutrophierten, jedoch weniger nassen, z. T. entwässerten Standorten finden sich Ausbildungen mit Arten des Wirtschaftsgrünlands (*Arrhenatherion*).



Abbildung 79: Davallseggenried (*Caricion davallianae*) in Ausbildung mit Arten der Magerrasen (Mesobromion) (Wiesmahd Unterammergau, GAP). Die meist sehr artenreiche Ausbildung tritt insbesondere im Übergang zu Mineralböden auf. Im Vordergrund *Orchis morio*, *Gentiana clusii* und *Carex hostiana*.



Abbildung 80: Minerotropher Bult-Schlenkenkomplex. Pulvermoos, GAP. Sichelmoos-Rasenbinsen-Gesellschaft (*Drepanoclado-Trichophoretum* - *Caricion davallianae*) und Schnabelried-Schlenken (*Rhynchosporium albae* - *Rhynchosporion*) in Ausbildung mit Skorpionsmoos (*Scorpidio-Utricularion*).

Nutzungsabhängigkeit: Auch wenn ungenutzte Moore mit Kleinseggenrieden und Schlenkengesellschaften auf den ersten Blick oft naturnah erscheinen, so sind doch viele Bestände bis in die 1950er Jahre gemäht worden und nur wegen der langsamen Sukzession auf nährstoffarmen Standorten noch offen (siehe Abbildung 77, S. 79). Eine genauere Betrachtung gibt oft Hinweise auf die potenzielle Gehölz- oder Waldfähigkeit. Auf Indizien wie Gehölz-Jungwuchs oder Länge von Jahrestrieben ist besonders zu achten.

Homogene Durchdringungen verschiedener Gesellschaften (Bult-Schlenken-Komplexe) sollten als Komplextypen aufgenommen werden, wobei Aussagen über die beteiligten Gesellschaften zu treffen sind.

Bei Fazies von tief wurzelnden herdenbildenden Arten (*Carex rostrata*, *C. lasiocarpa*, *Eriophorum angustifolium*) im Bereich von Hoch- bzw. Regenwassermooren kann es sich um Sukzessionsrelikte handeln. Sofern in der Mooschicht keine Mineralbodenwasserzeiger auftreten, sollten solche Bestände den jeweiligen Gesellschaften der Regenwassermoore (Oxycocco-Sphagnetea) zugeordnet werden („Pseudohochmoor“).

(2) Röhrichte und Großseggenriede (Phragmitetea)

Standort: Röhrichte und Großseggenriede besiedeln vorwiegend sehr nasse, nährstoffreiche Niedermoorstandorte und Verlandungszonen von Gewässern. Sie stellen häufig Relikte früherer Verlandungsstadien von Stillgewässern dar. Während Großseggenriede (Magnocaricion) auch auf eher mesotrophen Standorten vorkommen (insbesondere *Caricetum elatae*, *Carex buxbaumii*-Gesellschaft), liegt der Verbreitungsschwerpunkt von Groß- und Bachröhrichten (Phragmition, Sparganio-Glycerion) im eutrophen Milieu. Ausnahmen bilden das Schneidbinsenried (*Cladietum marisci*) und das Röhricht der Graugrünen Teichsimse (*Schoenoplectus tabernaemontani*-Gesellschaft), die Verlandungsgesellschaften kalkreicher Quellseen und -bächen ausbilden.



Abbildung 81: Mesotraphentes Steifseggenried in Ausbildung mit Arten der Davallseggenriede (*Caricetum elatae* - *Caricion davallianae*). Links unregelmäßig, rechts regelmäßig gemäht (Ramsachwiesen, GAP).

Kennzeichnende Arten: Die häufigste Art der Röhrichte (Phragmition australis) ist das Schilf (*Phragmites australis*), das jedoch vielfach in andere Niedermoorgesellschaften übergreift. Nur bei Dominanz von Schilf und dem Vorherrschen weiterer kennzeichnender Arten sollten Bestände als Schilfröhrichte kartiert werden. Beispiele für weitere häufige, bestandsbildende Arten sind die beiden hochwüchsigen Rohrkolben-Arten (*Typha latifolia*, *T. angustifolia*) oder *Schoenoplectus lacustris*.

Die Großseggenriede (Magnocaricion) zeichnen sich durch meist einartige Dominanzbestände z. B. von Steifsegge (*Carex elata*), Rispensegge (*C. paniculata*), Sumpfssegge (*C. acutifolia*) oder anderen aus. Kennzeichnend für Wasserschwaden-Bachröhrichte (Sparganio-Glycerion) sind die Schwaden-Arten *Glyceria fluitans* und *G. notata* sowie die Ehrenpreis-Arten *Veronica beccabunga* und *V. anagallis-aquatica*. In der Mooschicht kommt auf eutrophen Standorten *Calliergonella cuspidata* *hochstet* vor. Daneben sind auf trockeneren Standorten häufiger *Amblystegium humile* oder *Drepanocladus aduncus* vertreten.

Ausbildungen: Den Kern der Röhricht-Gesellschaften bilden wuchskräftige Arten, häufig kommen Arten der Nasswiesen (Calthion) hinzu, die teilweise den typischen Artenkombinationen zuzurechnen sind.

Auf mesotroph-kalkhaltigen Standorten treten insbesondere bei Steifseggen- und Schneidbinsenrieden Ausbildungen mit Arten von Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Gesellschaften (*Scorpidio-Utricularion*) und von Davallseggenrieden (*Caricion davallianae*) auf. Seltener z. B. im Bereich von Quellmoor-Verlandungszonen kommen Ausbildungen mit Armeleuchteralgen des *Charion asperae* vor. In der Zonation von kalkreichen Quellmoorverlandungen sind bei „Versauerung“ stellenweise Steifseggen- oder Schneidried-Bestände zusammen mit Arten verheideter Regenwassermoore (*Sphagnion magellanicum*, *Nardo-Callunetea*) festzustellen. Auf trockeneren, nährstoffreichen Standorten sind Arten der Hochstaudenfluren (*Filipendulion*, *Convolvulion*) am Aufbau der Bestände beteiligt. In beiden Fällen ist besonderes Augenmerk darauf zu legen, ob die diese Ausbildungen



Abbildung 82: Meso- bis eutraphente Verlandungsgesellschaften. Typische Ausbildung des Steifseggenrieds (*Caricetum elatae* – *Magnocaricion*) und eutraphentes Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*)²¹ (*Caricion lasiocarpae* – *Magnocaricion*). Trauchgau, OAL.

gen bedingenden Prozesse natürlicherweise bedingt sind oder ob sie Folge von Entwässerung sind (Versauerung, Auteutrophierung).

Fazies von Schilf (*Phragmites australis*) oder von Großseggen (insbesondere *Carex elata*) überlagern häufig Kleinseggenriede des *Caricion davallianae*. Sie sind nicht als Röhrichte bzw. Großseggenriede zu kartieren, sondern der entsprechenden Gesellschaft der Kleinseggenriede zuzuordnen, falls erforderlich in entsprechender Fazies.

Nutzungsabhängigkeit: Während initiale Großseggenriede und Röhrichte innerhalb von Verlandungszonen langfristig offen bleiben, sind die meisten späteren Sukzessionsstadien gehölz- und waldfähig. Insbesondere auf nährstoffreichen, entwässerten Standorten ist die Wuchsleistung von Gehölzen, insbesondere die der Schwarzerle, groß.

(3) Grünland-Gesellschaften und nasse Staudenfluren (*Molinio-Arrhenatheretea*)

Standort: Aus der Ordnung *Molinietalia* kommen Pfeifengraswiesen (*Molinion*), nasse Staudenfluren (*Filipendulion*), Nasswiesen (*Calthion*) und Gesellschaften der Spitzblütigen Binse (*Juncion acutiflori*) im Bereich von Niedermooren vor, wobei viele der Gesellschaften auch auf Mineralböden auftreten. Die Gesellschaften besiedeln überwiegend feuchte bis mäßig nasse, meso- bis eutrophe Standorte, wobei die Pfeifengraswiesen (Mo-



Abbildung 83: Die Arzneibaldrian-Mädesüßflur (*Valeriano-Filipenduletum*, *Filipendulion*) ist eine Hochstaudenflur mäßig nasser Standorte.

linion) und Gesellschaften der Spitzblütigen Binse (*Juncion acutiflori*) am weitesten auf nährstoffarme Standorte übergreifen. Die Ordnung der Fettwiesen und Weiden (*Arrhenatheretalia*) tritt auf Moorstandorten als Folge von stärkerer Düngung auf, kann aber auch durch häufige Überschwemmung mit nährstoffreichem Wasser bedingt sein.

Hinsichtlich des Wasserhaushaltes liegt der Schwerpunkt von Pfeifengraswiesen (*Molinion*)



Abbildung 84: Die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*) hat einen Verbreitungsschwerpunkt in hochstaudenreichen Pfeifengraswiesen (*Molinietum caeruleae* - *Filipendulion*).

²¹ Das *Caricetum rostratae* OSVALD 1923 em. DIERBEN 1982 wird neuerdings dem Verband der Fadenseggenriede (*Caricion lasiocarpae*) zugeordnet, was aufgrund des Verbreitungsschwerpunktes auf eher oligo- bis mesotrophen Niedermoorstandorten sinnvoll erscheint.

und Hochstauden-Gesellschaften (Filipendulion) im feuchten bis mäßig nassen Bereich, während Arten von Nasswiesen (Calthion) und von Gesellschaften der Spitzblütigen Binse (*Juncus acutiflori*) auf nässere Standorte vordringen. Kontinental geprägte Brenndolden-Pfeifengraswiesen (*Cnidion dubii*) sind an mineralische Nassböden gebunden.

Kennzeichnende Arten: Kennzeichnend für die Pfeifengraswiesen (Molinion) ist die namensgebende *Molinia caerulea*, die allerdings in zahlreichen anderen Niedermoor-Gesellschaften ebenso wie in entwässerten Regenwassermooren auftritt. In typischen Pfeifengras-Streuwiesen siedeln viele attraktive Arten, wie Pracht-Nelke (*Dianthus superbus*), Heilziest (*Betonica officinalis*), Färberscharte (*Serratula tinctoria*), Nordisches Labkraut (*Galium boreale*), Schwalbenwurz-Enzian (*Gentiana asclepiadea*) u. v. m.. Eine Besonderheit Südbayerns ist die Beteiligung des Duftlauchs (*Allium suaveolens*), der zwischen Isar und Lech einen mitteleuropäischen Verbreitungsschwerpunkt besitzt.



Abbildung 85: Typische Ausbildung einer Pfeifengraswiese (Molinion).

Im Vordergrund Preußisches Laserkraut (*Laserpitium prutenicum*) und Färberscharte (*Serratula tinctoria*). Pulvermoos, GAP.

Nasswiesen (Calthion) zeichnen sich durch eine Vielzahl von nährstoffdankbaren Arten aus, die allerdings in sehr unterschiedlicher Zusammensetzung auftreten können. Binsen, wie *Juncus effusus* oder *J. conglomeratus* treten auf verdichteten Standorten, z. B. als Folge von Beweidung oder Entwässerung, stärker in den Vordergrund. Die Knotenbinse (*J. subnodulosus*), die häufig von Arten der Kleinseggenriede begleitet wird, vermittelt zu den Davallseggenrieden. Zur Dominanz können auch Schlank- und Sumpfschilf (*Carex acuta*, *Carex acutiformis*) oder Wald-Simse (*Scirpus sylvaticus*) gelangen. Kennzeichnend sind auch eutraphente Moosarten wie *Calliergonella cuspidata*, *Plagiomnium affine*, *Plagiomnium ellipticum* oder *Plagiomnium undulatum*, die auch in eutraphente Ausbildungen der Kleinseggenriede auftreten. Die häufigste Art ist dabei das Spitzmoos (*Calliergonella cuspidata*).

Nutzungsabhängigkeit: Die Standorte der genannten Verbände sind potenziell waldfähig, d. h. zur Offenhaltung sind die Artengemeinschaften auf Nutzung bzw. Pflege angewiesen. Während Hochstaudenfluren noch Jahre nach der Nut-



Abbildung 86: Engelwurz-Kohldistel-Wiese (Calthion) in Ausbildung mit Arten der Kleinseggenriede (*Caricion davallianae*). Das ehemalige Kleinseggenried hat sich nach der Überschwemmung von 1999 zu einer Nasswiese mit reliktschen Arten der Ausgangsgesellschaft entwickelt. Pulvermoos, GAP.



Abbildung 87: Knollendistel-Pfeifengraswiese (*Cirsio-Molinietum, Molinion*) mit Arten der Halbtrockenrasen (*Mesobromion*). Auf wechsellückigen Standorten, wie sie im Bereich von Mineralböden vorkommen, treten oft trockenheitsverträgliche Arten in den Vordergrund. Im Bild Dominanzbestände der nach IUCN weltweit gefährdeten Sumpf-Gladiole (*Gladiolus palustris*, Fruchtstände). Daneben Duftlauch (*Allium suaveolens*), und Wiesen-Flockenblume (*Centaurea jacea*), im Hintergrund Herden von Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) auf einem eutrophierten Trischenplatz. Murnauer Moos, GAP.

zungsaufgabe in ihrem Arteninventar weitgehend stabil bleiben können, neigen Pfeifengras- und Nasswiesen beschleunigt zur Änderung ihrer typischen Artenzusammensetzung. Vor allem Pfeifengraswiesen bilden bereits nach wenigen Jahren der Brache teilweise mächtige Streufilddecken. Hierdurch und durch die Dominanz des Pfeifengrases werden v. a. kleinere Blütenpflanzen verdrängt. Nicht mehr bewirtschaftete Nasswiesen neigen zur Verhochstaudung.

(4) Bruchwälder und -gebüsche (*Alnetea glutinosae* 22)

Standort: Bruchwälder (*Alnion glutinosae*) besiedeln mäßig bis sehr nährstoffreiche Moorstandorte, wobei der Wasserspiegel ganzjährig an der Oberfläche liegen kann. Die ärmeren, sauren bis

²² Abweichend von RENNWALD & al. (2000) sollten die Bruchgebüsche wegen der großen floristischen und ökologischen Ähnlichkeit mit den Bruchwäldern zur Klasse der *Alnetea* gestellt werden (s. a. RENNWALD & al., 2000: Anm. 641, OBERDORFER 2001).

subneutralen Standorte werden von den Torfmoos-Erlenbruchwäldern (*Sphagno palustris*-Alnetum), die reicheren von den Walzenseggen-Erlenwäldern (*Carici elongatae*-Alnetum) eingenommen. Die Bruch- und Moorgebüsche (*Salicion cinereae*), die häufig nur ein Vorstadium der Waldentwicklung bilden, umfassen ein floristisch ähnliches Spektrum von Gesellschaften meso- bis eutropher, feuchter bis sehr nasser Standorte. Neben den Strauchweidengebüschen reicherer Standorte (*Salicetum cinereae*, *Salicetum auritae*) treten auf armen Standorten Kriechweiden-Gebüsche (*Betulo*-*Salicetum repentis*) auf.



Abbildung 88: Erlen-Bruchwald in Ausbildung mit *Carex rostrata* und Arten der Braunseggenriede (*Sphagno*-Alnetum) Ausb. mit *Caricion fuscae*-Arten).

Kennzeichnende Arten:²³ Als dominierende Gehölzarten treten in den Bruchwäldern *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Betula pubescens* und im Übergang zu den Moorwäldern auch *Picea abies* auf. Die Bruchgebüsche des *Salicion cinereae* werden insbesondere durch die Weidenarten *Salix aurita* und *Salix cinerea* gebildet.

Als charakteristische Arten von Bruchwäldern und -gebüschen sind für die Moos- und Krautschicht u. a. zu nennen: *Calamagrostis canescens* agg., *Carex elongata*, *Thelypteris palustris* (3/3), *Solanum dulcamara*, *Galium palustre* ssp. *elongatum*, *Dryopteris cristata* (2/3), *Ribes nigrum*, *Rhizomnium punctatum*, *Plagiothecium ruthei*, *Sphagnum fimbriatum*, *Trichocolea tomentella* (-/3). Je nach Nässegrad treten Arten der Großseggenriede (Magnocaricion), der Röhrichte (Phragmition) und

der Nasswiesen (*Calthion*) als kennzeichnende Arten hinzu. Für saure Standorte sind Arten der Braunseggenriede (*Caricion fuscae*) und minerotrophente Torfmoose (*Sphagnum squarrosum*, *S. fimbriatum*, *S. palustre*) charakteristisch.

Ausbildungen: Die floristische Vielfalt bei den Bruchwäldern und Gebüschgesellschaften resultiert vor allem aus Unterschieden in der Wasserversorgung. Während auf nassen Standorten sogar Ausbildungen mit Laichkraut-Arten auftreten, können auf feuchten bis mäßig feuchten, oft entwässerten Standorten Arten nitrophytischer



Abbildung 89: Erlen-Bruchwald mit Quellaufstoß in Ausbildung mit Arten der Großseggenriede (*Carici elongatae*-Alnetum, Ausb. mit *Magnocaricion*-Arten).

Hochstaudenfluren (*Aegopodion podagrariae*) größere Bedeutung erlangen. An Quellaustritten sind Ausbildungen mit Arten kalkreicher oder -armer Quellfluren (*Cratoneurion commutati*, *Cardamino-Montion*) zu beobachten. Bei größerer Nährstoffversorgung kann der Riesenschachtelhalm (*Equisetum telmateia*) zur Dominanz gelangen. In Kontakt zu anmoorigen Standorten oder zu Fließgewässern bestehen häufig Übergänge zu Wäldern des Alno-Ulmion.

Gebüschgesellschaften nährstoffärmerer Standorte (z. B. Strauchbirkenmoor, Kriechweidengebüsch) sind oft im Komplex mit Kleinseggenrieden und Schlenkengesellschaften vergemeinschaftet und weisen dann ein ähnliches Artenspektrum auf (siehe Kapitel C 2.4.2(1), S. 76).

(5) Sumpfbeidelbeer-Moorbirken-Moorwälder (*Vaccinio uliginosi*-*Pinetea sylvestris*)

Standort: Fadenseggen-Kiefern-Moorwälder (*Carici lasiocarpae*-*Pinion sylvestris*) stehen floristisch und standörtlich zwischen den kiefernreichen Hochmoorwäldern und den torfmoosreichen Erlen- und Birken-Bruchwäldern. Sie besiedeln

²³ Bruchwälder und Moorwälder werden im Rahmen der Synopsis der Pflanzengesellschaften bearbeitet (Bruchwälder: MAST i. Vorb., Moorwälder: WAGNER & WAGNER i. Vorb.). Solange diese Gliederungssysteme nicht vorliegen, sollte die Ansprache der Bruch- und Moorwälder nach der Eingangs dargestellten Vorgehensweise mit Nennung der am Aufbau der Waldgesellschaft beteiligten Verbände erfolgen.

hauptsächlich oligo- bis mesotrophe, saure bis subneutrale, mäßig nasse bis sehr nasse Standorte. Die Artenkombinationen zeigen eine große Verwandtschaft zu den Fadenseggen-Gesellschaften (Caricion lasiocarpae).

Für die Moorgebüsche, in denen Arten der Regenwassermoore im Bereich der Bulte auftreten, sind neben den höherwüchsigen Straucharten die Kriechweide und die von ihr gebildeten Hybriden, die Strauchbirke und die nur in einigen Mooren des Alpenvorlandes vorkommende, vom Aussterben bedrohte Heidelbeerweide charakteristisch.



Abbildung 90: Detail aus einer Fadenseggen-Bergkiefern-Gesellschaft in typischer Ausbildung (Carici lasiocarpae-Pinion sylvestris). Im Vordergrund Traunsteiners Knabenkraut und Heidelbeerweide (Dactylorhiza traunsteineri, Salix myrtilloides).

Kennzeichnende Arten: In der Baum- bzw. Stauchschicht sind Berg- oder Waldkiefer dominant, stellenweise können Moorbirke oder Schwarzerle hinzu treten. Die Krautschicht und die verschiedenen Ausbildungen der Gesellschaften entsprechen weitgehend denen von Kleinseggen- und Schlenkengesellschaften (siehe Kapitel C 2.4.2(1), S. 76). Von den Moowäldern auf Regenwassermoorstandorten unterscheiden sich die minerotrophen Moowälder durch das Auftreten von Mineralbodenwasserzeigern.

(6) Armleuchteralgen-Gesellschaften (Charetea fragilis)

Armlauchteralgen besiedeln überwiegend oligo- bis mesotrophe Gewässer. Im Bereich von Niedermooeren treten sie in Kontakt zu kalkreichen Quellmooren (Caricion davallianae) auf. Gesellschaften der Klasse sind bezeichnend für Quellaufstöße, Moortümpel und dauerhaft durchsickernde, oft kaskadenartig aneinander gereihete Schlenken innerhalb von Hangquellmooren.

Kennzeichnende Arten: Kennarten kalkreicher Standorte (Charion asperae): *Chara aspera*, *C. tomentosa*, *C. vulgaris*, *C. fragilis*, *C. contraria*.

(7) Quellfluren (Montio-Cardaminetea)

Standort: Quellfluren siedeln im Bereich dauerhaft nasser, meist überrieselter initialer Quellmoore. Die Nährstoffgehalte sind an den Quellaustritten natürlicherweise sehr niedrig. Im weiteren Verlauf können durch Vermischung mit seitlich zulaufendem Wasser aus den oberen Bodenhorizonten auch höhere Nährstoffkonzentrationen auftreten. Anhand des Säuregrades werden zwei Verbände unterschieden:

Schaumkraut-Quellflugesellschaften kalkarmer Standorte (Cardamino-Montion) und Starknervmoos-Tuffgesellschaften kalkreicher Standorte (Cratoneurion commutati). Bei fortschreitender Torfbildung können Quellfluren von Schlenkengesellschaften saurer bis kalkhaltiger Quellmoore abgelöst werden.

Kennzeichnende Arten: Bei den charakteristischen Moosen von Quellfluren handelt es sich in erster Linie um Moose wie z. B. *Brachythecium rivulare*, *Hookeria lucens*, *Trematodon ambiguus* (2/2) oder *Dicranella palustris*.

Kennarten kalkarmer Quellfluren sind z. B. Bach-Quellkraut (*Montia fontana* -/3), Bach-Sternmiere (*Stellaria alsine*) und die hochgradig gefährdete Sumpf-Fetthenne (*Sedum villosum*), die allerdings nur noch in der Rhön sowie in wenigen Mooren Südbayerns vorkommt.

Bezeichnende Arten eher kalkhaltiger Standorte (Cratoneurion commutati) sind neben dem Pyrenäen-Löffelkraut (*Cochlearia pyrenaica*) eine Vielzahl von Moosen wie *Philonotis calcarea* (-/3), *Palustriella commu-*

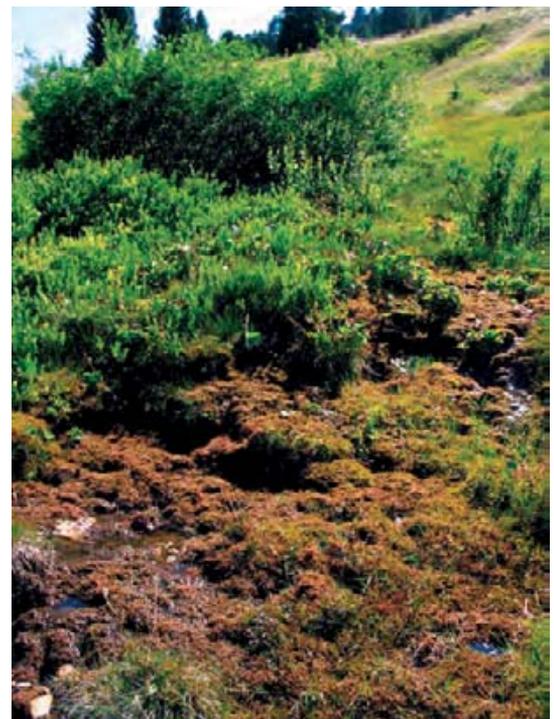


Abbildung 91: Überrieseltes, meso bis schwach eutrophes kalkhaltiges Quellmoor mit Starknervmoos-Tuffgesellschaft (Cratoneurion commutati). Langkofeleck, Südtirol.

tata (-/3), *Philonotis fontana* (3/-), *Cratoneuron filicinum* oder *Catoscopium nigrum* (3/2).

Ausbildungen: Quellfluren eutropher Standorte sind durch Beteiligung von Arten der Nasswiesen (*Calthion*) teilweise auch durch Großseggen (*Carex paniculata*) gekennzeichnet. Im Bereich von Nasswäldern (*Alnion*, *Alno-Ulmion*) treten Ausbildungen mit Arten von Quellfluren auf.

Nutzungsabhängigkeit: Bei den meist kleinflächigen Quellfluren der Tieflagen und unteren Berglagen handelt es sich i. d. R. um waldfähige Standorte, die bei Bewaldung zur Auteutrophierung durch Laubstreu neigen. Offenhaltungsmaßnahmen können dann aus Artenschutzgründen angezeigt sein.

(8) **Wasserschlauch–(Moortümpel)–Gesellschaften (*Utricularietea intermedio-repentis*)**

Standort: Wasserschlauch–Gesellschaften sind kennzeichnend für dauerhaft nasse (Wasserstufe 11), oligotrophe Standorte. Die torfmoosreichen Gesellschaften (*Sphagno-Utricularion*) sind typisch für saure bis subneutrale, elektrolytarme Standorte, die Gesellschaften mit Braunmoosen (*Scorpidio-Utricularion*) treten dagegen an kalkhaltigen Standorten auf.

Kennzeichnende Arten: Torfmoos–Wasserschlauch–Gesellschaften (*Sphagno-Utricularion*) subneutraler bis saurer Standorte: *Utricularia ochroleuca*, *Utricularia stygia*, *Utricularia minor*, *Sparganium natans*; Moose: *Sphagnum cuspidatum*, *S. fallax*, *S. denticulatum*

Skorpionsmoos–Wasserschlauch–Gesellschaften (*Scorpidio-Utricularion*) subneutraler bis kalkhaltiger Standorte: *Utricularia intermedia* agg. (2/3),



Abbildung 92: Skorpionsmoos–Wasserschlauch–Gesellschaft (*Scorpidio-Utricularion*) mit Kleinem Wasserschlauch (*Utricularia minor*).

Utricularia minor (3/2), *Scorpidium scorpioides* (3/3), *Calliergon trifarium* (3/3).

Ausbildungen: Die Gesellschaften beider Verbände finden sich i. d. R. nur kleinflächig und bilden meist keine eigenständigen Gesellschaften, sondern formen Ausbildungen von Schlenken–Gesellschaften (z. B. Schlammseggenried, Weißes und Braunes Schnabelbinsenried) oder von Fadenseggen–Gesellschaften (*Caricion lasiocarpae*, z. B. Fadenseggenried oder Strickwurzelseggenmoor).

Nutzungsabhängigkeit: Vorkommen im Bereich von weniger nassen Mooren sind z. T. auf unregelmäßige Offenhaltung angewiesen, können aber auch innerhalb von Moorwäldern, die aufgrund von Nässe und Nährstoffarmut schwachwüchsig bleiben, auftreten.

2.5 Flora

2.5.1 Zweck und Methoden

Zweck:	Festlegung des Zieltypen- und Zielartenspektrums als Vorgabe für Leitbild-, Ziel- und Maßnahmenplanung. Datengrundlage Fauna. Beurteilung der Schutzwürdigkeit und Schutzfähigkeit und Darstellung der Gefährdungsfaktoren. Prognose der Entwicklung bei verschiedenen Renaturierungsvarianten. Ableitung der Maßnahmen zur Zielerreichung.
Methoden:	Auswertung vorhandener Unterlagen; bei mangelhafter Datenlage zielgerichtete Bestandserhebung: halbquantitative Erfassung prioritärer Arten.
Literatur:	Methoden: ZAHLHEIMER, (1985), Kartieranleitung Wuchsortkartierung (LfU 1990, 2001). Rote Listen: KORNECK & al. 1996, LUDWIG & al. 1996, MEINUNGER & NUSS (BAY. LfU, HRSG.), 1996, RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1992, SCHÖNFELDER, P., 1986, SCHÖNFELDER & AL. 2001, WALTER & AL. [EDS], 1998; Nomenklatur: WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998 (Gefäßpflanzen), KOPERSKI & AL. 2000 (Moose). Auszuwertende Literatur/Daten: ASK, ABSP (StMLU 1992) ; LPK.

Aus floristischer Sicht besteht im Rahmen der Moorrenaturierung das Ziel, moortypische Arten im Gebiet zu erhalten bzw. zu fördern. Grundlage hierfür ist die Auswertung vorhandener Daten und, sofern erforderlich, die floristische Kartierung von Zielarten.

Datenerhebung bzw. Auswertung: Im Vorfeld der Planung ist die für das Gebiet vorliegende Literatur zu Moosen, Farn- und Blütenpflanzen auszuwerten und in (teilgebietsbezogenen) Gesamtartenlisten darzustellen. Die Nachweise der floristischen Kartierung sind in einer Datenbank mit GIS-Bezug zu dokumentieren. Dabei sollten in jedem Fall Angaben zum Zeitpunkt des letzten Nachweises, ggf. auch zur Bestandsgröße (Tabelle 26, S. 86) getroffen werden. Ergänzende Erhebungen umfassen die floristische Kartierung moortypischer Zielarten. Die Nomenklatur ist nach der Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (WISSKIRCHEN & HAEUPLER 1998) und der Referenzliste der Moose Deutschlands (KOPERSKI & AL. 2000) vorzunehmen.

Tabelle 26: Einfache Skala zur Schätzung der Bestandsgröße.

Stufe	Einzelpflanzen	Flächiger Bewuchs	
		Gefäßpflanzen	Moose
1	1 – 5	< 1m ²	<1/16 m ²
2	6 – 20	1 - 4 m ²	1/16 - 1 m ²
3	21 – 50	5 - 25 m ²	1 - 5 m ²
4	50 – 100	26 - 100 m ²	6 – 25 m ²
5	>100	>100 m ²	>26 m ²

Floristische Gebietsanalyse: Für die aktuellen und ehemals nachgewiesenen Vorkommen von Zielarten sind Aussagen zur Bestandssituation und zur Schutzfähigkeit zu treffen. Die Bedeutung der Vorkommen aus internationaler bis regionaler Sicht ist zu beurteilen. Den Rahmen hierfür liefern allgemein anerkannte Kriterien wie Rote Listen oder arealgeographische Bedeutung. Die Schutzfähigkeit ist auf Basis aktueller und potentieller Gefährdungen darzustellen. Im Hinblick auf die Leitbild-, Ziel- und Maßnahmenplanung ist die Nutzungabhängigkeit prioritärer Zielarten zu beurteilen (zu den Kategorien vgl. Kap. C 4, S. 100). Folgende Kategorien sollten unterschieden werden:

- **Arten naturnaher Moore:** Moortypische Arten, für die Primärlebensräume bestehen. Moortypische Arten, für die Primärlebensräume entwickelt werden können und für die auch eine höhere Wahrscheinlichkeit der Etablierung besteht.
- **Arten bedingt naturnaher Moore:** Moortypische Arten, für die mittelfristig keine Primärlebensräume entwickelt werden können und die von einer regelmäßigen Mahd zurückgedrängt würden, wie z. B. Strauchbirke (*Betula humilis*) oder Heidelbeerweide (*Salix myrtilloides*).
- **Arten kulturbetonter Moore:** Indigene, also moortypische Arten, für die Primärlebensräume nicht oder nur sehr langfristig regeneriert werden können. Hierunter fallen z. B. Arten, die auf im Rahmen der Renaturierungsplanung i. d. R. nicht zu regenerierende großräumige, landschaftsdynamische Prozesse angewiesen sind (z. B. *Pedicularis sceptrum-carolinum*) und Arten, die nur sehr kleine Populationen aufweisen und damit nur über ein sehr eingeschränktes Etablierungsvermögen verfügen. Zur Sicherung dieser Arten sind extensiv bewirtschaftete Flächen zu erhalten bzw. zu entwickeln. Kulturfolger, also nicht moortypische Arten unterschiedlichen Hemerobiegrades. Auch für Arten dieser Gruppe übernehmen Moore heute eine wichtige, gebietsweise zentrale Lebensraumfunktion, die gegen eine umfassende Renaturierung mit eigendynamischer Entwicklung sprechen kann.

Auf diesem Analyseschritt und der Darstellung der Gefährdungs- und biologischen Risikofaktoren aufbauend, sind im Rahmen der Ziel- und Maßnahmenplanung unterschiedliche Strategien zur Erhaltung und Entwicklung aufzuzeigen und die allein aus Sicht des abiotischen Ressourcenschutzes gewünschten Renaturierungsziele ggf. zu modifizieren.

2.5.2 Zielarten, prioritäre Arten

Aus den Leitlinien des Naturschutzes, die im BNatSchG §2(1)10 und in der Biodiversitätskonvention (SCBD 1992, Präambel u. Artikel 8f) formuliert sind, leitet sich ab, dass prinzipiell alle Arten zu berücksichtigen sind. Bei der Klärung der Frage, welche Arten im Rahmen von Umsetzungskonzepten als prioritär zu behandeln sind, spielt die aktuelle Bestandssituation der Arten aus internationaler bis landesweiter Sicht und die Situation im Naturraum eine entscheidende Rolle. Im Einzelfall kann den lokalen Erfordernissen höhere Bedeutung zukommen.

Sofern Erhebungen notwendig sind, sollten alle nach der Roten Liste Bayerns oder der BRD vom Aussterben bedrohten oder stark gefährdeten Blütenpflanzen, Farne und Moose sowie arealgeographisch und regional/lokal seltene, moortypische Sippen erfasst werden (siehe Tabelle 37, S. 121). Hinweise zu regional bedeutsamen Arten geben darüber hinaus die Landkreisebände des ABSP. Arten der FFH-Anhangliste sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

2.6 Fauna

2.6.1 Zweck und Methoden

Die Erhebung der Fauna bzw. die Auswertung der faunistischen Daten dient zur Feststellung von Zielarten und von indikatorisch relevanten Arten. Ziel der Moorrenaturierung ist es, Vorkommen moortypischer Arten zu erhalten und zu fördern.

Datenerhebung bzw. Auswertung: Im Vorfeld der Planung ist die für ein Gebiet vorliegende Literatur auszuwerten. Die naturschutzrelevanten Arten sind in (teilgebietsbezogenen) Gesamtart-

Zweck:	Festlegung des Zielartenspektrums mit Habitatansprüchen der Arten. Beurteilung von Schutzwürdigkeit und Beeinträchtigungen aus faunistischer Sicht. Vorgaben für Leitbild-, Ziel- und Maßnahmenplanung.
Methode:	Auswertung vorhandener Unterlagen; bei unzureichender Datenlage: zielgerichtete Bestandserhebung je nach Artengruppe probeflächenbezogen oder flächenhaft; halbquantitative Erfassung prioritärer Arten.
Produkt:	Kurzbeschreibung der Zielarten mit Bestandsanalyse in Tabelle, Text bzw. Karte.
Literatur:	Methoden: Kartieranleitung Zustandserfassung und ASK (LfU 1995); dort befindet sich eine Methodenübersicht zu Amphibien, Heuschrecken, Tagfaltern, Libellen, Vögeln, Reptilien, Laufkäfern, Spinnen und Mollusken. Rote Listen: KORNECK & al. 1996, LUDWIG & al. 1996, MEINUNGER & NUSS (BAY. LfU, HRSG.), 1996, RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1992, SCHÖNFELDER, P., 1986, SCHÖNFELDER & al. 2001, WALTER & al. [EDS], 1998. Auszuwertende Literatur/Daten: ASK, ABSP (StMLU 1992); LPK.

tenlisten zusammenzustellen. Im Rahmen der faunistischen Kartierung sind international bedeutsame, nach der Roten Liste Bayerns oder der BRD vom Aussterben bedrohte oder stark gefährdete moortypische Sippen zu berücksichtigen. Darüber hinaus sollten arealgeographisch oder standörtlich bedeutsame sowie regional seltene Sippen behandelt werden. Hinweise geben in der Regel die Landkreisbände des ABSP. Sofern die bestehende Datenlage im Hinblick auf die Leitbildkonzeption und Maßnahmenplanung nicht ausreicht, sind Geländeerhebungen erforderlich. Zur Schätzung der Bestandsgrößen wird auf die einschlägige Literatur verwiesen (insbesondere LfU 1995).

Einen Überblick über die in Niedermooren und ihren Kontaktbiotopen ggf. zu bearbeitenden Artengruppen gibt Tabelle 38 (Anhang, S. 124). Für Naturschutzgebiete wird von LUDING (in LfU 1995) die Erhebung folgender Artengruppen als obligatorisch angegeben: Amphibien, Heuschrecken, Tagfalter, Libellen, Vögel, Reptilien, Laufkäfer, Spinnen, Mollusken. Da zoologische Erhebungen i. d. R. sehr aufwendig sind, sollten sie in Abstimmung zwischen LRA, Regierung und LfU sowie ggf. mit lokalen Experten auf ein planungsrelevantes notwendiges Maß beschränkt werden.

Faunistische Gebietsanalyse: Für die aktuellen und ehemals nachgewiesenen Zielarten sind Aussagen zur Bestandssituation, zur Schutzwürdigkeit und Schutzfähigkeit zu treffen. Habitatansprüche sowie aktuelle und potentielle Gefährdungen sind darzustellen. Im Hinblick auf die Leitbild-, Ziel- und Maßnahmenplanung ist die Nutzungsabhängigkeit prioritärer Zielarten zu beurteilen. Wichtige Grundlage für die Beurteilung der Lebensräume ist die Vegetationskartierung.

Im Mittelpunkt der faunistischen Gebietsanalyse steht analog zur floristischen Gebietsanalyse die Prognose, wie sich das Artenspektrum bei Umsetzung des Renaturierungskonzeptes entwickeln dürfte und welche Planungsaussagen hieraus abzuleiten sind. Dabei sind folgende Kategorien der Nutzungsabhängigkeit zu unterscheiden:

- **Arten naturnaher Moore:** Moortypische Arten, für die im Gebiet Primärlebensräume bestehen. Moortypische Arten, für die Primärlebensräume entwickelt werden können und für die höhere Wahrscheinlichkeit auf Etablierung besteht.
- **Arten bedingt naturnaher Moore:** Moortypische Arten, die auf sporadische Nutzung angewiesen sind oder diese tolerieren und für die mittelfristig keine Primärlebensräume entwickelt werden können. Voraussetzung für die Einstufung als Art bedingt naturnaher Moore ist i. d. R., dass keine Bindung an kurzrasige Strukturen besteht und dass Streufilzdecken sowie partieller Gehölzjungwuchs toleriert werden.

- **Arten kulturbetonter Moore:** Moortypische Arten, für die mittelfristig keine Primärlebensräume entwickelt werden können und die auf eine regelmäßige Nutzung angewiesen sind. Kulturfollower, also nicht moortypische Arten verschiedener Nutzungsabhängigkeit. Hierunter fallen z. B. Arten, die auf natürlicherweise nicht auftretende großräumige Offenlandschaften angewiesen sind. Zur Sicherung ihrer Vorkommen sind in der Regel extensiv bewirtschaftete Flächen zu erhalten bzw. zu entwickeln.

2.6.2 Zielarten, prioritäre Arten

Bei der Klärung der Frage, welche Arten im Rahmen von Umsetzungskonzepten als prioritär zu behandeln sind, spielt die aktuelle Bestandssituation der Arten aus internationaler bis landesweiter Sicht und die Situation im Naturraum eine entscheidende Rolle. Im Einzelnen kann den lokalen Erfordernissen aber durchaus höhere Bedeutung zukommen.

Wichtige Hinweise zu bundesweit bis regional bedeutsamen Arten bzw. –gruppen geben die Landkreisbände des ABSP. Sofern Erhebungen notwendig sind, sollten von den zu erhebenden Gruppen alle nach den Roten Liste Bayerns oder der BRD vom Aussterben bedrohten oder stark gefährdeten Arten sowie arealgeographisch und regional/lokal seltene, moortypische Sippen erfasst werden. Arten der FFH-Anhangliste sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

2.7 FFH-Lebensraumtypen

2.7.1 Zweck und Methoden

Zweck:	Grundlage für Bewertung im Rahmen des FFH-Managementplans
Methode:	Siehe FFH-Kartieranleitung (BAY LfU, BAY LWF, 2003)
Produkt:	Dokumentation der LRT gemäß FFH-Kartieranleitung

Die Erfassung von FFH-Lebensraumtypen muss dann erfolgen, wenn im Rahmen des Entwicklungs- und Umsetzungskonzeptes ein FFH-Managementplan zu erarbeiten ist.

Generell sollte die Vegetationskartierung so durchgeführt werden, dass hieraus die FFH-Lebensraumtypen abgeleitet werden können. Die für den Bereich der Niedermoore relevanten FFH-Lebensraumtypen sowie Nebenbestände, die in Niedermooren auftreten, sind Tabelle 27 (S. 88) zu entnehmen. Die spezifischen Eigenschaften und Beurteilungskriterien sind in der FFH-Kartieranleitung (BAY LfU, BAY LWF, 2003) dokumentiert.

Tabelle 27: FFH-Lebensraumtypen, die in Niedermooren als Haupt- oder Nebenbestände auftreten.

FFH-Code	Prioritärer Lebensraum	Haupt-/Nebenbestand in Mooren	
3000			Süßwasserlebensräume
3130		N	Oligo- bis mesotrophe, basenarme Stillgewässer der planaren bis subalpinen Stufe der kontinentalen und alpinen Region und der Gebirge (Littorelletalia, Isoëto-Nanojuncetea; auch nährstoffärmere, schlammige, periodisch trocken fallende Altwasser und Teichufer)
3140		N	Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer mit benthischer Armeleuchteralgen-Vegetation (Characeae)
3150		N	Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition
3160		N	Dystrophe Seen
3260		N	Fließgewässer der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des Ranunculion fluitantis
4000			Gemäßigte Heide- und Gebüschformation
4030		N	Europäische trockene Heiden (von Ericaceen dominierte Zwergstrauchheiden vom Flachland bis in die montane Stufe auf silikatischem Untergrund)
4070	*	N	Buschvegetation mit Pinus mugo und Rhododendron hirsutum (Mugo-Rhododendretum hirsuti)
6000			Naturnahes, halbnatürliches Grasland und Hochstauden
6230	*	N	Artenreiche Borstgrasrasen montan (und submontan auf dem europäischen Festland)
6410		H	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden und Lehmboden (Eu-Molinion)
6430		H	Feuchte Hochstaudensäume der planaren bis alpinen Höhenstufe inkl. Waldsäume
6440		N	Brenndolden-Auenwiesen der Stromtäler
6510		N	Extensive Mähwiesen der planaren bis submontanen Stufe (Arrhenatherion, Brachypodio-Centaureion nemoralis)
6520		N	Berg-Mähwiesen (extensiv genutzte Goldhaferwiesen des Polygono-Trisetion-Verbandes)
7000			Hoch-, Übergangs- und Niedermoore
7110	*	H	Naturnahe lebende Hochmoore
7120		H	Geschädigte Hochmoore (die möglicherweise noch auf natürlichem Wege regenerierbar sind)
7140		H	Übergangs- und Schwingrasenmoore
7150		H	Senken mit Torfmoorsubstraten (Rhynchosporion)
7210	*	H	Kalkreiche Sümpfe mit Cladium mariscus und Arten des Caricion davallianae 7220 *
7230		H	Kalkreiche Niedermoore (mit meist niedrigwüchsiger Seggen- und Binsenvegetation und Sumpfmooßen)
7240	*	N	Alpine Pionierformationen mit Caricion bicoloris-atrofuscae (alpine Schwemmufergesellschaften und Rieselfluren)
9000			Wälder
91D0	*	H	Moorwälder (Birken-Moorwald, Fichten-Spirkenmoorwald, Waldkiefern-Moorwald, Latschen-Moorwald)
91E0	*	H	Erlen- und Eschenwälder und Weichholzaunenwälder an Fließgewässern (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
9410		N	Bodensaure Nadelwälder (Vaccinio-Piceetea)
9420		N	Alpiner Lärchen-Arvenwald

3 Nutzung von Niedermooren und Auswirkungen

3.1 Zweck und Methoden

Zweck:	Grundvoraussetzung für die Planung, Einstufung der aktuellen Naturnähe (Hemerobiestufen); Darstellung historischer Voraussetzungen, Prognose der künftigen Entwicklung bei veränderter Nutzung
Methoden:	Parzellenscharfe Kartierung innerhalb des Bearbeitungsgebiets. Auszuwertende Daten: Luftbild, TK 25, historische Flurkarten, Dokumente, Bildarchive
Literatur:	Methoden: Kartieranleitung Zustandserfassung Naturschutzgebiete in Bayern (LfU 1995); Auswirkungen: DIERBEN & DIERBEN 2001; SUCCOW & JOOSTEN 2001; KRATZ & PFADENHAUER 2001

Die Erfassung der aktuellen Nutzungsverhältnisse ist Grundvoraussetzung für die Erarbeitung von Entwicklungskonzepten. Innerhalb des engeren Planungsgebiets erfolgt eine parzellenscharfe Nutzungskartierung i. d. R. im Zuge der Vegetationskartierung, im Einzugsgebiet reicht die Auswertung der TK 25 und Luftbilder meist aus. Die Nutzungskartierung ist unter anderem Grundlage für die Bewertung (zielkonforme Nutzungen, Nutzungsformen die nicht mit dem Leitbild in Einklang stehen), zur Abschätzung von Nährstoffeinträgen aus dem Einzugsgebiet, für die Prognose der zukünftigen Entwicklung bei gleich bleibenden und veränderten Bedingungen sowie für die Restriktionsanalyse und die Einstufung des Hemerobiegrades (vgl. Kapitel C 4, S. 100). Flächenhafte und überlagernde Nutzungen (z. B. Erholung) werden als Karten der aktuellen Nutzung dargestellt, bei den flächenhaften Nutzungen sollte eine Flächenbilanzierung erfolgen.

Historische Nutzungsformen sind zu berücksichtigen, wenn sie für das Verständnis der landschaftlichen Entwicklung (Moorgenese, Flora, Fauna, Vegetation usw.) notwendig sind. Bei größeren Projekten können Analyseschritte und Überlegungen zu den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen zur Planungsleistung gehören (z. B. Auswirkungen der Renaturierungsplanung auf die landwirtschaftliche Betriebs- und Einkommensstruktur oder die Entwicklung der Grundstückspreise, Möglichkeiten der Integration der Naturschutzziele in die sozio-ökonomische Struktur).

Die Kartierung insb. der flächenhaften Nutzungen erfolgt nur z. T. direkt (z. B. durch Befragung oder Beobachtung), überwiegend jedoch indirekt über floristische und vegetationsstrukturelle Kriterien. Deshalb werden nachfolgend Indizien für wichtige Hauptnutzungsformen angesprochen.

3.2 Hauptnutzungsformen

3.2.1 Wiesen

Extensiv genutzte Wiesen: Unter extensiver Wiesenutzung wird Mahd ohne Düngung ver-

standen, wobei die Mährhythmen von jährlicher bis zu etwa dreijährlicher Mahd reichen. Nach Schnittzeitpunkt und Schnitthäufigkeit sind folgende Nutzungsformen zu unterscheiden.

Herbstmahd, regelmäßig (Streu): Als einschürige Streuwiesen sind Bestände einzustufen, die etwa ab Anfang September gemäht werden. Kennzeichen für jährliche Mahd sind fehlende Streudecken und eine dichte Narbe; weitere Indizien sind spät blühende/-fruchtende Arten.

Spätsommermahd, regelmäßig („Moosheu“): Insbesondere auf Moorböden mit höherem Mineralstoffgehalt (Überflutungsmoore, Anmoore) war Mahd etwa ab August – sofern es die Witterung zuließ wohl auch früher – eine ehemals verbreitete Nutzungsform. Kennzeichnend sind Arten mit höherem Futterwert (v. a. höhere Süßgräser-Anteil als bei Streuwiesen), bei späterem Schnittzeitpunkt können Hochstauden zur Dominanz gelangen.

Unregelmäßige Mahd in mehrjährigem Zyklus: Als „unregelmäßig gemäht“ sind Flächen zu erfassen, die zumindest im Vorjahr oder auch länger nicht gemäht wurden, aber sonst keine strukturellen Bracheerscheinungen (siehe Tabelle 28, S. 90) aufwiesen. Ferner sind hier Flächen zu erfassen, die nach Brache erstmalig wieder gemäht wurden. Sie sind an einer unausgeglichene Grasnarbe, abgeschorenen Bulten oder vegetationsfreien Flächen zu erkennen. Die Übergänge zu jungen Brachen sind fließend.

Mäßig intensiv genutzte Wiesen: Hierunter fallen in erster Linie zweischürige, schwach gedüngte Flächen. Bezeichnend sind Arten oligo- bis mesotropher Ausgangsgesellschaften bei gleichzeitiger Beteiligung von „Intensivierungszeigern“, d.h. Arten des Wirtschaftsgrünlandes. Die Beurteilung solcher Flächen ist oft schwierig, da sie Ausdruck verschiedenster Entwicklungen sein können. Leichte Festmistdüngung von Streuwiesen ist teilweise eine traditionelle Nutzungsform, sie kann aber auch den ersten Schritt zur weiteren Intensivierung von 13d-Flächen bedeuten. Ebenso kann es sich um Flächen handeln, die in Extensivierung begriffen sind.

Intensiv genutzte Wiesen: Das Spektrum der Nutzungsintensität reicht bis zu fünfmaligem Schnitt bei ebenso häufiger Düngung mit Festmist, Jauche, Gülle, Mineraldünger oder Kombinationen davon. Die Vegetationstypen reichen von meist artenarmen Wirtschaftswiesen mit reliktschen Arten der Ausgangsbestände über stark verarmte Güllewiesen mit dominantem Breitblättrigem Ampfer (*Rumex obtusifolius*) bis hin zu Saatgrünland, das oft keinerlei Arten der Ausgangsbestände mehr aufweist. Mit zunehmender Schnittfrequenz wird bei gleichzeitig abnehmender Tragfähigkeit der Grasnarbe eine anhaltend tiefgehende Entwässerung erforderlich (zu den Auswirkungen vgl. Kap. C 3.3, S. 90).

3.2.2 Weiden

Weidewirtschaft ist die ursprünglichste Form der Grünlandnutzung und wurde erst mit aufkom-

mender Stallhaltung von der Wiesennutzung (Heu, Streu) großräumig verdrängt. In Abhängigkeit von der Nutzungsintensität sind verschiedene Weideformen zu differenzieren.

Extensive Beweidung: Analog zu den Wiesen sind unter extensiven Weiden nicht gedüngte Flächen zu verstehen, die jedoch einer sehr unterschiedlichen Beweidungsintensität unterliegen können: von regelmäßig abgeweideten und kurzrasig gehaltenen Vegetationsbeständen bis hin zu nur sporadisch durchstreiften, fast nicht beweideten und daher praktisch brach liegenden Flächen. In Abhängigkeit von der Gehölzbestockung ist es zweckmäßig, extensive Beweidung und extensive Beweidung mit Gehölzbestand zu unterscheiden.

Mäßig intensive Beweidung: Schwach angelegte Weideflächen mit Auftreten von Intensivierungszeigern werden als mäßig intensive Weiden bezeichnet. Häufig setzt sich die Vegetation solcher Weideflächen auch aus einem Mosaik von schwach und stärker eutrophierten Kleinflächen zusammen. Sie fallen i. d. R. unter den Schutz des Artikels 13d (BayNatSchG).

Intensive Beweidung: Intensiv-Weiden sind ähnlich zu beurteilen wie Intensivwiesen (vgl. S. 89). Die Standorte sind entwässert und werden regelmäßig gedüngt. Die intensivsten Weideformen sind die Umtriebsweide und die Mähweide. Hierbei erfolgt eine räumlich und zeitlich geregelte Weidenutzung bzw. Weide-Mahd-Kombination.

3.2.3 Brachen

Als Brache werden längerfristig, i. d. R. mehr als drei Jahre nicht gemähte Bestände erhoben. Die Unterscheidung junger und alter Brachestadien (BR1, BR2) sollte anhand von Strukturen und aktueller Nutzbarkeit vorgenommen werden. Sofern planungsrelevant, sind bei der Kartierung strukturelle Auswirkungen der Brache zu differenzieren (Tabelle 28).

Tabelle 28: Erfassung struktureller Auswirkungen der Brache.

SF	Streuflur	SCHL	Schlenkenbildung
VGR	Vergrasung	TM	Torfmooswachstum
BULT	Horstverbultung	HEI	Verheidung
SCH1	Schilf locker	GEH1	Verbuschung <5%
SCH2	Schilf mäßig dicht	GEH2	Verbuschung 5-30%
SCH3	Schilf dicht	GEH3	Verbuschung >30%
HST	Hochstauden	RUD	Ruderalisierung

Kennzeichnend für fortgeschrittene Bracheprozesse ist, je nach Standortbedingungen, die Zunahme von konkurrenzstarken Artengruppen (Gras- oder Seggenartige, Hochstauden, ruderale Arten). Auf nährstoffärmeren Standorten ist bei sekundärer Vernässung ein verstärktes Wachstum von Torfmoosen und die Ausdifferenzierung von Schlenken festzustellen, bei geringerer Nässe treten Arten verheideter Moore (*Polytrichum strictum*, *Calluna vulgaris*, Vaccinien) stärker in den Vordergrund. Unabhängig von den

Standortverhältnissen werden fast alle Niedermoor-Brachestadien von Gehölzen besiedelt (GEH1 bis GEH3), wobei sehr nasse Standorte i. d. R. gehölz-, teilweise jedoch nicht waldfähig sind.

3.2.4 Waldbau

Bei genutzten oder ungenutzten Gehölzbeständen sind Gebüsche und Wälder (GEH) sowie Forste (FOR) zu differenzieren. Waldnutzungskategorien mit zeitweisem Offenlandcharakter sind Schläge (SCH), Aufforstungen (AFO) und Vorwaldstadien (VW).

3.2.5 Sonstige

Ackerland und Sonderkulturen: Neben Ackerland (AC) sind ggf. Sonderkulturen zu erfassen. Zu den Auswirkungen siehe Kap. C 3.3 (S. 90).

Torfabbau: Von den verschiedenen Formen des Torfabbaus sind in jedem Fall klein- und großflächige Formen des Abbaus zu unterscheiden. Wenn, wie im Falle von aufgelassenen Handtorfstichen, eine Überlagerung mit waldbaulichen Nutzungsformen auftritt, ist eine überlagernde Legendensignatur nötig.

Weitere Nutzungskategorien sind der Arbeitsanleitung zur Zustandserfassung „Naturschutzgebiete in Bayern“ zu entnehmen (LfU 1995).

3.3 Auswirkungen der Nutzungen

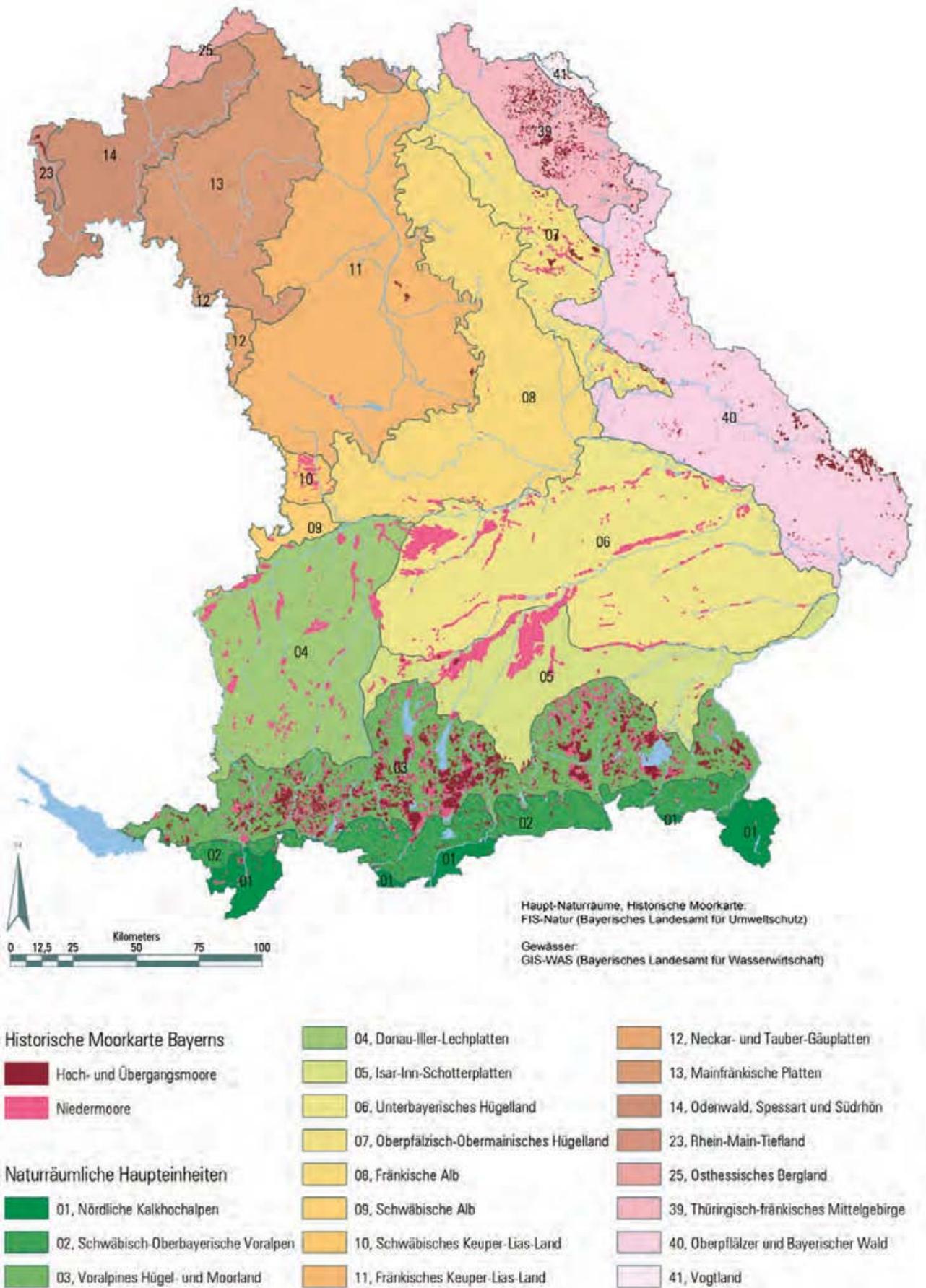
Die hydrologischen, trophischen und biologischen Voraussetzungen für eine naturgemäße Moorentwicklung wurden durch die Nutzungen erheblich verändert, so dass heute nur noch ein Bruchteil der Moore in einem mehr oder weniger naturnahen Zustand erhalten geblieben ist. JOOSTEN & COUWENBERG beziffern die Fläche wachsender Moore für die gesamte Bundesrepublik mit etwa 15.000 ha.²⁴

Bayern gehört mit etwa 220.000 ha Moorfläche zu den moorreichsten Bundesländern der BRD (GROSSE-BRAUCKMANN 1997, LfU 2002)²⁵. Die höchsten Anteile gut erhaltener Mooren liegen im Alpenvorland, im Alpenraum und in den ostbayerischen Grenzgebirgen. Doch sind auch dort erhebliche Verluste zu verzeichnen: Von 91.000 ha Moorfläche der alpennahen Landkreise wurde weniger als ein Drittel als Biotopfläche kartiert, wobei hierin auch entwässerte, aber nicht intensiv bewirtschaftete Moore enthalten sind.

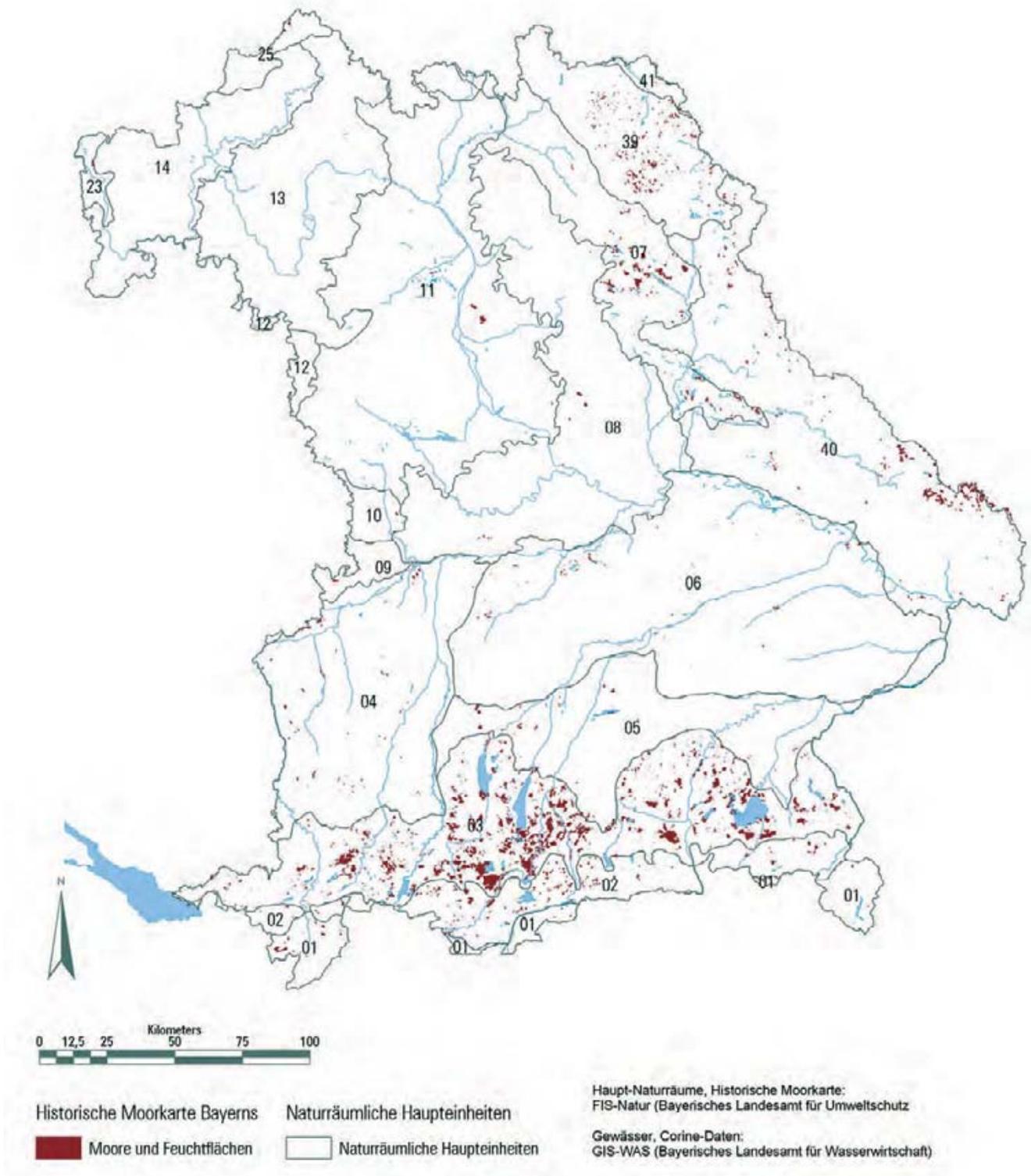
Noch weitaus stärker sind die Verluste in den ackerbaulich geprägten Landschaftsräumen (siehe Karte 8, S. 91 und Karte 9, S. 92). So zeugen von

²⁴ Als Grenzwert für Torfbildung wird dabei ein geländegleicher Wasserstand angegeben (KOSKA in SUCCOW & JOOSTEN 2001). Bezogen auf die gesamten Moorflächen der BRD von etwa 15.000 km² entspricht dies einem Anteil von etwa 1 %.

²⁵ Die Daten basieren auf einer Auswertung der Historischen Moorkarte Bayerns (LfU 2002), der Corine-Daten und der Biotopkartierung Bayern (LfU 2003). Aufgrund der Lage-Ungenauigkeit der Hist. Moorkarte handelt es sich um Anhaltswerte.



Karte 8: Ursprüngliche Verbreitung von Mooren in den Naturräumen Bayerns.



Karte 9: Heutige Verbreitung von Mooren und Feuchtflächen außerhalb landwirtschaftlich intensiv genutzter Flächen.²⁶

²⁶ Ermittelt durch Überlagerung der Moore aus der Historischen Moorkarte mit landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten nach Corine-Daten

den ehemals ausgedehnten Mooren auf den Isar-Inn-Schotterplatten (Erdinger, Dachauer und Freisinger Moos) und im Unterbayerischen Hügelland (Donaumoos) in weiten Bereichen nur noch degradierte Torfböden.

3.3.1 Auswirkungen auf den Moorwasserhaushalt

(1) Bodenphysikalische Wirkungen

Durch Entwässerung werden die physikalischen Eigenschaften der Torfe grundlegend verändert. Die wichtigsten Prozesse sind Sackung, Veränderungen der Torfstruktur und Torfmineralisation durch Sauerstoffzutritt. Der hierdurch ausgelöste Höhenverlust kann in Abhängigkeit von Moormächtigkeit, Lagerungsdichte und Entwässerungsgrad beachtliche Ausmaße annehmen. So verminderte sich die Torfmächtigkeit im Donaumoos seit 1836 um nahezu vier Meter (EGGELSMANN in GÖTTLICH 1990). Mit der Entwässerung sind u. a. folgende bodenphysikalische Wirkungen und Effekte auf den Wasserhaushalt verbunden:

Beschleunigter Oberflächenabfluss: Naturnahe Moore zeigen im oberen Torfhorizont (Akrotelm) aufgrund der groben Torfstruktur und den meist flächigen Moosrasen (v. a. Braunmoose u. Torfmoose) eine lockere, schwammartige Struktur. Wegen ihrer Fähigkeit zur Wasserspeicherung bedingen Moore eine hohe Oberflächenrauigkeit und verlangsamen dadurch den oberflächennahen Wasserabfluss. Durch den Aufbau und die ausgeprägte Fähigkeit zur Quellung und Schrumpfung wird viel Wasser gehalten und eine rasche Wasserabgabe verhindert (vgl. JOOSTEN, 1993, für das Regenwassermoor-Akrotelm). Nach Entwässerung verändert sich diese Struktur, die vormals langsame seitliche Wasserbewegung innerhalb des Akrotelms geht in raschen Oberflächenabfluss über.

Veränderung des unterirdischen Abflusses:

Wegen des verminderten Auftriebs sackt der Torfkörper nach Entwässerung. Dadurch entstehen ursprünglich nicht vorhandene, z. T. völlig andere Vorflutsituationen und Entwässerungsbahnen für Oberflächen- und Moorwasserabfluss. Durch Rückquellung nach Wiedervernässung wird der Sackungsverlust nicht mehr kompensiert (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1984, SCHMIDT 1994, KRATZ & PFADENHAUER 2001). Bei stark entwässerten Torfböden können sich breitere, mit nachrieselndem Torf verfüllte Schwundspalten ausbilden. Diese Spalten sind oft netzartig miteinander verbunden und durchziehen den Moorkörper intensiv. Zum Teil treten im unteren Teil der Spalten auch Hohlräume auf. Solche Systeme führen Niederschläge rasch ab, wirken also zusätzlich entwässernd (vgl. SCHMIDT 1994).

Verminderung der Speicherkapazität: Nach Entwässerung sinkt der Anteil an Grobporen. Dadurch verringert sich die hydrologische Speicherkapazität des Torfkörpers, ein definiertes Torfvolumen kann weniger Wasser aufnehmen. Dieser Prozess ist ökologisch sehr bedeutsam, weil hieraus starke

Grundwasserschwankungen resultieren und der Grundwasserspiegel häufig tief absinkt. Zum Beispiel fällt der Grundwasserstand bei einem Moorboden mit nur noch 10% Grobporenanteil gegenüber ursprünglich 20 % in Trockenzeiten doppelt so schnell und um den zweifachen Betrag.

(2) Abflussbeschleunigung

Bereits die oben genannten Effekte führen zu einem gegenüber nicht entwässerten Mooren beschleunigten Abfluss. Von ganz erheblicher Wirkung ist aber auch das im Rahmen von Moorkultivierungen angelegte Entwässerungsnetz aus Dränagen, Gräben und eingetieften sowie begradigten Vorflutern. Werte von einem Kilometer künstliche Fließstrecke pro Hektar in ursprünglich fließgewässerfreien Moorflächen sind nicht ungewöhnlich. Selbst bei deutlich niedriger angesetzten Werten errechnen sich für die gesamte Niedermoorfläche Bayerns einige 10.000 Kilometer künstlich geschaffener Fließgewässer. Da im Falle von Starkniederschlagsereignissen abflussbeschleunigende Maßnahmen zu kurzen und höheren Hochwasserscheiteln führen (siehe z. B. BAYLFW 1998), wirken Entwässerungsmaßnahmen Hochwasser verschärfend. Zudem steigt die Wahrscheinlichkeit der Überlagerung extremer Hochwasserscheitel, die durch zeitgleiches Anlaufen von Hochwasserspitzen entstehen. Auch vor diesem Hintergrund sind Wiedervernässungsmaßnahmen zu sehen, sie stehen im Einklang mit den Zielen der bayerischen Hochwasserschutzpolitik (StMLU 1998, StMLU 1998).

Zur abfluss erhöhenden und -beschleunigenden Wirkung von Entwässerungsmaßnahmen liegen Untersuchungen der Landesanstalt für Landwirtschaft aus dem Chiemgau vor (BAYLBP 2002). Ein Vergleich der Niederschlags- und Abflussbilanzen von Versuchsflächen in den Rottauer Filzen zeigt für die entwässerte kultivierte Moorfläche im langjährigen Mittel einen um ca. 14 % (absolut 172 mm/a) höheren oberflächennahen Abfluss als für die nicht entwässerte Moorfläche (vgl. Tabelle 29, S. 94). Darüber hinaus verdeutlicht Abbildung 93, dass die kultivierte Moorfläche auf Starkregenereignisse sehr schnell und mit hohem Ausschlag reagiert, während die naturnahe Fläche einen verzögerten Abfluss auf niedrigerem Niveau aufweist.

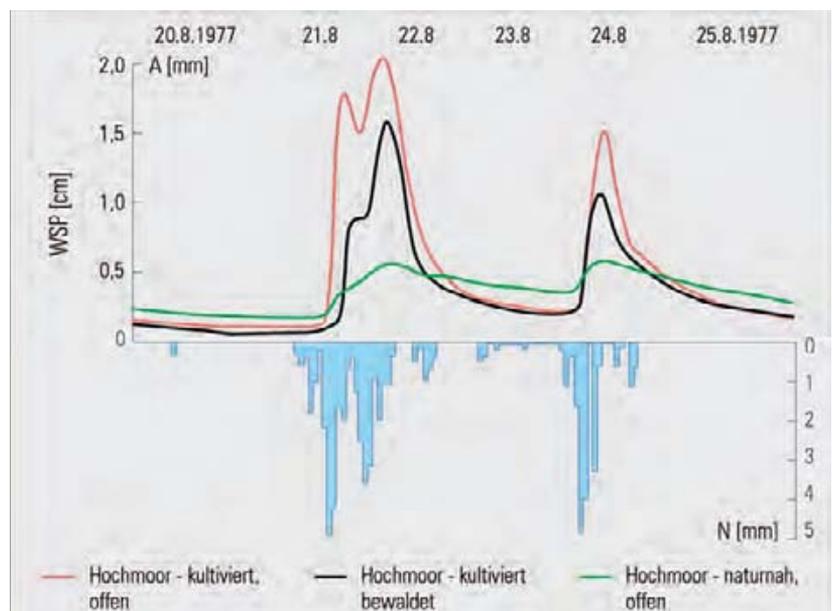
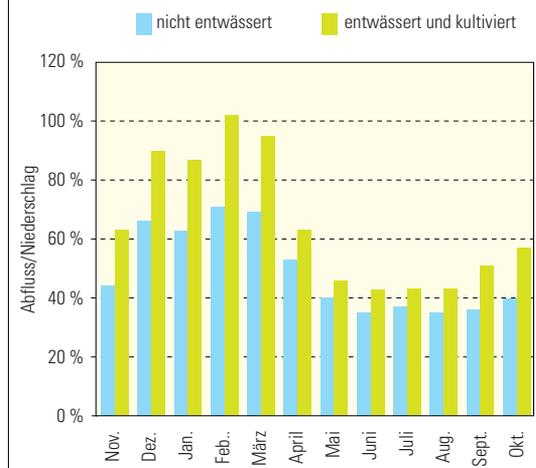


Abbildung 93: Abflusskurven nach Starkniederschlägen (Rottauer Filze). A: Abfluss, N: Niederschlag (nach BAYLBP 2002).

Tabelle 29: Abflusshauptzahlen (Rottauer Filze). Naturnahe und entwässerte Untersuchungsfläche eines Regenwassermoors; N: Niederschlag, A: Abfluss, BayLBP 2002.

Zeitraum	Versuchsfläche nicht entwässert			Versuchsfläche entwässert und kultiviert		
	N [mm]	A [mm]	A/N [%]	N [mm]	A [mm]	A/N [%]
1959 - 1998						
Nov.	95	41,9	44	92,7	58,5	63
Dez.	97,9	65	66	94,7	84,8	90
Jan.	81,9	51,8	63	79,8	69,5	87
Feb.	71,8	51,3	71	69,6	71	102
März	97	67,4	69	92	87,5	95
April	105,8	55,7	53	101,9	64,4	63
Mai	135,6	53,6	40	132,7	60,7	46
Juni	176	61,9	35	171,7	74,2	43
Juli	166,6	61,4	37	163,3	71	43
Aug.	162,1	56,5	35	160	68,6	43
Sep.	101,7	36,8	36	99,8	50,8	51
Okt.	89,1	35,9	40	87,1	49,6	57
Jahr	1380,5	639,1	46	1345,2	810,7	60



3.3.2 Auswirkungen auf den Stoffhaushalt

(1) Stoffausträge bei Entwässerung

Mit der Entwässerung von Mooren werden Kohlenstoff- und Nährstoffsinken zu Kohlenstoff- und Nährstoffquellen.

Die Entwässerung von Torfen bewirkt eine zumindest phasenweise Sauerstoffeinwirkung. Dadurch werden die gegenüber den anaeroben Bodenorganismen des Edaphons wesentlich leistungsfähigeren aeroben Mikroorganismen gefördert, die Torfe über verschiedene Zwischenstufen letztendlich in Kohlendioxid, Wasser und anorganische Stoffe zerlegen. Dieser Vorgang wird als oxidative Torfzehrung oder Mineralisierung bezeichnet. Das Ausmaß des Abbaus ist von zahlreichen Faktoren, vor allem der Tiefenwirkung und Dauer der Sauerstoffdiffusion, der Temperatur, der Bodenreaktion, dem Proteingehalt des Torfs, abhängig. Die Abbauraten sind also moorspezifisch: hoch in basenreichen Niedermooeren mit hohem pH-Wert und engem C/N-Verhältnis, geringer in sauren Mooren mit niedrigem pH-Wert und weitem C/N-Verhältnis. Allgemein wird das Ausmaß des oxidativen Torfschwunds auf ackerbaulich genutzten Niedermoorböden mit 20-30 mm, bei Nutzung als Wirtschaftsgrünland mit 10 mm pro Jahr beziffert (SCHEFFER 1994). Bei Hochmoortorfen werden für diese Nutzungsarten in der Literatur Mineralisationsverluste von 5-15 mm genannt.

BLANKENBURG & AL. (in KRATZ & PFADENHAUER 2001) geben Formeln für die Berechnung von Torfwachstum und Torfschwund in Niedermooeren an. Als Grenzwert wird ein sommerlicher Grundwasserflurabstand von 10 cm genannt. Da die Torfzersetzungsrate nicht allein vom Wasserstand bzw. der Häufigkeit des Sauerstoffzutritts abhängt, dürften die mitgeteilten Formeln keine Allgemeingültigkeit besitzen. Bekannt ist, dass bei weitem C/N-Verhältnis der Biomasse und Basenarmut des Standorts Kohlenstofffestlegung in Form von Rohhumus, z. T. in beträchtlicher Größenordnung, sogar bei terrestrischen Bodentypen auftreten kann (z. B. Podsol). So ermittelte TRAUTMANN (1952) über Altersbestimmungen an Rohhumusaufgaben für dicht gelagerte Humifizierungshorizonte mit bis zu 0,4 mm/Jahr Akkumulationsraten, die z. T. im Bereich der für torfbildende Moore angegebenen Wachstumsraten liegen. Danach wäre zu erwarten, dass insbesondere bei basenarmen Mooren Kohlenstofffestlegung auch bei tieferen Wasserständen auftreten kann.

Die Abbauvorgänge bewirken eine Eutrophierung auch bislang nicht gedüngter Moorflächen und damit den weiteren Rückgang oligotropher Standorte sowie der daran gebundenen Lebensgemeinschaften und Arten (siehe Kap. C 3.3.3, S. 95). Darüber hinaus führt Torfmineralisation zu erheblichen Nährstoffeinträgen in Grundwasser und Oberflächengewässer. Abbildung 94 zeigt die Höhe der Stickstoffausträge in Abhängigkeit vom Entwässerungsgrad, wobei sich der Begriff Extensivgrünland dort auf schwach gedüngte, 1- bis 2-schürige Wiesen bezieht (Rispengras-Goldhaferwiesen in Kohldistel-Ausbildung und Engelwurz-Kohldistelwiesen). Für schwach entwässerte und nicht gedüngte Streuwiesen liegen die N-Austräge mit höchstens 100 kg/N pro Hektar und Jahr weit unter den in Abbildung 94 genannten Werten.

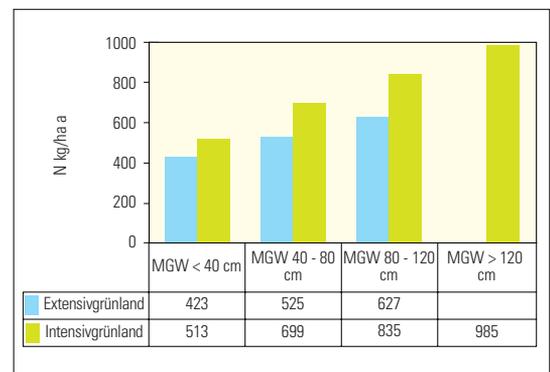


Abbildung 94: Stickstoff-Austräge im Donaumoos in Abh. von Bodenfeuchte und Nutzung (PFADENHAUER & AL. 1991) MGW: mittlerer Grundwasserstand; N: Stickstoff.

Aus globaler Sicht kommt der Entwässerung und dem Abbau von Torflagerstätten im Hinblick auf die CO₂-Belastung eine nicht unerhebliche Bedeutung zu. Nach DIERSEN & DIERSEN (2001) führt die landwirtschaftliche Nutzung von Torfböden weltweit zu einer CO₂-Emission zwischen 425 und 730 Mio T CO₂ pro Jahr. Dies entspricht 3,5 % der Emissionen durch fossile Brennstoffe und mehr als 12 % der Emissionen, die bei der derzeitigen Entwaldung der Tropen anfallen.

(2) Stoffausträge bei Düngung

Der Austrag von Nährstoffen in Fließgewässer und damit in alle nährstoffhaushaltlich zu ihnen in Kontakt stehenden Ökosysteme steigt mit der Bearbeitungs- und Düngeintensität.

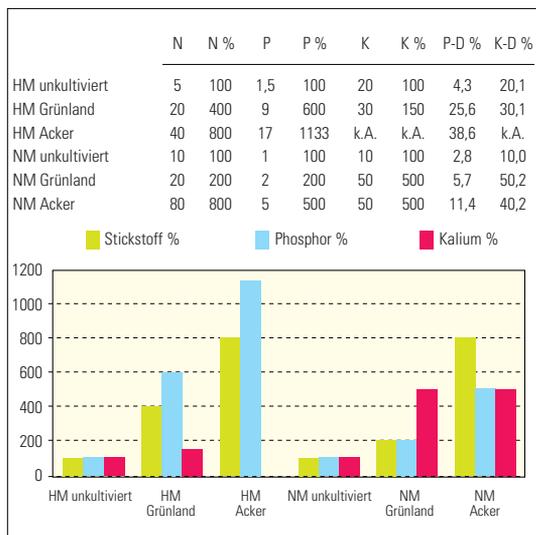
Anhaltswerte geben die in Tabelle 30 zusammengestellten Messwerte für nordwestdeutsche Hoch- und Niedermoore. Insgesamt zeigt sich, dass intensive Bodennutzung zu deutlich erhöhten Nährstoffausträgen führen kann. Problematisch ist dabei nicht nur die Ackernutzung von Moorböden. So treten bei intensiver Grünlandnutzung von Hochmoorböden beispielsweise stark überhöhte Phosphatausträge auf. Setzt man die Austragswerte in Vergleich zu den aus landwirtschaftlicher Sicht empfohlenen Düngemengen für intensive Mähweidenutzung, so ergeben sich Austragsraten, die über 50 % der empfohlenen Düngemenge ausmachen können und direkt in die Gewässer gelangen.

Für Stickstoff ist dieser Vergleich nicht sinnvoll, da die größere Stickstoffmenge gasförmig entweicht. So werden bei einem Torfchwund von 1 cm pro Jahr für einen Niedermoorort mit 3 % Stickstoffgehalt rechnerisch 1200 kg/ha Stickstoff mineralisiert! Im Dränwasser lassen sich jedoch nur die geringen Werte der Tabelle 30 nachweisen, der größte Teil des Stickstoffs dürfte zu elementarem Stickstoff oder zu N_2O mineralisiert werden (vgl. GÖTLICH 1990) und ist damit – für N_2O – klimarelevant.

Tabelle 30: Mittlerer jährlicher Nährstoffaustrag in Fließgewässern.

N: Stickstoff - P: Phosphor - K: Kalium ([kg/ha a] jeweils obere Werte).

P-D% und K-D%: Verhältnis Austrag zu landwirtschaftlich empfohlener Düngemenge (GÖTLICH 1990, SCHEFFER 1994).



3.3.3 Auswirkungen auf Arten und Lebensgemeinschaften

Situation: Die Intensivierung der Moore hat in weiten Teilen Bayerns zu einer drastischen Verarmung an moortypischen Arten und Lebensgemeinschaften geführt. Derzeit werden mehr als einhundert Pflanzensippen der Moore als landes- oder bundesweit hochgradig gefährdet eingestuft (Kategorie 0 bis 2). Dabei handelt es sich vielfach um Arten dauerhaft nasser, nährstoffarmer, minerotropher Standorte (siehe Abbildung 97, S. 96).

Bei den Blütenpflanzen sind bundesweit sieben Arten ausgestorben, darunter Arten, für die Bay-

ern bundesweit eine besondere Verantwortung hatte, wie z. B. Kopfsegge (*Carex capitata*), Grannensegge (*C. microglochin*) oder Steife Miere (*Minuartia stricta*). Sehr starke Bestandseinbußen sind auch bei den Moosen festzustellen, von denen z. B. *Meesia longiseta* oder *Bryum longisetum* verschollen sind. Dass das Aussterben der heimischen Moorarten noch nicht abgeschlossen ist, zeigt sich z.B. beim Moorsteinbrech (*Saxifraga hirculus*), der die neue Rote Liste Bayerns (SCHÖNFELDER & AL.) um eine ausgestorbene Art bereichern wird und der inzwischen selbst in seinem nordeuropäischen Arealzentrum bedroht ist. Arten sehr nasser, schwach minerotropher Standorte, wie z. B. die Moorbinse (*Juncus stygius*) oder die Torfsegge (*Carex heleonastes*) wurden durch Meliorationsmaßnahmen auf einzelne bzw. wenige Vorkommen zurückgedrängt, so dass auch ihr Aussterben absehbar erscheint. Das Gleiche gilt für die Fauna der Moore, auch hier sind viele Arten hochgradig gefährdet oder bereits ausgestorben. Dabei handelt es sich um Arten mit komplexen Lebensraumsprüchen, wie z. B. das Moor-Wiesenvögelchen (*Coenonympha oedippus*) und zum anderen um stenöke Arten mit sehr engen Lebensraumsprüchen, die in erster Linie an hohe Wasserstände und nährstoffarme Verhältnisse gebunden sind, wie die Scharlachlibelle (*Ceragrion tenellum*).

Betrachtet man die heutige Verbreitung der bayerischen Moorarten außerhalb des Alpenraums und der Moränenlandschaft, so ist festzustellen, dass viele Landschaftsräume nur noch einen Bruchteil ihrer ursprünglichen Moorartenvielfalt besitzen. Stellvertretend für eine Vielzahl von Arten mit erheblichen Bestandsrückgängen stehen z. B. Zierliches Wollgras (*Eriophorum gracile*), Langblättriger Sonnentau (*Drosera longifolia*) oder Blumenbinse (*Scheuchzeria palustris*). Die Rückgänge beschränken sich aber nicht nur auf Bayern, die Bundesrepublik oder Mitteleuropa. Selbst in den nordeuropäischen Arealzentren sind Rückgänge bei vielen Moorsippen zu verzeichnen (Beispiele siehe Tabelle 31, S. 97).

Die Situation der Lebensgemeinschaften ist ähnlich zu beurteilen, wobei Rote Listen von Pflanzengesellschaften, Biotopen und FFH-Lebensraumtypen die Rückgänge aber nur grob umreißen. Eine differenzierte Betrachtung zeigt, dass von extremem Rückgang durchweg Gemeinschaften sehr nasser, oligo- bis mesotropher Standorte betroffen sind. Exemplarisch kann dies am Steifseggenried, einer Verlandungsgesellschaft meso- bis eutropher Standorte belegt werden. Das typische Steifseggenried, das den Großseggenrieden (Magnocaricion) zugeordnet wird und nährstoffreichere Moorstandorte einnimmt, wird als „gefährdet“ eingestuft (RENNWALD & AL. 2000). Demgegenüber wird das Skorpionsmoos-Steifseggenried, das mesotrophe, meist quellige Bereiche kalkreicher Niedermoore besiedelt, als „stark gefährdet“ beurteilt. Verantwortlich für die bisherigen Rückgänge bei moortypischen Arten und Lebensgemeinschaften Moore sind mehrere Faktoren:



Abbildung 95: Kopfsegge (*Carex capitata*). Sie ist in der BRD und inzwischen auch in Österreich (POLATSCHKE 2000) durch die Melioration von Mooren ausgestorben.



Abbildung 96: Zahlreiche Moorarten, z. B. der Langblättrige Sonnentau (*Drosera longifolia*), sind außerhalb des Alpenraums und der Moränenlandschaft zumindest stark gefährdet. In einzelnen Naturräumen ist die Art bereits ausgestorben.

Direkte Lebensraumzerstörung: Direkte Lebensraumzerstörung durch Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung, Torfabbau oder Infrastruktureinrichtung ist bei vielen heute hochgradig gefährdeten oder bereits ausgestorbenen Arten in der Literatur belegt (z. B. DÖRR & LIPPERT 2001, PAUL & RUOFF 1927).

Rückgang dauerhaft nasser, minerotropher Moorstandorte durch Entwässerung: Die Mehrzahl der hochgradig gefährdeten Moorarten siedelt im Bereich sehr nasser Moorstandorte, die auch als Folge extensiver Nutzungsformen (Streuwiesen) extrem zurückgegangen sind. Dabei reichen bereits Absenkungen des Moorwasserspiegels von wenigen Zentimetern aus,

um die Konkurrenzverhältnisse grundlegend zu verändern.

Schleichende Eutrophierung: Bei vielen für den Moorartenschutz hochgradig bedeutsamen Flächen liegt eine sehr düngereintensive Nutzung im Wassereinzugsgebiet vor, oft Grenzen die Flächen auch an nährstoffbelastete oder in ihrem Sedimentationsgeschehen veränderte Fließgewässer. In solchen Fällen ist mit schleichender Eutrophierung zu rechnen.

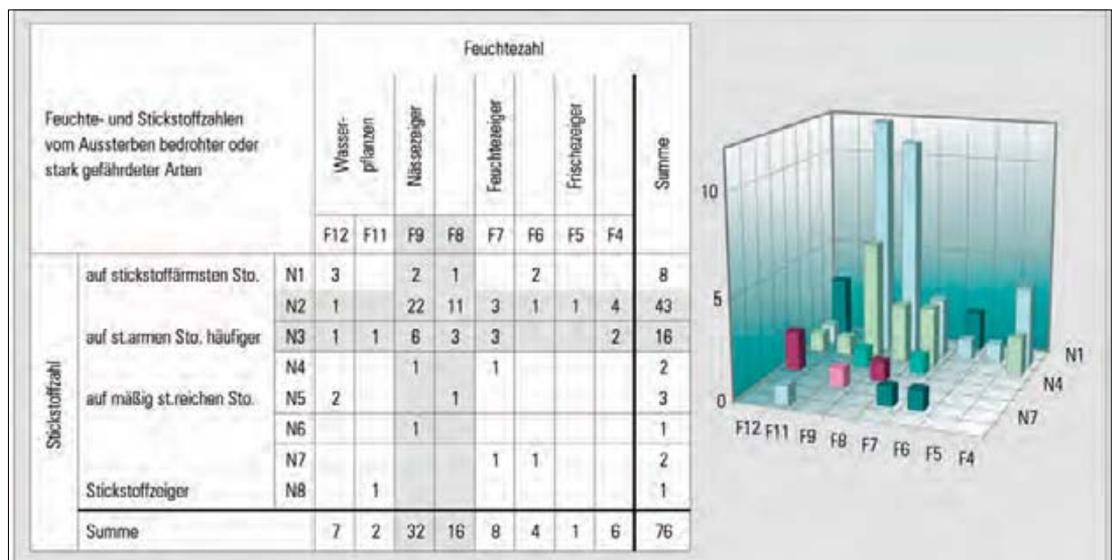


Abbildung 97: Anzahl vom Aussterben bedrohter oder stark gefährdeter Pflanzenarten bezogen auf Feuchte- und Stickstoffzahl. Auswertung von Daten aus dem Murnauer Moos und den Mooren westlich des Staffelsees.

Tabelle 31: Bestandssituation ausgewählter Moorarten in süddeutschen Bundesländern, in Mitteleuropa, Südeuropa und in Skandinavien.

-: Art kommt nicht vor; k. A.: keine Angabe in Roter Liste;
 1) nach KORNECK & al. (1996), 2) WELK (2001), 3) BfN (2001), 4) near threatened, 5) data deficient.
 By 86: SCHÖNFELDER & al. 1986, By 03: SCHÖNFELDER & al. in Vorb.
 Abweichungen zwischen WELK und BfN resultieren bei „mäßig“ und „mittel“ aus geänderten Bezeichnungen.

Art	Verantwortlichkeit				Gefährdung nach Arealanalyse	Gefährdung nach Roten Listen (mit Gefährdungsgraden nach IUCN)										
	BRD			in der BRD nur in BAY		2)	Bundesländer BRD					Mitteleuropa			Süd-europa	Nordeuropa
	1)	2)	3)		By 86		By 03	BW	He	TH	D	A	CH	I	SF	S
Kopf-Segge <i>Carex capitata</i>	-	mäßig	mittel	x	zentraleuropaweit aussterbend	0	0	-	-	-	0	0 ⁵⁾ (1)	-	3/VU	k.A.	k.A.
Torf-Segge <i>Carex heleonastes</i>	k.A.	mäßig	sehr groß	x	zentraleuropaweit aussterbend	1	1	0	-	-	1	1r!	2/EN	3/VU	3/VU	3/VU
Grannen-Segge <i>Carex microglochin</i>	-	mäßig	mittel	x	europaweit stark gefährdet	0	0	-	-	-	0	2R!	k.A.	3/VU	2/EN	k.A.
Zierliches Wollgras <i>Eriophorum gracile</i>	groß	groß	groß	-	europaweit stark gefährdet	1	1	1	0	0	1	1	2/EN	2/EN	k.A.	k.A.
Moor-Binse <i>Juncus stygius</i>	sehr groß	groß	mittel	x	zentraleuropaweit aussterbend	1	1	-	-	-	1	-	2/EN	-	k.A.	k.A.
Knotiges Mastkraut <i>Sagina nodosa</i>	k.A.	mäßig	mittel	-	zentraleuropaweit ungefährdet	2	1	1	0	0	2	2R!	3/VU	3/VU	k.A.	k.A.
Heidelbeer-Weide <i>Salix myrtilloides</i>	groß	mäßig	mittel	x	zentraleuropaweit aussterbend	1	1	-	-	-	1	1	1/CR	?	k.A.	k.A.
Moor-Steinbrech <i>Saxifraga hirculus</i>	stark	mäßig	mittel	x	zentraleuropaweit aussterbend	1	0	0	-	-	1	0	2/EN	DD5)	3/VU	NT4)
Moor-Fetthenne <i>Sedum villosum</i>	k.A.	mäßig	mittel	-	zentraleuropaweit stark gefährdet	1	1	1	1	1	1	2R!	R/ LR(su)	?	2/EN	3/VU



Abbildung 98: Prozesse der natürlichen Landschaftsdynamik spielen bezüglich Moorgenese und Biodiversität eine große Rolle, finden aber nur noch in wenigen Gebieten statt (Pfrühlmoos, GAP).

Unterbindung dynamischer Prozesse in der Landschaft:

Während die Auswirkungen der Entwässerung auf den ersten Blick einleuchten, ist die Notwendigkeit dynamischer Prozesse nur durch einen Rückblick auf die Moorgenese nachvollziehbar. Moorstratigraphische Profile zeigen, dass sich v. a. seit dem Atlantikum verstärkt Hoch- bzw. Regenwassermoore entwickelt haben. Damit ist ein Prozess trophischer Verarmung und Versauerung (Ombrotrophierung) verbunden, der für minerotrophe Arten Lebensraumverlust bedeutet. Ehemals wurden diese natürlichen Lebensraumverluste durch Moortransgression kompensiert. Sehr nasse Moorränder, an denen durch den Zusammenfluss von Moor- und Mineralbodenwasser häufig bedeutende Lebensraumsituationen für hochgradig gefährdete Moorarten bestehen, wurden durch Versumpfung immer weiter seitlich verlagert. Zum Teil sind in Torfprofilen auch Gewässerbettverlagerungen oder Hangrutschungen mit inversen Torfsequenzen, d. h. einem sich wiederholenden Wechsel von Nieder-, Übergangs- und Hochmoortorfen, dokumentiert. Solche Prozesse haben gewährleistet, dass zur fortschreitenden Moorgenese gegenläufige Entwicklungen auftraten und dadurch immer wieder Lebensraumsituationen entstanden, auf denen sich konkurrenzschwache Arten etablieren konnten. Diese landschafts- und lebensraumprägenden Prozesse werden aufgrund des Nutzungsdrucks heute nur noch in sehr beschränktem Maß zugelassen.

3.3.4 Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Nutzbarkeit

Die übermäßige Moorentwässerung ist auch aus produktionsorientierter Sicht nicht unbedenklich. In der Anfangsphase entwickeln sich bei anhaltendem Luftzutritt Humifizierungshorizonte, die den kapillaren Aufstieg unterbrechen und Benetzungswiderstände verursachen können. Stärker wasserbedürftige Grünlandpflanzen mit hohem Futterwert verlieren an Vitalität; Grünland- und Ackerunkräuter unterwandern die Bestände. Dieser Vorgang ist im Extremfall mit Narbenauflosungserscheinungen verbunden und wird in der landwirtschaftlichen Praxis oft nach der Regel „Stickstoff ersetzt Wasser“ durch erhöhte Düngergaben kompensiert. Andererseits kann es zur Ausbildung von Stauwasserhorizonten mit sehr minderwertigem Futteraufwuchs (*Agrostis stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Ranunculus repens* u. a. Flutrasen-Arten eu- bis polytropher Standorte) kommen. Solche Entwicklungen erfordern dann einen immer dichteren Ausbau des Graben- und Dränsystems. Dass diese Gefahr schon frühzeitig erkannt wurde, zeigt ein Gutachten für das Pulvermoos (GAP), in dem PAUL 1927 hinweist: „... und dann dürfte seine Kultivierung Schwierigkeiten bereiten, weil es im Gegensatz zu anderen Niedermooren ungemein tiefgründig (bis 10m) und wasserhaltig ist. ... Bei einer Entwässerung müsste also mit einer so starken Sackung gerechnet werden, dass der Erfolg der Kultur sehr fraglich sein dürfte.“

3.3.5 Auswirkung von extensiver Nutzung und Brache unter Aspekten der Moorrenaturierung

Im Rahmen von Moorrenaturierungskonzepten stellt sich häufig die Frage, ob extensive Nutzungsformen aufrechterhalten bzw. wieder aufgenommen werden sollen (Leitbild kulturbetont) oder ob aus moorökologischer Sicht eine weitergehende Renaturierung anzustreben ist. Eine pauschale Bewertung ist nicht möglich. Welches Leitbild besteht, hängt sehr stark vom jeweiligen Gebiet und der regionalen, naturräumlichen Situation ab. Einige Auswirkungen der Extensivnutzungsformen sollen nachfolgend genannt werden.

(1) Extensive Wiesennutzung

Wasserhaushalt: Auf vielen Moorstandorten setzt maschinelle Mahd eine mäßig starke Entwässerung voraus. Folgen sind verminderte bis fehlende Torfbildung bzw. bei stärkerer Entwässerung auch Torfschwund und Mineralisation. Da die Torfbildung von der Menge der abgestorbenen organischen Substanz abhängt, wird dieser Effekt durch die als Streu oder Heu abgeführte Biomasse verstärkt. Damit treten auch torfstrukturelle und in Folge hydrologische Veränderungen auf; die Bildung eines grobporigen Akrotelms wird durch regelmäßige Mahd verhindert.

Nährstoffhaushalt: Durch die Streu- und Heunutzung erfolgt eine Aushagerung der Moorstand-

orte. Ausgehend von der in vielen Mooregebieten vorliegenden Eutrophierungstendenz durch die umgebende landwirtschaftliche Intensivnutzung ist anzunehmen, dass die Erhaltung von Moorarten oligo- und mesotropher Standorte bei Aufgabe der nährstoffziehenden Nutzung in vielen Gebieten nicht möglich sein wird.



Abbildung 99: Zum Zweck der Streunutzung entwässertes Durchströmungs- und Überflutungsmoor (Pulvermoos, GAP).

Lebensraumfunktionen: Regelmäßige Mahd führt über den Aushagerungseffekt hinaus zu einer Wachstumsminde rung der höherwüchsigen, vom Schnitt erfassten Arten. Beim Vergleich von brachen bzw. gemähten Beständen des Rasenbinsenrieds (*Drepanocladotrachophoretum*) zeichnete sich der Effekt durch wesentlich geringere ober- und unterirdische Phytomasseproduktivität deutlich ab (AUNE & AL. 1993). Folge sind u. a. höhere Individuenzahlen pro Flächeneinheit und Förderung von konkurrenzschwachen Arten, die natürlicherweise nicht oder in geringerer Dichte vorkommen würden und damit einen sekundären Lebensraum finden. Insbesondere in Gebieten, wo die primären Biotope nicht mehr oder nur noch in geringem Umfang existieren, sind extensiv genutzte Mähflächen für den Artenschutz und die Erhaltung der naturräumlichen Biodiversität von grundlegender Bedeutung.

Insbesondere auf zwei Artengruppen hat sich die extensive Wiesennutzung negativ ausgewirkt. Zum einen mahdempfindliche Arten (z.B. *Betula humilis*, *Dryopteris cristata*, *Salix myrtilloides*), deren heutige Seltenheit auch eine Folge der ehemals viele Mooregebiete vollständig erfassenden Mähnutzung sein dürfte. Andererseits Arten dauerhaft nasser Standorte (z.B. *Calligonum trifarium*, *Cinclidium stygium*, *Eriophorum gracile*, *Meesia triquetra* und zahlreiche andere), deren Lebensräume durch Entwässerung großräumig zurückgedrängt wurden. Auch im Hinblick auf die natürliche Arten- und Vegetationsvielfalt hat sich die extensive Mahd vielerorts negativ ausgewirkt. So sind naturnahe Vegetationsbestände in vielen Gebieten gar nicht mehr oder nur noch sehr vereinzelt anzutreffen. Mooregebiete, in denen das vollständige Spektrum an naturnahen Lebensgemeinschaften auftritt, sind als Folge der Streu- und Nasswiesennutzung heute deutlich unterrepräsentiert.

(2) Extensive Beweidung

Wasserhaushalt: Durch selektives Verhalten der Weidetiere ergibt sich eine aus naturschutzfachlicher Sicht bessere Anpassung der Nutzung an die Standortbedingungen als bei Mahd. In der Regel werden produktivere Feucht- und Trockenstandorte bevorzugt abgeweidet, wogegen sukzessionsstabilere Nässtandorte eher gemieden werden. Daher sind Entwässerungen bei großflächigen Extensivweidegebieten im Prinzip nicht oder in geringerem Umfang nötig. Deutlich wird dies beim Vergleich von Streuwiesenlandschaften und größeren Allmendweideflächen. Parzellenweise, kleinräumig gekammerte Entwässerung bei den Streuwiesen, fehlendes oder sehr weiträumig dimensioniertes Entwässerungssystem bei den Gemeinschaftsweiden.

Bei Quellmooren können die Oberflächenabflussverhältnisse durch häufige Trittwirkung nachteilig verändert werden (flächige Überrieselung zu stärker lokalisiertem Abfluss).

Nährstoffhaushalt: Insgesamt geringerer Nährstoffaustrag als bei Mahd, im Gegensatz zur Mahd Ausdifferenzierung von Anreicherungs- und Aushagerungsstandorten.



Abbildung 100: Beweidetes Versumpfungs-Übergangsmoor. Durch Beweidung werden trockenere Bereiche teilweise offen gehalten. Das nasse Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*) wird gemieden (Tarrenz, Tirol).

Lebensraumfunktionen: Extensiven Weideflächen kommt oft eine besondere Bedeutung für den Artenschutz zu. Kriechender Sellerie (*Apium repens*), Knotiges Mastkraut (*Sagina nodosa*), Drüsige Fetthenne (*Sedum villosum*), Erdbeer-Klee (*Trifolium fragiferum*), die Moosart *Splachnum ampullaceum* u. a. sind schwerpunktmäßig in Moorweiden verbreitet. Bei den STAMMEL & AL. (2003) durchgeführten Untersuchungen ergaben sich für Weiden etwas geringere Artenzahlen als bei Mahdnutzung, der Anteil an Rote Liste Arten war in etwa gleich. Im Unterschied zu Streuwiesengebieten weisen großflächige Weiden eine wesentlich höhere Vielfalt an unterschiedlichen Stadien der Vegetationsentwicklung auf. Es entstehen weiche Nutzungsgradienten, von häufig frequentierte und stark abgeweidete Flächen im Bereich trockener Standorte bis hin zu fast unbeeinflussten Vegetationsbeständen. Durch großflächige extensive Moorweidenutzung können also andere, insge-

samt naturnähere Moorlandschaftstypen als durch Mahd, die zu harten Vegetationsgradienten führt, entstehen.

(3) Brache

In Abhängigkeit von Standort und Brachestadium sind die Auswirkungen auf Fauna, Flora und Vegetation sehr unterschiedlich. Generell gilt, dass mit zunehmender Nässe und abnehmendem Nährstoffgehalt eine höhere Stabilität der Vegetation gegen Sukzession einhergeht. Mit starken Artenverschiebungen ist insbesondere auf entwässerten Moorstandorten zu rechnen. Hier wirken häufig Prozesse der Auteutrophierung, die sich nach Nutzungsaufgabe zunächst durch höhere Wüchsigkeit insbesondere der Dominanzbildner, später dann durch Zunahme oder Einwanderung von Arten produktiverer Standorte abzeichnen. Bei Vorliegen eines aktiven Entwässerungssystems ist Brache aus naturschutzfachlicher Sicht generell negativ zu bewerten, weil solche Flächen keinen oder nur einen untergeordneten Beitrag zum Schutz prioritärer Moorarten leisten und auch die Ziele des abiotischen Ressourcenschutzes nicht hinreichend erfüllt werden.

Auf mineralstoffarmen Torfen kann die Entwicklung nach Brache auch gegenläufig sein. Kennzeichen sind Basenverarmung und Versauerung des oberen Horizonts. Ursache ist vor allem der nicht mehr stattfindende Biomasseentzug durch Mahd (Akrotelmaufbau), zum anderen die Etablierung oder Ausbreitung von Bultarten (z.B. *Sphagnum centrale*, *S. capillifolium*, *S. palustre*, *S. subnitens*, *S. warnstorffii*, *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* u. *P. strictum*), die insbesondere bei Mahd, weniger durch Beweidung in ihrer Entwicklung gestört werden. Längerfristige Folge dieses Prozess kann die vollständige Ablösung der Vegetationsdecke vom Mineralbodenwasser-einfluss sein, Vorkommen minerotropher



Abbildung 101: Naturnahe Referenzflächen, wie die beiden ca. 100 Jahre alten bewaldeten Brachflächen im Bild, ermöglichen eine Absicherung der Sukzessionsprognosen. Voraussetzung ist immer der Nachweis der standörtlichen Vergleichbarkeit (Galthüttenfilz, Murnauer Moos, GAP).

Arten beschränken sich dann auf Arten mit tiefer reichendem Wurzelsystem (z.B. *Carex rostrata*, *Eriophorum angustifolium*, *Phragmites australis*). Auf entsprechenden Standorten (Übergangsmoor, saures Niedermoor) kann dieser Detrophierungsprozess auch durch Eingriffe in den Wasserhaushalt (z.B. durch Abschwächung des Quellwasser-einflusses) begünstigt werden.

Auf sehr nassen, vor allem oligo- und mesotrophen Moorstandorte kann der Bracheprozess auch allein auf strukturelle Veränderungen, z. B. die Etablierung von auf solchen Standorten schwachwüchsigen Baumarten, beschränkt bleiben, wohingegen größere qualitative floristische Veränderungen ausbleiben (zu den Bracheprozessen: z.B. WAGNER 2000: 92).

Im Rahmen der Planung ist abzuschätzen, mit welcher floristischen, vegetationsstrukturellen, standörtlichen und in Folge auch faunistischen Entwicklung bei Brache zu rechnen ist. Wichtige Grundlage der Prognose sind im Gebiet oder Naturraum vorhandene Referenzflächen, also standörtlich vergleichbare Flächen unterschiedlichen Brachefortschritts, anhand derer die Sukzessionsprognose abgesichert werden kann (Abbildung 101, S. 99). In der Prognose sollte zwischen der erwarteten Entwicklung bei unveränderten und bei veränderten Rahmenbedingungen, z.B. nach Wiedervernässung, unterschieden werden.

4 Hemerobiestufen von Mooren

4.1 Begriff und Methoden

Zweck:	Flächenscharfe Darstellung des Grads der menschlichen Beeinflussung. Bewertung des aktuellen Naturnähegrads. Soll-Ist-Vergleich durch Gegenüberstellung mit dem ebenfalls auf Hemerobiestufen beruhenden Leitbild
Methode:	Getrennte Einstufung der Indikatoren Nährstoffhaushalt, Wasserhaushalt und Flora/Vegetation
Produkt:	Karte des aktuellen Hemerobiegrades (M 1 : 5.000 - 25.000)
Literatur:	Blume & SUKOPP 1976, BORNKAMM 1980, ELLENBERG 1963, HABER 1993, JALAS 1955, WESTHOFF 1951

Die Hemerobie²⁷- oder Naturnähestufe kennzeichnet das Ausmaß menschlicher Eingriffe in Bezug auf Vegetation und Standorteigenschaften. Zur Klassifikation der Naturnähe bzw. des menschlichen Einflusses auf Ökosysteme liegen unterschiedliche Konzepte vor. Das hier vorgestellte Konzept beruht formal auf einer getrennten Einstufung der Indikatoren Nährstoffhaushalt, Wasserhaushalt und Flora/Vegetation (siehe Tabelle 32, S. 101).

Die Zuordnung zu einer Hemerobiestufe erfolgt nach dem Minimumprinzip²⁸, d.h. die jeweils naturfernste („schlechteste“) Ausprägung eines der Indikatoren (Nährstoffhaushalt, Wasserhaushalt und Flora/Vegetation) entscheidet

über die Gesamteinstufung. Kriterium für die Beurteilung der Naturnähe ist das Ausmaß der anthropogenen Beeinflussung. Maßstab sind die Ausprägungen, die unter natürlichen Bedingungen bestehen würden.

Der natürliche Ökosystemszustand bezeichnet den Zustand, der vorliegen würde, wenn keinerlei standörtliche Veränderungen und Eingriffe in Flora und Vegetation stattgefunden hätten. Genauso wie bei den Konzepten zur natürlichen oder potenziell natürlichen Vegetation (vgl. z. B. DIERSCHKE 1994) handelt es sich um eine Konstruktion. Die Güte dieser Konstruktion ist abhängig von der Datenlage und der Ausgangssituation. Liegen ältere Gebietsdarstellungen (z. B. Vegetationsbeschreibungen) vor oder sind im Gebiet oder Naturraum naturnahe Referenzflächen vergleichbarer Standortsituation vorhanden sind, kann dieser Zustand ziemlich genau und sicher bestimmt werden. Bei Fehlen solcher Referenzen hat diese Konstruktion stärker hypothetischen Charakter. Das Ausmaß der anthropogenen Beeinflussung ist anhand der innerhalb des Moores und im Einzugsgebiet vorliegenden Eingriffe und über die Veränderungen der Vegetation abzuleiten. Eingestuft wird die Auswirkungsstärke des Eingriffs. Kriterien für die Einstufung werden bei den einzelnen Naturnähestufen genannt.

Die Grundgeometrie für die kartographische Darstellung bilden die Polygone der Vegetations- und Nutzungskartierung. Im Rahmen der Vorplanung sind mit Hilfe von TK 25, Luftbild und Biotopkartierung zumindest vorläufige Einstufungen der Naturnähe vorzunehmen. Im Rahmen der Umsetzungskonzepte sind sie zu überprüfen und ggf. zu modifizieren.

4.2 Naturnahe Moorflächen

Einstufung und Kriterien: Naturnahe²⁹, ahemerobe bis oligohemerobe Flächen weisen einen naturgemäßen Wasser- und Nährstoffhaushalt auf. Hydrologische Eingriffe in der Fläche oder im Einzugsgebiet sind nicht vorhanden, die Nährstoffeinträge über Grundwasser, Oberflächenwasser und Fließgewässer entsprechen den naturräumlichen Gegebenheiten, Biomasseentzug (Holz, Streu) findet nicht statt. Flora und Vegetation entsprechen der ungestörten Standortsituation. Das strukturelle Spektrum reicht von offenen, halboffenen bis zu bewaldeten Moorflächen. Bei sehr nassen, natürlicherweise nicht waldfähigen Mooren sind das Etablierungsvermögen und die Zuwachsrate der Gehölze wichtige Naturnähe-Indikatoren. So können z. B. zuwachsstarke Fichten unter Waldkiefern- / Bergkiefernschirm durch großräumige hydrologische Störung bedingt sein.

In der Hemerobiestufenkarte sollten offene und bewaldete Flächen (NNO, NNW) unterschieden werden.

²⁷ griech. hemeros: gezähmt, kultiviert, bio: Leben

²⁸ vgl. das Vorgehen bei der Gewässerstrukturkartierung (BayLfW 2002)

²⁹ Die Kategorie natürlich (ahemerob) wird aufgrund großräumiger landschaftlicher Veränderungen oder überlagernder Einflüsse nicht verwendet (Nährstoffeinträge aus der Luft, veränderte Landschaftsdynamik, Wilddichte usw)

Tabelle 32: Hemerobie- bzw. Naturnähestufen von Mooren.

Hemerobiegrad	Naturbetonte Moore		Anthropogen überprägte Moore			
	ahemerob - oligohemerob	oligo- bis mesohemerob	mesohemerob	euhemerob	polyhemerob	metahemerob
	naturnah (NN)	bedingt naturnah (BN)	kulturbetont (KB)	kulturgeprägt (KG)	naturfern (NF)	naturfremd (NFR)
Anthropogener Einfluss	fehlt bis sehr gering	gering	mäßig	stark	sehr stark	irreversibel zerstört
Nährstoffhaushalt (Eintrag/Austrag)	unverändert	gering	mäßig	stark verändert	sehr stark verändert	
Wasserhaushalt (Entwässerung)	unverändert	gering verändert	mäßig	stark verändert	sehr stark verändert	
Vegetationsdecke (Indikatorarten)	unverändert	gering verändert	Arteninventar mäßig verändert	Arteninventar stark verändert Nässezeiger noch vorhanden	Nässezeiger fehlen vollständig	keine Pflanzendecke
Nutzungsbeispiele Offenland (O)	Bult-/Schlenkengesellschaften	Streuw.-Brachen sporadische Nutzung	extensive Mahd (1-2 schürig)	intensive Mahd (> 2- schürig)	Saatgrasland, Ackerbau	versiegelte Flächen
Wald (W), Torfstich (T)	Moorwälder	Wald geringfügig entwässert	Hand-Torfstiche mäßig entwässert	Fichtenforst, Torfabbau maschinell, tief	Pappelkulturen Baumschulen	

Beispiele: Sehr nasse Verlandungs-Quellmoor-komplexe mit Schneidried-Röhricht- oder Gesellschaft des Schwarzen Kopfrieds (*Cladietum marisci*, *Schoenetum nigricantis* z. B. Eggstädt-Hemhof), sehr nasse, primär offene Durchströmungs-Nieder- und Überflutungs Moore mit Fadenseggen- oder Steifseggenrieden (z. B. Nördliches Murnauer Moos), sehr nasse Quell- und Übergangsmoorkomplexe (z. B. Kirchseefilz), minerotrophe Bergkiefernmoore (z. B. Kemptner Wald), sehr nasse, kalkhaltig-eutrophe Versumpfungsmoore mit Schwarzerlen-Bruchwald (z. B. zentrales Murnauer Moos). Naturnahe Niedermoorflächen dürften in Bayern eine ähnlich geringe Flächenausdehnung besitzen wie naturnahe Hoch- bzw. Regenwassermoore, deren Anteil auf etwa 5 % ihrer ehemaligen Ausdehnung geschätzt wird (MEIER 2002).

Beispiele für naturnahe Moorflächen sind i. d. R. auf nicht erschlossene Flächen oft in schwer zugänglicher Lage beschränkt.

4.3 Bedingt naturnahe Moorflächen

Einstufung und Kriterien: Bedingt naturnahe Flächen dürfen bezüglich eines Kriteriums höchstens geringe Veränderungen aufweisen.

Nährstoffhaushalt: Keine Düngung, höchstens sehr schwacher anthropogener Eutrophierungseinfluss über Grund- und Oberflächenwasser oder

durch Überflutung, unregelmäßiger Biomasseentzug möglich (z. B. sporadische Offenhaltungsmaßnahmen, Holznutzung).

Wasserhaushalt: höchstens sehr schwach Entwässerungswirkung (z. B. weitmaschiges Grabennetz geringer Tiefe), Auswirkungen auf den Nährstoffhaushalt (Versauerung, Auteutrophierung) daher kaum wirksam.

Flora/Vegetation: floristisch naturnahen Mooren sehr ähnlich, der Hauptunterschied liegt in der Struktur (z. B. offene, natürlicherweise aber



Abbildung 102: Beispiel für „bedingt naturnahe“ und „kulturbetonte“ Moorflächen. Im Vordergrund leicht entwässertes und gemähtes Durchströmungs-Quellmoor mit zeitweisem Überrieselungsregime (Murnauer Moos, GAP).

gehölzfähige Moorfläche) und abweichenden Abundanzverhältnissen (höhere/geringere Individuenzahl oder Deckung bestimmter Arten).

In der Hemerobiestufenkarte sollten offene und bewaldete Flächen (BNO, BNW) unterschieden werden.

Beispiele: Im Offenlandbereich (BNO) handelt es sich i. d. R. um seit langem brach liegende oder nur sehr sporadisch offen gehaltene Moorflächen (z. B. nur in trockenen Jahren genutzte, sehr nasse Fadenseggen- oder Steifseggen-Streuwiesen mit Vorkommen von Schlenken-Arten). Sehr extensiv beweidete Flächen, ohne starke Verbiss- und Trittwirkung, die sich kaum auf das Artenspektrum auswirkt (evtl. zusätzlich weidebegünstigte Arten wie die coprophile Moosart *Splachnum ampullaceum*). Bedingt naturnahe Wälder (BNW), die einer extensiven Holznutzung unterliegen können (Brennholz), sind durch eine weitgehend naturgemäße Artenzusammensetzung gekennzeichnet

4.4 Kulturbetonte Moorflächen

Einstufung und Kriterien: In diese Kategorie fallen Flächen, die bezüglich eines der Kriterien höchstens mäßige Veränderungen aufweisen.

Nährstoffhaushalt: keine oder sehr geringe und nur sporadische Düngung (Festmistgaben in mehrjährigen Abständen). Detrophierung durch regelmäßigen Biomasseentzug. Dadurch und durch mäßige Entwässerung eingeschränkte oder fehlende Torfbildung. Als Folge der Entwässerung Versauerungsprozess (z. B. bei ursprünglich kalkhaltigen, mineralstoffarmen Quellmooren) oder Auteutrophierung möglich.

Wasserhaushalt: Höchstens mäßig starke Entwässerung, wie sie für extensiv genutzte Streuwiesenengebiete typisch ist. Drainagen oder engmaschige und tiefe Grabensysteme treten nicht auf. Überflutungsregime und Sedimentationsgeschehen durch Fließgewässereintiefung/-begradigung i. d. R. verändert. Für Quellmoore typisches Überrieselungsregime nicht mehr vorhanden.



Abbildung 103: Beispiel für „kulturbetonte“ Moorflächen. Klassische Vertreter kulturbetonter Streuwiesenlandschaften sind Davallseggenriede, hier mit Breitblättrigem Wollgras (*Eriophorum latifolium*, *Caricetum davallianae* in Ausbildung mit *Molinion*-Arten). Ettaler Weidmoos, GAP.

Flora/Vegetation: Meist zugunsten von Arten mäßig nasser Moorstandorte verschobenes Artenspektrum, Schlenken-Arten (Wasserstufe telmatisch / flach limnisch) treten nur noch vereinzelt auf. Bei Moor- und Bruchwäldern dieser Naturnähestufe veränderte Baumartendominanz, aber kein vollständiger Baumartenwechsel.

In der Hemerobiestufenkarte sollten offene und bewaldete Flächen (KBO, KBW) sowie Torfstichgebiete dieser Naturnähestufe (KBT) unterschieden werden.

Beispiele: Kleinseggenried- und Pfeifengras-Streuwiesen, auf nährstoffreicheren Standorten Nasswiesen und Großseggen-Bestände mit höheren Anteilen an *Calthion*-Arten, bäuerlicher Handtorfstich mit geringer Entwässerungswirkung und Störung des Geländereiefs, Moor- und Bruchwälder mit Förderung einer Zielbaumart (i. d. R. Fichte).

4.5 Kulturgeprägte, stark veränderte Moorflächen

Einstufung und Kriterien: In diese Kategorie fallen Flächen, die bezüglich eines Kriteriums höchstens starke Veränderungen aufweisen. Die Entwicklung zu naturnäheren Zuständen ist ein langfristiger Prozess. Der Aufwand hängt vom Grad der Torfdegradation und von der Stärke der Eingriffe ab (Tiefe der Vorfluter, Dichte des Entwässerungsnetzes), er ist i. d. R. hoch.

In der Regel ist eine weitere Unterteilung notwendig. Mäßig intensiv genutzte Bestände, die offensichtlich einer Düngung unterliegen, an deren Aufbau aber noch eine höhere Anzahl von Nässezeigern und moortypischen Arten beteiligt ist, sollten als schwach kulturgeprägte Flächen (KGs) eingestuft werden. Hierunter fallen Gesellschaften der Wirtschaftswiesen und -weiden (*Arrhenatheretalia*) in Ausbildungen mit Magerkeits- und Nässezeigern.

Nährstoffhaushalt: Regelmäßig vorwiegend mit Wirtschaftsdüngern gedüngte oder durch diffuse Einträge (Landwirtschaft, Weiher, Deponien, Überflutungsbereich eutropher Fließgewässer) nährstoffbefruchtete Flächen. Dadurch und aufgrund Entwässerung hohe Nährstoffemission in die Vorfluter.

Wasserhaushalt: Starke Entwässerung durch enges und tiefes Grabensystem und Dränagen, die ein häufiges Befahren der Flächen ermöglicht. Torfdegradierungsprozesse (Sackung, Mineralisation). Erhebliche Abflussbeschleunigung.

Flora/Vegetation: Arten der Wirtschaftswiesen und -weiden dominieren, im Unterschied zu naturnahen Flächen treten in der Fläche aber noch moortypische Nässezeiger auf. Von den bewaldeten Mooren sind in ihrer Baum- und Krautschicht stark veränderte Waldbestände (intensiv genutzte Forste) hier zuzuordnen.

In der Hemerobiestufenkarte sollten offene und bewaldete Flächen (KGO, KGW) sowie Torfstichgebiete dieser Naturnähestufe (KGT) unterschieden werden.

Beispiele: Drei- bis maximal vierschürige Wiesen, Intensivweiden, Fichten–Altersklassenwald, stark entwässerte Torfstiche mit großen Reliefunterschieden.

4.6 Naturferne, sehr stark veränderte Moorflächen

Einstufung und Kriterien: In diese Kategorie fallen Flächen, die bezüglich eines Kriteriums sehr starke Veränderungen aufweisen. Renaturierung ist hier ein sehr langfristiger und meist aufwendiger Prozess, der Renaturierungserfolg oft kaum abzuschätzen. Bei mangelnder Flächenverfügbarkeit ist zumindest darauf hinzuwirken, dass Degradationsprozesse verlangsamt werden (z. B. durch moorschonende Nutzungsweisen) und dass die Lebensraumfunktionen verbessert werden (z. B. durch Extensivierung, Entwicklung von Brachflächen).

Nährstoffhaushalt: Sehr stark gedüngte oder durch randlichen Nährstoffeintrag eutrophierte Flächen. Starke Moorsackung und erhebliche Veränderungen der Torfstruktur (Torfsäulen und Schwundspalten, vgl. SCHMIDT 1994), z. T. Kulturböden (Sandmischkultur). Ausgeprägte Torfmineralisation mit Nährstoffbelastung der Vorfluter.

Wasserhaushalt: Aus Gründen intensiver Bewirtschaftung oder industrieller Torfabbauverfahren sehr stark entwässerte Moorflächen mit mittleren Moorwasserständen um und unter 1 Meter.

Flora/Vegetation: Moortypische Arten und Nässezeiger treten nicht mehr auf.

In der Hemerobiestufenkarte sollten offene und bewaldete Flächen (NFO, NFW) sowie Torfstichgebiete dieser Naturnähestufe (NFT) unterschieden werden.

Beispiele: Vier- und mehrschürige Wiesen, Intensivweiden, Grünland–Brachestadien entsprechender Trophie (z. B. Quecken–Brennessel–Bestände, Segetalflora, Neophyten), Saatgrasland, Ackernutzung (z. B. Mais, Kartoffel), Frästorfflächen, Torflagerstätten.

4.7 Naturfremde, zerstörte Moorflächen

Als naturfremd werden irreversibel zerstörte, verfüllte oder überbaute Torfstandorte, wie Siedlungen, Verkehrsflächen, Deponien u. a. bezeichnet. Hinsichtlich Wasser- und Nährstoffhaushalt völlig mooruntypisch (z. B. reines Oberflächenabflussregime durch Versiegelung). Stark bis völlig aufgelöste Vegetationsdecke, Auftreten von Arten trocken-ruderaler Standorte. Eine Renaturierung im Sinne einer naturnahen Moorentwicklung ist nicht mehr möglich. Flächen dieser Kategorie stellen für die Naturschutzplanung vielfach nicht lösbare Restriktionen dar.

5 Leitbilder

5.1 Begriff und Methoden

Zweck:	Flächenscharfe Darstellung des naturschutzfachlichen Soll-Zustands durch Abwägung fachlich konkurrierender Ziele
Methode:	Abwägung der fachlichen Ziele des Natur- und Moorschutzes (MEK). Kartographische Darstellung der Leitbilder auf Basis der ökologischen Raumgliederung über Hemerobiestufen i. d. R. mit Angabe charakterisierender Eigenschaften.
Produkt:	Karte der Leitbilder (M 1 : 5.000 - 25.000)
Literatur:	Methode: FINCK & al. 1997, PFADENHAUER & KRATZ 2001, PLACHTER et. al 2002; Moortypenspezifische Leitbilder und Entwicklungsziele: SCHOPP-GUTH (1999), JOOSTEN & CLARKE (2002)

Den Rahmen für die Formulierung der Leitbilder bilden die Naturnähestufen des Hemerobiestufensystems. Die Methodik entspricht dem Vorgehen bei der Ansprache des aktuellen Hemerobiegrades (siehe Kapitel C 4, Tabelle 32, S. 101), wobei hier aber die Frage im Vordergrund steht, welcher Naturnähegrad im Gebiet angestrebt wird. Die Grundgeometrie für die Karte der Leitbilder können die Polygone der Vegetations- und Nutzungskartierung sowie die Geometrie der Gewässer- und Grabenerfassung bilden (weitere Hinweise siehe Entwicklungsziele).

Leitbilder sind Teil eines hierarchisch aufgebauten, naturschutzfachlichen Zielsystems. Abgeleitet aus den allgemeinen, noch nicht lokalisierten Zielvorstellungen (Leitlinien) definieren Leitbilder einen anzustrebenden Soll- oder Optimalzustand für konkrete Flächen. Sie beschreiben auf Grundlage einer Beurteilung der Renaturierungsfähigkeit bzw. des Entwicklungspotentials einen aus fachlicher Sicht realisierbaren Zustand.

Leitbilder werden unter alleiniger Beachtung fachlicher Erfordernisse und ihrer Abwägung ohne Berücksichtigung sozi-ökonomischer Rahmenbedingungen (Restriktionen) formuliert. Leitbilder dienen als langfristige Richtschnur und bilden den Bewertungsmaßstab für die Ermittlung von Defiziten. Nutzungen und Zustände von Mooren können im Vergleich zum aufgestellten Leitbild als leitbildkonform bzw. nicht leitbildkonform eingestuft werden. Die in Schutzgebietsverordnungen, Pflege- und Entwicklungsplänen und FFH–Managementplänen genannten Ziele sind im Rahmen der Leitbilddefinition zu bewerten und dementsprechend einzuarbeiten.

Ob sich der mit dem Leitbild angestrebte Zustand überhaupt und falls ja wann einstellt, hängt insbesondere vom gegebenen Naturnähegrad ab. So ist die Wahrscheinlichkeit, ein durch Nutzung stark überprägtes Moor (kulturgeprägt bis naturfern) in einen naturnahen Zustand zu überführen, gering und die hierfür erforderliche Zeitspanne groß. **Bei den Leitbildern sollte deshalb zwischen langfristigen, eher visionären und in ab-**

sehbaren Zeiträumen realisierbaren Leitbildern unterschieden werden. Absehbar meint, dass der angestrebte Zustand im Verlauf von einigen Jahrzehnten erreicht werden kann. Diese Unterscheidung ist vor allem aus Gründen der Erfolgskontrolle zu wichtig. Zusammen mit den Leitbildern sollten auch Aussagen zur Renaturierungsfähigkeit erfolgen und die jeweils erwarteten Entwicklungsschritte, als „Meilensteine“ der Renaturierung, möglichst konkret benannt werden.

Beispiel: Für ein durch Frästorverfahren bis in den Niedermoorhorizont abgebautes Hochmoor besteht das langfristige, visionäre Leitbild „Regeneration eines naturnahen Regenwassermoor-Ökosystems“ (z. B. SLIVA & AL. 2000). Selbst bei umfassender Flächenverfügbarkeit führt die Maßnahme „Polderung mit Überstau“ in überschaubaren Zeiträumen z. B. von zunächst vegetationsarmen Flachwasserbereichen nach Etablierung der Schnabelsegge zwar zu torfmoosreichen, aber immer noch minerotropen Vegetationsstadien, die weitere Entwicklung kann noch nicht prognostiziert werden (s. hierzu FRANKL & AL. 2003). Auch nach Jahrzehnten entwickelt sich also aus einem vormals naturfernen Moor (polyhemerob) noch kein naturnahes Regenwassermoor. Um eine Erfolgskontrolle zu ermöglichen, sollten deshalb auch das innerhalb eines absehbaren Zeitraums angestrebte Leitbild und die Entwicklungsschritte, die zum angestrebten Zustand führen, benannt werden. Für das Beispiel könnte das in einigen Jahrzehnten wahrscheinlich zu erreichende Leitbild also z. B. als „Entwicklung einer mesotropen Torfmoos-Seggen-Verlandungsvegetation als Vorstufe der Regenwassermoorregeneration“ formuliert werden.

Genauso verhält es sich bei einer ackerbaulich genutzten Niedermoorfläche im Bereich eines ehemaligen Quellmoors (z. B. Erdinger Moos). Das Renaturierungsleitbild „Naturnahes, primär waldfreies Quellmoor mit *Schoenus nigricans*-*Cladium mariscus*-Vegetation“ wäre illusorisch, die in absehbarem Zeitraum erreichbaren Leitbilder könnten dort in der Entwicklung artenreicherer Nasswiesen oder, bei stärkerer Vernässung und Sukzession, in der Etablierung von Großseggenrieden oder Bruchwäldern höheren Trophiegrads liegen.

Die Renaturierung verläuft demnach nur schrittweise über die jeweils naturnähere Stufe. Je weiter vom naturnahen Zustand entfernt, umso länger der Renaturierungsprozess und umso geringer die Wahrscheinlichkeit, dass tatsächlich naturnahe Zustände erreicht werden.

5.2 Abwägung von Zielkonflikten, Prioritäten

Die konkrete flächenbezogene Zielplanung erfordert bereits auf Leitbildebene eine Abwägung konkurrierender innerfachlicher Ziele. Während sich in größeren Mooregebieten Zielkonflikte meist durch räumliche Zonierung lösen lassen (vgl. PFADENHAUER in KRATZ & PFADENHAUER 2001: 20), gelingt dies in kleineren Gebieten oft nicht. So ist z. B. das Ziel einer natürlichen Torfbildung auf der gleichen Fläche nicht mit der Erhaltung extensiv genutzter Streuwiesen zur Erhaltung der Artenschutzfunktion vereinbar. In solchen Fällen ist eine naturschutzfachliche Abwägung vorzunehmen, wobei diese in jedem Fall auf einer gründlichen floristischen und faunistischen Analyse mit Abschätzung der jeweiligen Entwicklung beruhen sollten. Dabei ist mit Blick auf das Leitbild einer möglichst naturnahen Moorentwicklung auch zu berücksichtigen, dass

Moorflächen heute einen Lebensraum für primär nicht auf Moore angewiesene Arten darstellen können, deren eigentliche Lebensräume in der Kulturlandschaft aber fehlen oder unterrepräsentiert sind.

6 Erhaltungs- und Entwicklungsziele

6.1 Begriff und Methoden

Zweck:	Umsetzungsorientierte Grundlage für Maßnahmenplanung und Erfolgskontrolle; Flächenscharfe, möglichst präzise Darstellung mittelfristig erreichbarer Ziele nach zeitlicher Dringlichkeit und fachlicher Priorität
Methode:	Überlagerung der Leitbilder mit bestehenden Restriktionen
Produkt:	Karte der Leitbilder (M 1 : 25.000); Karte der Entwicklungsziele (M 1 : 5.000).
Literatur:	Methode: FINCK & AL. 1997, PFADENHAUER & KRATZ 2001, PLACHTER et. al 2002. Moore: SUCCOW & JOOSTEN (2002), JOOSTEN & CLARKE (2002), SCHOPP-GUTH (1999).

Den Rahmen für die Formulierung der Entwicklungsziele bilden, ebenso wie bei den Leitbildern, die Naturnahestufen des Hemerobiestufensystems. Die Methodik entspricht dem Vorgehen bei der Ansprache des aktuellen Hemerobiegrades (siehe Kapitel C 4, Tabelle 32, S. 101).

Als Erhaltungs- und Entwicklungsziel werden die **innerhalb des Planungszeitraums** voraussichtlich realisierbaren Zustände bezeichnet. Sie stellen das fachlich in diesem Zeitraum Erreichbare dar und berücksichtigen die sozioökonomischen Rahmenbedingungen und die sich hieraus ergebenden Restriktionen. Sie sind im Gegensatz zu Leitbildern **umsetzungsorientiert**. Die Unterscheidung von Erhaltungszielen und Entwicklungszielen ist dann zweckmäßig, wenn eine angestrebte Veränderung des aktuellen Zustandes auf den ersten Blick erkennbar sein soll. Im Folgenden werden beide als Entwicklungsziele bezeichnet. Sie sind die Grundlage für die Maßnahmenplanung und dienen als Maßstab für die Erfolgskontrolle. Je genauer die Entwicklungsziele formuliert werden, desto genauere Aussagen können über den Erfolg eines Projektes getroffen werden³⁰. Demgegenüber entziehen sich Planungskonzepte mit allgemeiner Zielformulierung einer Erfolgskontrolle; gleichzeitig sinkt damit auch die Nachvollziehbarkeit der Planung. Hieraus können dann Akzeptanzprobleme resultieren.

Entwicklungsziele und Leitbilder sind im Rahmen der Umsetzungskonzepte einzelflächenbezogen zu erarbeiten und ggf. in Form von Zonenkonzept-

³⁰ z. B. durch Festlegung von maximal tolerierten Tiefwasserständen oder die Nennung von Ziel-Gruppen, die durch die Maßnahmen gefördert werden sollen.

ten (M 1: 5.000 - 25.000) zusammenfassend darzustellen. Die Grundgeometrie bilden die Polygone der Vegetations- und Nutzungskartierung, die im Hinblick auf die Umsetzung und die Darstellung der Entwicklungsziele mit dem Flurkartenwerk verschnitten werden sollten, sowie die Geometrie der Gewässer- und Grabenerfassung. Alle kleinmaßstäblicheren Karten (z. B. Moortypen, Mooregebiete, Zonenkonzept) bauen auf dieser Basisgeometrie auf (hierarchische Struktur).

Speziell bei vorgesehenen Erfolgskontrollen sollten Entwicklungsziele getrennt für Wasser-, Nährstoffhaushalt und Vegetation dargestellt und möglichst detailliert beschreiben werden. Die fachliche Bedeutung des Ziels, die zur Erreichung notwendigen Maßnahmen und ihre zeitliche Dringlichkeit sind zu benennen.

6.2 Restriktionen

Restriktionen ³¹, d.h. Einschränkungen bezüglich der Umsetzbarkeit von Leitbildern, ergeben sich insbesondere aus der im Planungsraum bestehenden Eigentums- und Nutzungsstruktur, häufig aber auch aus der fehlenden Akzeptanz des Projekts bei den Beteiligten und in der Öffentlichkeit. Darüber hinaus können weitere Aspekte, wie Personalkapazität auf Seite der Projektträger oder Finanzmittelausstattung, eine Rolle spielen. Im Rahmen der Planung sind die aus den sozioökonomischen und politischen Rahmenbedingungen resultierenden Restriktionen hinsichtlich ihrer kurz- bis langfristigen Lösbarkeit zu bewerten und die nicht lösbaren Zieleinschränkungen (z. B. bestehende Infrastruktureinrichtungen von übergeordneter Bedeutung) darzustellen. Ferner sind die jeweils anzuwendenden Mittel (Flächenankauf, Ausgleichszahlungen, Einholen von Einverständnissen, Öffentlichkeitsarbeit, Einsatz des Vertragsnaturschutzprogramms, Förderung bestimmter landwirtschaftlicher Betriebsformen usw.) aufzuzeigen.

6.3 Zonenkonzepte

Insbesondere für größere Mooregebiete sollten generalisierte Zonenkonzepte erstellt werden. Sie können nach unterschiedlichen, z. B. funktionalen oder nutzungsorientierten Gesichtspunkten aufgebaut werden. Mögliche Kategorien für Zonenkonzepte sind:

Nutzungsbefreite Zone (Tabuzone, Reservat, Prozessschutzgebiet): In der Regel bereits naturnahe oder weitgehend naturnahe Bereiche, die einer natürlichen, vollständig eigendynamischen Entwicklung unterliegen sollten (Leitbild naturnahes Moor). Damit entsprechen sie der Kategorie „Kernzone“ der Biosphärenreservate, „in der sich die Natur vom Menschen möglichst unbeeinflusst entwickeln kann“ (vgl. ERDMANN 1997: 62). Ökosystemsteuernde Prozesse sollen in diesen Ge-

bieten weitestgehend natürlich ablaufen, Nutzungen sind also auszuschließen. Die Gebiete sind für die Moor- und Vegetationsökologie, für die Naturschutzforschung und die Umweltbeobachtung von sehr hohem wissenschaftlichem Wert. Zur Realisierung ist der möglichst vollständige Ankauf von Flächen der Tabuzone unter Einbeziehung des hydrologischen Umfelds von sehr hoher Priorität.

Zone sporadischer Nutzung, Leitbild bedingt naturnahes Moor: Gebiete, für die eine naturnahe Entwicklung angestrebt wird, ein vollständiger Nutzungsverzicht aber nicht für nötig erachtet wird oder aus Artenschutzgründen aktuell nicht möglich ist (kontrollierter Prozessschutz). Das Ausmaß der Nutzung darf die Entwicklung jedoch nicht störend beeinflussen. Der Flächenankauf ist unter Einbeziehung des hydrologischen Umfelds von hoher bis sehr hoher Priorität.

Zone extensiver Nutzung, Leitbild kulturbehaftetes Moor (Pflegezone): Pflegezonen bzw. Zonen extensiver Nutzung umfassen regelmäßig extensiv genutzte und zu extensivierende Bereiche sowie Flächen, die überwiegend aus Gründen des Artenschutzes sporadisch genutzt bzw. gepflegt werden sollten. In der Pflegezone besteht das Ziel, das auf extensive Nutzung angewiesene Spektrum an Lebensgemeinschaften und Arten zu sichern. Flächen dieser Zone sind meist auch für die Erhaltung eines vielfältigen Landschaftsbilds von sehr hoher Bedeutung.

Zone nachhaltig-produktiver Nutzökosysteme mit Ausgleichsfunktionen (Kulturgeprägte Moore mit moorschonender Bewirtschaftung): Hier besteht das Ziel, nachteilige Umweltwirkungen z. B. durch Stoffausträge zu reduzieren und das Lebensraumangebot für rückläufige Arten und Lebensgemeinschaften zu verbessern. In der Regel handelt es sich hierbei um kulturgeprägte oder kulturferne Gebiete, in denen höhere Anforderungen an die Bewirtschaftung (Düngemittelgaben, Entwässerungsgrad) gestellt werden als auf intensiv agrarisch oder forstlich genutzten Moorstandorten. Moorschonende Wirtschaftsweisen und Grundsätze einer nachhaltigen Produktion bilden hier den Handlungsrahmen.

7 Erfolgskontrolle

7.1 Zweck und Begriffe

Im Rahmen von Umsetzungskonzepten dienen Erfolgskontrollen dem Zweck zu prüfen, ob

- die geplanten Maßnahmen ausgeführt sind und ihre Funktion erfüllen (Maßnahmenkontrolle),
- die damit angestrebten Ziele erreicht werden (Wirkungskontrolle) und ob
- die angestrebten Ziele langfristig aufrechterhalten werden können (Zielkontrolle).

Zusätzlich nennt SCHERFOSE (1994: 50) Wirtschaftlichkeitskontrollen, die der Überprüfung des Finanzmitteleinsatzes dienen. Sie sind in der Regel nicht Gegenstand der Bearbeitung.

³¹ lat. restrictio „Einschränkung“; restringere „zurückziehen“

Maßnahmenkontrollen: Maßnahmenkontrollen finden im Rahmen der Umsetzung der Renaturierungsplanung statt. Überprüft wird auf Vollzug der Maßnahme und fachgerechte Ausführung. Bei Maßnahmen, die eine langfristige Wirkung entfalten sollen (z. B. Stau, Maßnahmen der Gewässerrenaturierung), sind in der Regel im mehrjährigen Turnus durchgeführte Zustandskontrollen (z. B. auf Dichtigkeit der Stau) erforderlich. Das Gleiche gilt bei Maßnahmen, deren Wirkungsdauer standortabhängig und im Voraus nicht bekannt ist (z. B. Offenhaltungsmaßnahmen). Der zeitliche Ablauf dieser Kontrollen ist im Umsetzungskonzept bzw. im Protokoll zur Umsetzung darzustellen.

Moorpatenschaften, die sich die Überwachung eines Gebiets zur Aufgabe machen, können bezüglich Kontrolle von Staubauwerken oder kleinere Ausbesserungs- und Optimierungsarbeiten eine sehr große Hilfe sein.

Wirkungskontrollen: Über Wirkungskontrollen werden die Auswirkungen der Renaturierungsmaßnahmen erfasst und über den Grad der Zielerreichung bewertet. Dabei ist zwischen gebietsübergreifenden und gebietspezifischen Fragestellungen zu unterscheiden. So kann z. B. die Frage, ob durch Wiedervernässung auch Torfbildung erreicht wurde, ausgehend vom hohen messtechnischen Aufwand, methodischen Problemen u. a. Aspekten nicht für jedes Gebiet einzeln geprüft werden. Solche Untersuchungen müssen zur Ableitung allgemeingültiger Erkenntnisse oder Indikatoren in repräsentativen Testgebieten erfolgen. Im Rahmen der Umsetzungskonzepte als notwendig erachtete Wirkungskontrollen sind deshalb auf zwei Ebenen zu benennen:

- Benennung der speziell auf das Gebiet abgestellten Wirkungskontrolle und deren Relevanz. Beispiele: Auswirkung einer Maßnahme auf die Populationsentwicklung einer besonders prioritären Moorart, Effizienz der Nährstofffestlegung in einem zu diesem Zweck angelegten Sedimentationsbecken oder die Beurteilung der Auswirkungen der Vernässung auf die Gehölzentwicklung. Die benannten Wirkungskontrollen verfolgen hauptsächlich das Ziel, die Effizienz bestimmter Maßnahmen zu verbessern oder negativen Entwicklungen entgegen zu steuern und den Erfolg der ausgeführten Maßnahmen zu bewerten.
- Darstellung naturschutzfachlich besonders bedeutsamer, gebietsübergreifender Themen und Beurteilung der Eignung des Untersuchungsgebietes für diese Fragestellungen. Diese Anregungen sollten dann von der beim Landesamt für Umweltschutz eingerichteten Steuergruppe zur zentralen Koordination der naturschutzfachlichen Erfolgskontrolle (vgl. REBHAN 1999), bzw. von den Facharbeitskreisen, aufgenommen und beurteilt werden.

Zielkontrollen: Zielkontrollen sind u. a. dann erforderlich, wenn im Rahmen der Planung Unsicherheiten über die erwartete Entwicklung nach Maßnahmenausführung bestehen, so dass eine spätere Überprüfung des Entwicklungsziels erforderlich wird. Hierauf ist im Text hinzuweisen.

7.2 Wirkungskontrollen

7.2.1 Allgemeine Grundsätze

Basis für die Durchführung und den Aufbau von Wirkungskontrollen sind die im Umsetzungskonzept formulierten Erhaltungs- und Entwicklungsziele. Hierauf Bezug nehmend sind Indikatoren und Messgrößen zu definieren, mit deren Hilfe der Zielerreichungsgrad erfasst werden kann. Um über Erfolg oder Misserfolg einer Maßnahme Aussagen treffen zu können, sind Grenzwerte und Toleranzbereiche von Schlüsselparametern zu definieren.

Erfassungsmethoden und Versuchsanordnung (Samplingdesign) hängen davon ab, welche Veränderungen in welchen Zeiträumen und auf welchen Flächen erwartet werden. Die gewählten Methoden sollen möglichst effizient sein, das heißt, es sind in Hinblick auf die jeweilige Fragestellung möglichst einfache Methoden und leicht zu erfassende Arten bzw. Artengruppen auszuwählen. Konzept und Methoden müssen daran orientiert werden, welche Mittel für den benötigten Zeitraum zur Verfügung stehen.

An erster Stelle der Erfolgskontrolle steht die Analyse der Ausgangssituation mit einer genauen Beschreibung der Maßnahmen, auf die sich die Erfolgskontrolle bezieht. Die Erstuntersuchung muss in vielen Fällen vor Maßnahmenbeginn durchgeführt werden (z. B. Wasserhaushalt). Bei vegetationskundlichen Fragestellungen kann die Erstaufnahme vielfach auch nach Maßnahmenausführung erfolgen (träger Indikator). Dies hat den Vorteil, dass auf ggf. von der Planung abweichende Ausführung der Maßnahmen reagiert werden kann. Ergänzend sollten auch von der Maßnahme nicht beeinflusste Referenzflächen in die Erfolgskontrolle mit einbezogen werden. Erfolgskontrollen laufen i. d. R. über mehrere Jahre.

Eine statistische Auswertung der erhobenen Daten ist zur Absicherung der Ergebnisse häufig erforderlich. Zu dieser Auswertung gehört auch ein Vergleich mit überregionalen Trends bei den erfassten Arten. Ein solcher Vergleich verbessert die Interpretation der Daten wesentlich.

Der Bericht zur Erfolgskontrolle muss eine nachvollziehbare Beschreibung der verwendeten Methoden und Karten zur Lage des Untersuchungsgebietes, der Untersuchungsflächen, -transekte usw. enthalten.

7.2.2 Aufnahmeobjekte

Die erforderlichen Erhebungen hängen von der speziellen Fragestellung ab. Bei Aussagen zum Erfolg von Wiedervernässungsmaßnahmen kann die Beobachtung der extremen Tiefwasserstände ausreichend sein, bei Extensivierungsmaßnahmen sind die Nährstoffgehalte der Torfe oder Biomasse und die Produktivität wichtige Erfolgsindikatoren. Darüber hinaus sind i. d. R. indikatorisch relevante Artengruppen zu erheben (z. B. Differentialarten-

gruppen der Vegetationskartierung, feuchte- bzw. nässeabhängige Pflanzen- und Tierarten). Besonders gut eignen sich Moose, da sie die oberflächennahen Feuchtebedingungen gut indizieren.

Sollen mit den durchgeführten Maßnahmen die Populationen von Zielarten gestützt bzw. gefördert werden, sind spezielle Untersuchungen erforderlich (siehe BAY LFU 2001, BAY LFU 1995, FARTMANN & AL. 2001). Zur Veränderung von Lebensräumen eignet sich auch die Erhebung von Vegetationsstrukturen.

Beispiele Vegetation: Vegetationstyp, Biomasse, Vegetationsstruktur (horizontale, vertikale); **Fauna, Flora:** Gesamtartenspektrum, Zielarten, Indikatorisch relevante Arten; **speziell Flora:** Phänologie, Lebensformen u. a.; **speziell Fauna** (LFU 1995): Imagines, Larven, Brutnachweise u. a.; **Wasserhaushalt, Nährstoffhaushalt** (siehe TRAXLER 1997, SLIVA & SACHTELEBEN in Vorb.)

7.2.3 Aufnahmeparameter, Mess-, Schätz- und Nachweismethoden

Wichtigste Anforderung an alle Untersuchungen ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse. Daher muss zu Beginn eine sorgfältige Auswahl der Aufnahmeparameter und -methoden getroffen werden. Änderungen während des Untersuchungszeitraumes sind nur bedingt möglich (z. B. zur Erhöhung der Genauigkeit, bei Gewährleistung, dass die Auswertung früher erhobener Daten möglich ist).

Aufnahmeparameter (DIERSCHKE 1994, ZAHLHEIMER 1985): Artenzahlen, Individuenzahlen (Abundanz), Dichte (Individuenzahl pro Fläche) Deckungsgrad, Artmächtigkeit (Kombination von Abundanz und Deckungsgrad), Frequenz.

Mess- und Schätzmethoden (TRAXLER 1997, DIERSCHKE 1994, KREEB 1983): Zählung, Schätzung (Schätzskalen bei TRAXLER 1997), Frequenzbestimmung (Flächen-, Linien-, Punktfrequenz); Weitere Methoden bei TRAXLER 1997, FISCHER 1995; z. B. Line-Intercept-Methode, Point-Line-Methode, Punkt-Quadrat-Methode (Punkt-Berühr-Methode), Point-Centered-Quarter-Methode (PCQ KREEB 1983), Winkelzählprobe u. a.

Nachweismethoden von Tierartengruppen (LFU 1995, TRAUTNER 1991): Beobachtung/Verhören, Fang, Fallen (Fangmethoden siehe MÜHLENBERG 1989, z. B. Bodenfallen, Fensterfallen, Luftelektronen, Farbschalen, Lichtfang); Weitere Informationen (ohne Bewertung der Inhalte): <http://www.naturschutzplanung.de>.

7.2.4 Probeflächen

Probeflächengröße und -anordnung: Die Größe der Probeflächen hängt von den zu untersuchenden Objekten ab. Bei Tierarten mit großen Flächenansprüchen können Vollerhebungen des Gesamtgebiets notwendig sein. In der Regel wer-

den repräsentative Ausschnitte bestimmter Größe festgelegt. Transekte empfehlen sich insbesondere dann, wenn mit Veränderungen entlang von Standortgradienten gerechnet wird. Sie werden häufig zur Erfassung von Tierarten angelegt, eignen sich aber auch sehr gut zur Dokumentation der Vegetationsentwicklung.

Beispiele Größe: Vollerhebung (z. B. Vegetationskartierung, Tierarten mit hohen Flächenansprüchen, kleine Gebiete), definierter Ausschnitt (z. B. Vegetationsaufnahmen 1 m² bis 500 m²), punktuell (Wasserstandsmessung, Fallen). **Probeflächenanordnung:** Einzelflächen, Raster, Transekt.

Probeflächenanzahl und -lage: Vielfach werden repräsentative Probeflächen (einzeln, Raster oder Transekt) angelegt. Die Auswahl der Lage erfordert im Gegensatz zu statistischen Methoden (zufallsverteilt) besondere Sorgfalt, weil die Qualität des Datenmaterials von der Auswahl und Abgrenzung der Probeflächen abhängt. Wie repräsentativ die Ergebnisse sind, kann bei diesem Vorgehen aber nur schlecht beurteilt werden.

Wenn Ergebnisse statistisch abgesichert auf ganze Gebiete übertragen werden sollen, sind Anzahl und Lage der Probeflächen (meist einzeln) nach statistischen Gesichtspunkten festzulegen (Stichprobenplan WILDI 1986: 34). Die Anzahl der notwendigen Stichproben hängt von der Homogenität der untersuchten Parameter und von der Größe der gewählten Dauerfläche bzw. der Population ab. Bei der Ermittlung der statistisch abgesicherten Stichprobengröße müssen zwei Parameter festgelegt werden: Der Grad der erwünschten Zuverlässigkeit (Vertrauenswahrscheinlichkeit) der statistischen Tests und die minimale Veränderung, die bei der Auswertung erkannt werden soll (Genauigkeit, z. B. Deckungsveränderung von 10% soll erkannt werden; Methoden siehe bei TRAXLER 1997, WILDI 1986).

Beispiel: repräsentative (subjektive) Auswahl, systematische Auswahl, Zufallsprinzip.

Vermarkung von Probeflächen: Bei der Vermarkung der Dauerfläche hat es sich bewährt, Metallrohre zu verwenden, die mittels GPS-Handempfänger eingemessen und mit Metalldetektor geortet werden. Da oft mehrere Jahre zwischen den Aufnahmen liegen, ist eine zusätzliche kartographische Dokumentation zu empfehlen.

Beispiel: Handskizze ohne Markierung (nicht zu empfehlen), Oberirdisch sichtbare Markierungen (Gefahr der Sabotage, bei Mahd oder Beweidung nicht zu empfehlen), Schwer sichtbare Markierung auf Bodenniveau (nur in Verbindung mit Metallsuchgerät zu empfehlen), Vergrabene Markierungen für Metall- oder Magnetsuchgeräte (erfordert Vorabkontrolle nach sonstigen Metallen).

Weitere Methoden sind die vermessungstechnische Verortung mit elektronischem Tachymeter, lasergestütztem Fernglas oder zentimeter-genauem Global Positioning System (GPS).

Aufnahmezeitpunkt und -frequenz: Der Aufnahmezeitpunkt bei Untersuchung von Flora und Fauna sollte am Entwicklungszyklus der zu untersuchenden Arten (phänologischer Zeitpunkt) definiert werden, um vergleichbare Resultate zu erhalten. Um den geeigneten Zeitpunkt, z. B. ungewöhnlicher Witterung sicher festzustellen, kann es notwendig sein, die Untersuchungsflächen oder zumindest eine gut erreichbare Referenzfläche mehrmals aufzusuchen. Zum Erhebungszeitpunkt von Wasserständen siehe Kapitel C 2.2.2 (S. 65).

Die Aufnahmefrequenz hängt davon ab, in welchem Zeitraum Veränderungen erwartet werden. Im Fall von Wiedervernässungsmaßnahmen können zumindest anfangs jährliche Untersuchungen erforderlich sein. Bei Extensivierung ist ein zwei- bis dreijähriger Zyklus häufig ausreichend.

7.3 Methoden zur Vegetationsanalyse

7.3.1 Schätzung der Artmächtigkeit

Die Artmächtigkeit als Kombination von Abundanz (Individuenzahl) und Dominanz (Deckung) wird in einer sechs-stufigen Skala geschätzt (nach BRAUN-BLANQUET oder nach REICHEL & WILMANN, siehe DIERSCHKE 1994). Aufgrund der Spannen, die in den oberen vier Stufen 25 % betragen, und möglicher Schätzungsfehler ist die Methode im Rahmen von Erfolgskontrollen nur bedingt geeignet. Sie sollte nur dann angewendet werden, wenn mit stärkeren Veränderungen zu rechnen ist. Genauere Skalen: siehe TRAXLER 1997.

7.3.2 Frequenzmessung

Da die Deckungsgrad- und Artmächtigkeitsschätzung nicht frei von Fehlern ist, wird als objektivere Methode zur Ermittlung von feineren Veränderungen die Frequenzbestimmung nach RAUN-QIAER (1913) empfohlen. Zur Bestimmung werden in einem homogenen Bestand Kleinquadrate definierter Größe und Anzahl in repräsentativen Flächen systematisch oder nach Zufall verteilt. Die Frequenz einer Art ist die Zahl ihrer Vorkommen in den Kleinquadraten. Der Frequenzgrad wird meist in Prozent angegeben. Die Größe der



Abbildung 104: Aufnahmequadrat zur Frequenzbestimmung mit Nummerierung

Einzelflächen ist bestandsabhängig (im Grünland 0,1 – 0,5 m², Krautschicht von Wäldern 1 – 4 m²).

Weitere Methoden (TRAXLER 1997): Punkt–Quadrat–Methode (Punkt–Berühr–Methode); Frequenzmethoden mit verschiedenen großen Teilflächen (Frequency Score–Methode, Importance Score–Methode).

Beispiel: Frequenzmessung vermarkter Dauerbeobachtungsfläche

Zweck: Feinanalyse der floristischen Zusammensetzung; typenbezogene Beurteilung, in welchem Maß Ziel- oder Indikatorartengruppen zunehmen. **Flächenauswahl:** repräsentatives Raster von Einzelflächen im Auswirkungsbereich der Maßnahme.

Erfassung: Gefäßpflanzen und Moose; Moose sind in Mooren indikatorisch besonders relevant!

Beispiel für Frequenzanalyse: Dauerbeobachtungsquadrat mit einer Größe von 1 m² und Teilung in 16 Einzelflächen mit der Kantenlänge 25 cm (vgl. Abbildung 104). Für jedes der Einzelquadrate werden die vorkommenden Gefäßpflanzen und Moose notiert. Das Gesamtquadrat ist an den Eckpunkten A1 und D4 mittels ca. 25 cm langer, senkrecht und bodengleich geschlagener 1-Zoll–Metallrohre vermarkt. Die Wiederauffindbarkeit der Dauerbeobachtungsflächen wird mittels Metalldetektor (z. B. Garrett ACE 300, Sondendurchmesser 21 cm) überprüft. Die geographische Lage ist mittels GPS (z. B. Garmin GPS 12) orientierungsmäßig erfasst (Lageungenaugigkeit ca. 5 Meter). Die Koordinaten sind im Gauß-Krüger-Format dokumentiert.

Alternativen: Deckungsschätzung, Probeflächenanzahl und -lage statistisch abgesichert, Anordnung entlang von Transekten.

Nachteil: gegenüber Schätzverfahren erhöhter Aufwand; gegenüber statistisch abgesicherten Verfahren Rückschlüsse auf Gesamtfläche nur bedingt möglich, z. B. wenn insgesamt homogene Fläche vorliegt und die Veränderung der Ausgangsbedingungen die Gesamtfläche betrifft (z. B. Vernässung oder Mahd). Auf Weideflächen sind Rückschlüsse auf Gesamtfläche nur sehr eingeschränkt möglich. Lösung: Kombination mit kleinmaßstäblicheren Verfahren.

Vorteil: Frequenz zu Schätzverfahren: Reproduzierbarkeit, keine Schätzungenauigkeit

7.3.3 Methoden zur Bestimmung von Biomasse und Vegetationsstruktur

Zur Biomassebestimmung hat sich die Erntemethode mit Wiegung des Aufwuchses bewährt. Bei Aushagerungsversuchen müssen die Probeflächen dem zur Aushagerung vorgeschlagenen Mährhythmus unterliegen. Hierbei sind die Flächen i. d. R. selbst zu mähen. Zur Vermeidung außerplanmäßiger Mahd durch den Nutzungsberechtigten sind die Probeflächen aus der Gesamt-

fläche auszugrenzen. Auf beweideten Flächen kann ein Weidekäfig eingesetzt werden (weitere Methoden siehe TRAXLER 1997).

Messmethoden: Erntemethode, Höhenmessungen zur Phytomassenschätzung

Schätzmethode: Schätzung der Gesamtdeckung, Schätzung des Phytomassenanteils von Arten (KLAPP 1930; BRIEMLE 1992), Vegetationsdichteprofile nach VAN DER MAAREL (1970), Strukturmessröhre nach SUNDERMEIER & MEISSNER (s. TRAXLER 1997), Strukturanalyse nach BARKMANN (1988).

Zählmethoden: Punktfrequenzmethoden, „Vegetationshürde“ nach MÜHLENBERG (1993), Multi-Kuben-Stratimeter nach WITTE & HERRMANN (1995), Lichtmethoden, Indirekte Strukturcharakterisierung mit Lichtsensoren, Vegetations-Stratimeter nach OPPERMANN (1989), Laser-Densitometer nach GERSTBERGER & ZIEGLER (1993).

7.3.4 Bildanalysemethoden zur Bestimmung der Vegetationsstruktur

Durch Bildanalyse (aktuelle, historische Luftbilder, Scanner-Bilder) können Vegetations- und Landschaftsstrukturen erfasst und ausgewertet werden. Für vegetationskundliche oder floristische Belange sind Fernerkundungsmethoden unterstützend zur Geländearbeit geeignet. Fallweise lassen sich dominante Arten unterscheiden (KUHN & AL. 1996, GRÜNIG & AL. 1996).

Methoden (aus TRAXLER 1997): Fotomethode nach ROBERTSEN & AL. (1988, verändert), Stereoskopische Auswertung von großmaßstäblichen Luftbildern (LAMMERSCHMIDT, 1996, KUHN & AL. 1996)

7.3.5 Vegetationskartierung

Vegetationskartierungen sind als grobe Methode der Erfolgskontrolle dann geeignet, wenn mit Veränderungen zu rechnen ist, die die lagemäßige Kartiergenauigkeit überschreitet. Desweiteren müssen Veränderungen der Artenzusammensetzung über die im Kartierschlüssel festgelegten Typen hinausgehen. Für Gebiete mit langsamen, großräumigen Übergängen zwischen verschiedenen Vegetationstypen oder wenn nur feine Veränderungen erwarten werden, sind Vegetationskartierungen meist ungeeignet.

Methode: Dokumentation der Vegetationstypen durch Vegetationsaufnahmen von vermarkten Dauerflächen, Luftbild- und GPS-gestützte Kartierung der Vegetationstypen; Kartenerstellung (GIS); Hinweise zum Kartierschlüssel siehe Kap. C 2.4.1, S. 75; ggf. Bilddokumentation

Vorteil: direkte Aussage über Veränderung des Gesamtgebietes; **Nachteil:** Ungenauigkeit

Alternativen: repräsentative Transekte für Teilgebiete mit Vermarkung von Grenzen

7.4 Methoden zur Erfassung von Zielarten

Sofern mit einer Bestandsveränderung zu rechnen ist, sind Bestände wertgebender oder indikativ wichtiger Tier- und Pflanzenarten in die Erfolgskontrolle einzubeziehen.

Methoden Pflanzen: Zählung (Skalen in Abhängigkeit von Wuchs-/Lebensform bei ZAHLHEIMER 1985, KÄSERMANN 2002, TRAXLER 1997); **Probe-fläche:** 1) Population abgrenzen und kartographisch dokumentieren, ggf. im Gelände vermarken (Methoden siehe TRAXLER 1997); 2) Probe-flächen oder Transekte; Anzahl und Anordnung: bei kleinem Bestand subjektiv, sonst systematisch oder zufällig; **Aufnahmezeitpunkt/Frequenz:** von Phänologie abhängig; 1 - 3 x pro Jahr und Fläche; **Zusatzangaben:** Begleitvegetation; sonstige Hinweise: LFU 2001.

Methoden Tiere: Schätzung (halbquantitativ), Zählung (Erhebungsmethoden bei TRAUTNER 1992, LFU 1995, FINCK & AL. 1992, RECK 1992, RIECKEN 1992); 1) Mittel- und Großsäuger: Methodenmix, Kleinsäuger: Methodenmix, Vögel: Raster- oder Revierkartierung, Amphibien: Laichhabitats, Reptilien: Artsspezifische Habitats, Heuschrecken: Methodenmix, Tagfalter: Imagines und Präimaginalstadien; Libellen: Imagines, Exuvien.

Stichproben: Einzelfläche, Transekt, Gesamtgebiet

Aufnahmezeitpunkt: von Lebenszyklus abhängig; **Zusatzangaben:** Begleitvegetation

7.5 Methoden zur Standortanalyse

Begleitend sollte ein Minimalprogramm zur Beobachtung von Wasser- und Stoffhaushalt erfolgen. Zweckmäßig ist die Erfassung durch Pegelbeobachtungen (siehe Kap. C 2.2.2 Grundwasserstände und Wasserstufen, S. 65) sowie Messung von pH-Werten und Leitfähigkeit (siehe Kap. C 2.3.2 Bodenreaktion (Säure-Basenstufe) und Leitfähigkeit, S. 74)

7.6 Sonstige Methoden

7.6.1 Phänologische Beobachtungen

Phänologische Beobachtungen kommen im Rahmen von Monitoringprogrammen in Zusammenhang mit floristischen Zielartenuntersuchungen zur Anwendung. Die Erfassung erfolgt durch Schätzung oder Zählung des phänologischen Zustands.

Methoden: Phänologische Aufnahme nach DIERSCHKE (1989, 1994), Phänologische Aufnahme der generativen Entwicklung nach WEBER & PFADENHAUER (1987).

7.6.2 Fotomonitoring

Bilddokumentationen dienen i. d. R. zur visuellen Unterstützung von sonstigen Erfassungsmethoden. Um Veränderungen dokumentieren zu können, sind Aufnahmestandorte kartographisch oder durch Koordinaten (Gauß-Krüger, UTM) mit Blickrichtung (Kompass) festzuhalten.

7.7 Literatur

Bezüglich standörtlicher Methoden und weiterführender Aspekte wird auf die in Vorbereitung befindliche Veröffentlichung „Leitfaden für das Monitoring und die Erfolgskontrolle von Maßnahmen in

Mooren Südbayerns“ (SLIVA & SACHTELEBEN im Auftrag der Regierung von Obb.) verwiesen.

Weitere allgemeine Literatur: BLAB & VÖLKL (1994), BOCKER (1997), FRANKL & SCHMEIDL (1998), KRIEGBAUM & SCHLAPP (1994), PFADENHAUER, POSCHLOD & BUCHWALD (1986), REBHAN (1999), RECK (1998), RIECKEN (1994), SCHERFOSE (1994), SPANG & AL. (1997), ZAHLHEIMER (1985).

Als Standardwerk vegetationsökologischer Methoden zu empfehlen: TRAXLER, A.: Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings. Methoden, Praxis, angewandte Projekte Teil A: Methoden. Wien, 1998.

<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/M089az.pdf>

D Anhang

1 Beispielprojekte

Tabelle 33: Beispiele von Umsetzungsprojekten in Niedermooren. Auszug aus „Auswertung einer Umfrage zu Renaturierungsmaßnahmen von Feuchtgebieten in Bayern“ (1999 – 2000). Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TUM-Weihenstephan.
www.weihenstephan.de/vegoek/forschun/wetbaylp.html. Informationen: Dr. Jan Sliva: sliva@wzw.tum.de

Träger	Projekt, Informationen
AG Schwäbisches Donaumoos e.V.	Dauerstau Landesgrenzgraben-Wiedervernässung Leipheimer Moos (Donaumoos) http://www.bnv-gz.de/donaumoos/
AK Biotopverbund westl. Günz-Otterbeuren im BN Autobahndirektion Nordbayern	Wiedervernässung Gundelfinger Moos Niedermoorrenaturierung Schlichten Flachmoor Plößberg
BHS- Bayer. Berg-, Hütten- und Salzwirk AG BN Kreisgruppe KE-OA	Flachmoorbereiche am Leimatbach Renaturierung Ainringer Moos Renaturierung „Werdensteiner Moos“ http://www.stmlf.bayern.de/publikationen/pressemitteilungen/2001/pm173-01.html
BN Ortsgruppe Bad Abbach BN Sonthofen	Moosholzgraben Felmer Moos http://kempton.bund-naturschutz.de/kempton/aktionen/aktionenprojekte/felmermoos.html
BN Weilheim Forstamt Kempten, LA Kempten, BN Kempten Gem. Schwabbruck Landkreis Aichach-Friedberg, Donaumoos-Zweckverband Landkreis Aichach-Friedberg, LPV Aichach-Friedberg, Markgem. Inchenhofen Landkreis Dillingen Landkreis Dingolfing- Landau	Hardtwiesen Renaturierung des Werdensteiner Moores Auerberglandprojekt und Umsetzung des L-Plan: Grundletsfeldmoos Donaumoos Roßmoos
Landkreis Dingolfing-Landau, Reg. V. Niederbayern Landkreis Donau-Ries Landkreis Eichstätt Landkreis Erding	NSG „Dattenhauser Ried“ Sicherung- und Entwicklungskonzept Wallersdorfer Moos Königsauer Moos Rimbacher Moos Unteres Ried in Oberndorf Schuttermoosprogramm Landsch.pfleg. Maßn. südl. NSG „Gfällach“
Landkreis Erlangen-Höchstadt Landkreis Garmisch-Partenkirchen Landkreis Neuburg-Schrobenhausen	NSG „Viehlaßmoos“ Lebensraumnetz Mooreteiche und Niedermoore Umsetzung Naturschutzgroßprojekt Murnauer Moos, Moore westlich des Staffelsees und Umgebung ABSP-Umsetzungsprojekt Donaumoos http://www.neuburg-schrobenhausen.de/behoerde/natur/nat_bio2.htm http://www.bayern.de/LFU/natur/landschaftsentwicklung/donauried/index.html
Landkreis Neu-Ulm	Gannertshofer Ried Illertisser Ried Obenhauser Ried
Landkreis Neu-Ulm, LBV Landkreis Pfaffenhofen Landkreis Rosenheim, Traunstein Landkreis Unterallgäu	Renaturierung des Feilenmooses LIFE-Projekt „Südlicher Chiemgau“ Renaturierung NSG „Kettershauer Ried“
Landkreis Unterallgäu u. Biotpverbund Westl. Günz (BN) Lands.pfl.verband EBE, Landkreis EBE Landsch.pfl.verband Dachau LBV Fürstenfeldbruck, Landkreis Fürstenfelsbruck LBV Neu-Ulm LBV Oberallgäu LBV TIR LBV Unterallgäu LBV/BN LPV Altötting	Renaturierung NSG „Pfaffenhauser Moos“ Renaturierung NSG „Hundsmoor“ u. Schlichte (Erweiterungsber., in Planung) Renaturierung des Brucker Moores (ABSP) Weichser Moos ABSP-Umsetzungsprojektt Fussbergmoos Renaturierung Oberhausern Ried Waltenhofener Moos Renaturierung der Niedermoorreste südl. Von TIR Biotopvernetzung Pleßer Ried Renaturierung Haiger Moos Bucher Moor
LPV Freising	Hangquellmoor „Auf der Wiese“ Anlage von Blänken im Freisinger Moos http://www.lra-freising.bayern.de/sg42moos.html

Tabelle 33 (Fortsetzung):

Träger	Projekt, Informationen
LPV Mittelfranken	Emetzheimer Ried
	Entbuschung und Wiedervernässung des Zwischenmoors Hofstetten
	Lebensraumnetz Moorweiher u. Niedermoore
LPV Neumarkt/O.pfalz	Deusmauer Moor
LPV VöF; Höhere NB	NSG „Sippenauer Moor“
LPV VöF-Kelheim, Landkreis KEH	Forstmoos
Markt Oberstauften (angefragt)	Renaturierung „Sinswanger Moos“
Nat. park Fichtelgeb. e.V., FOA WUN/ Weissenstadt, Die Naturfreunde	NSG „Zeitelmoos“
Naturpark Fichtelgeb. e.V.	Flachmoorwiese m. Torfstich Oberweissenbach
Naturpark Fichtelgeb. e.V., Eigentümer	Renaturierung Flachmoor südl. Rüggersgrün
Naturpark Oberpfälzer Wald, LPV, Gem. Thaustein	NSG „Kulzer Moos“
Naturparkverein Oberpfälzer Wald, LPV	Lindauer Quellmoor
Privater Grundstückseigner	Dachsseemoore (=Gennachhauser Moos)
Reg von Schwaben, Artenhilfsprogramm	Geplantes NSG „Weihermoos bei Holzleiten“
Reg. von Obb.	NSG Ampermoos http://www.bayern.de/wwa-fs/service/pdf/Faltblatt_Ampermoos.pdf
St. Memmingen u. Landkreis Unterallgäu	LIFE-Projekt „Benninger Ried“ http://www.memmingen.de/MM/Seiten/Umwelt/benninger_ried.htm
Stadt Bärnau	Bühllohe (NSG „Moorgebiet bei Bärnau“)
Stadt Friedberg, Landkreis Aichach-Friedberg, Tierschutzverein Augsburg	Eisbachtal zwischen Bachern und Friedberg
Stadt Immenstadt	Renaturierung „Seifenmoos“
Stadt Ingolstadt -Umweltamt-, WWA Ingolstadt, LBV- Kreisgruppe IN	Schuttermoosprogramm
Stadt Neustadt, LPV VöB Kehlheim	Heiligenstädter Moos
Talsperrenneubauamt Nürnberg	Brombachmoor im Einstaubereich Brombachsee
uNB Fürstenfeldbruck	ABSP „Wildmoos“ http://www.pan-partnerschaft.de/faltblatt/Wildmoos.pdf
uNB Starnberg	Umsetzung Pflege- und Entwicklungsplan NSG „Ampermoos“ http://www.landkreis-starnberg.de/stuff/landratsamt/landratsamt_stuff/buergerservice/abfallamt/agendabe-richt/kapitel6.pdf
Wildland GmbH	Thalhammer Moos http://www.jagd-bayern.de/6.html
WWA Deggendorf und Stadt Straubing Zentrum für Umwelt und Kultur ZUK Benediktbeuren	Erhalt und Sicherung ökologisch wertvoller Lebensräume im Alburger Moos - Bereich Kammerlohgraben
	Loisach-Kochelseemoore Rieder Filz

2 Moortypen

Tabelle 34: Gliederungssysteme für Moore (Beispiele nach GROSSE-BRAUCKMANN 1962).

Gliederungsprinzip	Parameterausprägung	Autor (Primärliteratur)
Hydrologie		
Mineralstoffregime (Herkunft des Wassers)	ombrogen – soligen (pedogen) – lithogen - thalassogen Hoch- bzw. Regenwassermoor – Grundwassermoor ombrogen – soligen – topogen minerotroph – ombrotroph	JOOSTEN & CLARKE (2002) V. POST & GRALUND (1956) POTONIÉ (1957) OVERBECK (1950), DU RIETZ (1912)
Wasserstand	subhydrisch – semiterrestrisch	KUBIENA (1935)
Moorentstehung		
Torfbildungsprozess	Verlandung – Versumpfung	v. POST (1955)
	Verlandung – Versumpfung – Durchströmung - Überrieselung	JOOSTEN & CLARKE (2002) SUCCOW & JOOSTEN (2001)
Chemismus, Nährstoffhaushalt		
Säuregrad, Nährstoffversorgung	kalkreich – kalkarm nährstoffreich – nährstoffarm	WEBER (1881), SJÖRS (1950)
Vegetation		
Lebensform	Weißmoor – Braunmoor - Reisermoor	CAJANDER (1908)
	Moosmoor – Grasmoor – Heidemoor – Strauchmoor - Waldmoor	HOLMSEN (1927)
Pflanzengesellschaften	Hochmoor-Torfmoos-Gesellschaften (Oxycocco-Sphagnetea) – Niedermoor- und Schlenken-Gesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea) – Röhrichte und Großseggenriede (Phragmitetea) ...	TÜXEN (1971, 1972), OBERDORFER (1947), KNAPP (1931), BRAUN-BLANQUET (1926)
Torf		
Botanische Zusammensetzung	Moostorf – Bruchtorf ...	SCHREIBER (1910)
	Riedtorf – Bruchwaldtorf – Bleichmoostorf ...	V. POST & GRALUND (1956)
Zersetzungsgrad	schwach bis stark zersetzt	AG BODENKUNDE (1994, v. Post)
Geographie		
Geländeform	Hangmoor – Talmoor – Kammmoor – Kesselmoor – Sattelmoor ...	SCHREIBER (1964) WEBER (1878) V. BÜLOW (1907)
Merkmalskombinationen		
Vegetation, Herkunft des Wassers	Hoch-, Zwischen-, Flachmoor	POTONIÉ (1959)
Vegetation, Nährstoffgehalt	oligotroph – mesotroph - eutroph	KOPPE (1932)
Genese, Topographie der Mooroberfläche und des Mineralbodens, Wasserregime, Mineralstoffversorgung, Herkunft des Wassers, Gewässer, Naturraum	Überflutungs- und Auenmoore, Talstaumoores, Mühlstaumoores, Talrand-Staumoores, Randsenkenmoore, Überschlickungsmoores, Flutrinnen- und Altwassermoores, Schwemmkegelmoore, Seeüberflutungsmoores, Seeriede, Quellmoore, Schichtquellmoore, Alluviale Quellmoore, Schotterplatten-Quellmoore, Quellnischen- und Quellmuldenmoore, Auftriebsquellmoore	RINGLER (in Vorb.)

3 Vegetation

Tabelle 35: Übersicht der Verbände von Niedermooren mit charakteristischen Gefäßpflanzen-Arten und ihren Zeigerwerten. (FZ: Feuchtezahl; NZ Nähr- bzw. Stickstoffzahl, RZ: Reaktionszahl nach ELLENBERG & AL. 1991 (Neuaufg. 2002); RLBay: Rote Liste Bayern, (SCHÖNFELDER & AL. 1986, Neuaufg. in Bearb. SCHÖNFELDER & AL. 2001); RLBRD: Rote Liste Bundesrepublik (KORNECK & AL. 1996). Weiterführende Literatur: ROTHMALER 2002, OBERDORFER 2001

Verband	Art	FZ	NZ	RZ	RLBAY	RLBRD
Calthion	<i>Juncus filiformis</i>	9	3	4		
	<i>Senecio subalpinus</i>	8	7	7	4	
	<i>Crepis paludosa</i>	8	6	8		
	<i>Cirsium heterophyllum</i>	8	6	5		
	<i>Ranunculus aconitifolius</i>	8	6	5		
	<i>Cirsium rivulare</i>	8	5	8		
	<i>Fritillaria meleagris</i>	8	5	7	2	2
	<i>Tephrosia crispa</i>	8	5	6		
	<i>Bromus racemosus</i>	8	5	5		3
	<i>Myosotis nemorosa</i>	8	5	5		
	<i>Senecio aquaticus</i>	8	5	4		
	<i>Juncus subnodulosus</i>	8	4	9		3
	<i>Lotus pedunculatus</i>	8	4	6		
	<i>Scirpus sylvaticus</i>	8	4	4		
	<i>Cirsium oleraceum</i>	7	5	8		
<i>Bistorta officinalis</i>	7	5	5			
Cardamino-Montion	<i>Chrysosplenium oppositifolium</i>	10	5	5		
	<i>Montia fontana</i>	9	4	5	3	
	<i>Alchemilla coriacea</i>	9	3	4	2	
	<i>Alchemilla straminea</i>	9	3	4		
	<i>Epilobium nutans</i>	9	3	3	3	3
	<i>Alchemilla effusa</i>	9	2	4		
	<i>Sedum villosum</i>	9	1	4	1	1
	<i>Cardamine flexuosa</i>	8	5	4		
	<i>Epilobium obscurum</i>	8	4	4		
	<i>Stellaria alsine</i>	8	4	4		
Caricetalia fuscae	<i>Dactylorhiza traunsteineri</i>	10	2	4	2	2
	<i>Carex paupercula</i>	9	2	3		
Caricion maritimi	<i>Typha shuttleworthii</i>	10	3	8	2	2
	<i>Carex lepidocarpa</i>	9	2	9		3
	<i>Carex microglochin</i>	9	2	8	9	9
	<i>Equisetum variegatum</i>	9	2	8	3	2
	<i>Juncus alpinus</i>	9	2	8		3
	<i>Juncus triglumis</i>	9	2	6		
	<i>Typha minima</i>	9	2	8	1	1
	<i>Kobresia simpliciuscula</i>	9	1	8	4	
	<i>Carex capillaris</i>	8	2	8		
	<i>Carex frigida</i>	8	2	8		3
Caricion davallianae	<i>Liparis loeselii</i>	10	2	9	2	2
	<i>Schoenus nigricans</i>	10	2	9	3	2
	<i>Swertia perennis</i>	9	3	6	3	2
	<i>Carex davalliana</i>	9	2	8	3	3
	<i>Carex demissa</i>	9	2	4		
	<i>Carex hostiana</i>	9	2	6	3	2
	<i>Carex pulicaris</i>	9	2	4	3	2
	<i>Epipactis palustris</i>	9	2	8	3	3
	<i>Eriophorum latifolium</i>	9	2	8	3	3
	<i>Gentiana utriculosa</i>	9	2	9	3	2
	<i>Orchis palustris</i>	9	2	8	1	2
	<i>Spiranthes aestivalis</i>	9	2	9	2	2
	<i>Primula farinosa</i>	8	2	9	3	3
	<i>Schoenus ferrugineus</i>	8	2	7		3

Verband	Art	FZ	NZ	RZ	RLBAY	RLBRD
	<i>Tofieldia calyculata</i>	8	2	8		3
	<i>Taraxacum sect. Palustria</i>	8	2	8		2
	<i>Saxifraga mutata</i>	8	1	9	2	2
Caricion fuscae	<i>Eriophorum scheuchzeri</i>	10	2	4		
	<i>Ranunculus flammula</i>	9	3	3		
	<i>Viola palustris</i>	9	3	2		
	<i>Carex canescens</i>	9	2	4		
	<i>Carex norvegica</i>	9	2	4		
	<i>Carex echinata</i>	8	2	3		
Caricion lasiocarpae	<i>Carex chordorrhiza</i>	10	3	4	3	2
	<i>Carex diandra</i>	10	3	6	3	2
	<i>Carex heleonastes</i>	10	3	4	1	1
	<i>Carex lasiocarpa</i>	10	3	4	3	3
	<i>Carex rostrata</i>	10	3	3		
	<i>Eleocharis mamillata</i>	10	3	4		
	<i>Juncus stygius</i>	10	3	4	1	1
	<i>Eriophorum gracile</i>	10	2	4	1	1
	<i>Hammarbya paludosa</i>	10	2	2	2	2
	<i>Potentilla palustris</i>	10	2	3		
	<i>Saxifraga hirculus</i>	10	2	4	1	1
Cnidion dubii	<i>Juncus atratus</i>	9	4	7	9	2
	<i>Scutellaria hastifolia</i>	8	5	7	1	2
	<i>Gratiola officinalis</i>	8	4	7	1	2
	<i>Viola persicifolia</i>	8	3	6	1	2
	<i>Allium angulosum</i>	8	2	8	3	3
	<i>Viola elatior</i>	8	2	8	2	2
	<i>Viola pumila</i>	7	4	6	1	2
Convolvulion sepium	<i>Epilobium parviflorum</i>	10	6	8		
Cratoneurion commutati	<i>Cochlearia pyrenaica</i> ssp. <i>pyrenaica</i>	10	3	8	2	3
	<i>Saxifraga aizoides</i>	10	3	8	5	
	<i>Arabis soyeri</i> ssp. <i>subcoriacea</i>	10	2	9		
	<i>Silene pusilla</i>	10	2	9		
	<i>Alchemilla incisa</i>	8	2	8		
Deschampsion littoralis	<i>Deschampsia littoralis</i>	10	2	7	1	1
	<i>Myosotis rehsteineri</i>	10	2	9	1	1
	<i>Ranunculus reptans</i>	10	2	8	1	1
	<i>Armeria maritima</i> ssp. <i>purpurea</i>	10	2	7	1	1
	<i>Saxifraga oppositifolia</i> ssp. <i>amphibia</i>	10	2	8	9	9
Eleocharition acicularis	<i>Marsilea quadrifolia</i>	10	6	7	9	9
Ericion tetralix	<i>Erica tetralix</i>	8	2	1		
Filipendulion	<i>Valeriana procurrens</i>	8	6	6		
	<i>Pseudolysimachion longifolium</i>	8	6	7	3	3
	<i>Achillea salicifolia</i>	8	6	7		
	<i>Hypericum tetrapterum</i>	8	5	7		
	<i>Valeriana officinalis</i> agg.	8	5	7		
	<i>Valeriana sambucifolia</i>	8	5	6		
	<i>Thalictrum flavum</i>	8	4	8		
	<i>Geranium palustre</i>	7	8	8		
	<i>Polemonium caeruleum</i>	7	6	8	2	3
	<i>Stachys palustris</i>	7	6	7		
	<i>Euphorbia lucida</i>	7	5	7	1	2
	<i>Lysimachia punctata</i>	7	4	8		
	<i>Hypericum x desetangsii</i>	6	5	7		
Genistion	<i>Euphrasia micrantha</i>	5	1	2	3	3
	<i>Diphasiastrum issleri</i>	5	1	1	2	2
	<i>Diphasiastrum tristachyum</i>	5	1	1	2	2

Verband	Art	FZ	NZ	RZ	RLBAY	RLBRD
	<i>Genista germanica</i>	4	2	2		
	<i>Lycopodium clavatum</i>	4	2	2	5	3
Juncion acutiflori	<i>Scutellaria minor</i>	9	3	2	1	3
	<i>Wahlenbergia hederacea</i>	9	3	4	9	2
	<i>Juncus acutiflorus</i>	8	3	5		
Juncion squarrosi	<i>Pedicularis sylvatica</i>	8	2	1	3	3
	<i>Juncus squarrosus</i>	7	1	1		
	<i>Polygala serpyllifolia</i>	6	2	2		3
Lemnion minoris	<i>Lemna trisulca</i>	12	5	7		
	<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	12	4	7	9	1
	<i>Utricularia vulgaris</i>	12	4	5		3
	<i>Lemna gibba</i>	11	8	8		
	<i>Salvinia natans</i>	11	7	7		2
	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	11	6	7	2	3
	<i>Spirodela polyrhiza</i>	11	6	6		
	<i>Stratiotes aloides</i>	11	6	8	2	3
	<i>Wolffia arrhiza</i>	11	6	7	9	2
Littorellion uniflorae	<i>Ranunculus trichoph. ssp. eradicatus</i>	12	3	8		
	<i>Isoëtes echinospora</i>	12	1	6		2
	<i>Isoëtes lacustris</i>	12	1	4	9	2
	<i>Pilularia globulifera</i>	10	2	4	1	3
	<i>Hypericum elodes</i>	10	1	2	9	2
	<i>Subularia aquatica</i>	10	1	2	9	9
Magnocaricion	<i>Rorippa anceps</i>	10	8	9		
	<i>Myosotis laxa</i>	10	7	4		
	<i>Scutellaria galericulata</i>	10	6	7		
	<i>Carex disticha</i>	10	5	8		
	<i>Carex vesicaria</i>	10	5	6		
	<i>Eleocharis uniglumis</i>	10	5	7		
	<i>Oenanthe fistulosa</i>	10	5	8	2	3
	<i>Carex acuta</i>	10	4	6		
	<i>Carex appropinquata</i>	10	4	9		2
	<i>Carex cespitosa</i>	10	4	6	3	3
	<i>Carex riparia</i>	10	4	7		
	<i>Carex paniculata</i>	9	4	6		
	<i>Rumex aquaticus</i>	8	8	7		
Molinion caeruleae	<i>Allium suaveolens</i>	8	2	9	3	3
	<i>Dianthus superbus ssp. superbus</i>	8	2	8	3	3
	<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i>	8	2	8	2	2
	<i>Euphrasia officinalis ssp. kernerii</i>	8	2	8		
	<i>Festuca trichophylla</i>	7	2	7		1
	<i>Laserpitium prutenicum</i>	7	2	7	2	2
	<i>Ophioglossum vulgatum</i>	7	2	7	3	3
	<i>Equisetum x trachyodon</i>	7	1	8	4	2
	<i>Cirsium tuberosum</i>	6	3	8	3	3
	<i>Adenophora liliifolia</i>	6	2	8	1	1
	<i>Gentiana asclepiadea</i>	6	2	7	3	3
	<i>Gladiolus palustris</i>	6	2	8	2	2
	<i>Inula salicina</i>	6	2	9		
	<i>Thalictrum simplex</i>	6	2	8	2	
	<i>Thalictrum simplex ssp. galioides</i>	6	2	8	2	2
	<i>Galium boreale</i>	6	1	8		
	<i>Genista tinctoria</i>	6	1	6		
	<i>Viola canina ssp. schultzei</i>	6	1	5	9	9
Nymphaëion albae	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	12	8	7		
	<i>Ranunculus circinatus</i>	12	8	7		

Verband	Art	FZ	NZ	RZ	RLBAY	RLBRD
	<i>Ranunculus peltatus</i>	12	6	5		
	<i>Hottonia palustris</i>	12	4	5	2	3
	<i>Utricularia australis</i>	12	3	5	3	3
	<i>Trapa natans</i>	11	8	6	1	2
	<i>Nymphoides peltata</i>	11	7	8	1	3
	<i>Nuphar lutea</i>	11	6	7	5	
	<i>Ranunculus aquatilis</i>	11	6	6	3	
	<i>Nymphaea alba</i>	11	5	7	3	
	<i>Potamogeton natans</i>	11	5	7		
	<i>Persicaria amphibia</i>	11	4	6		
	<i>Callitriche palustris</i>	11	4	5		
	<i>Nymphaea candida</i>	11	4	4	1	2
	<i>Nuphar pumila</i>	11	2	4	1	1
	<i>Ranunculus tripartitus</i>	10	3	6		
Phragmition australis	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	11	6	7		
	<i>Glyceria maxima</i>	10	9	8		
	<i>Rorippa amphibia</i>	10	8	7		
	<i>Typha latifolia</i>	10	8	7		
	<i>Caldesia parnassiiifolia</i>	10	7	8	1	1
	<i>Phragmites australis</i>	10	7	7		
	<i>Ranunculus lingua</i>	10	7	6	3	3
	<i>Sparganium emersum</i>	10	7	6		
	<i>Sparganium erectum</i>	10	7	7		
	<i>Typha angustifolia</i>	10	7	7		
	<i>Oenanthe aquatica</i>	10	6	7		
	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	10	6	7		
	<i>Scirpus radicans</i>	10	6	7	3	3
	<i>Cicuta virosa</i>	10	5	5	3	3
	<i>Calla palustris</i>	10	4	6	3	3
	<i>Cladium mariscus</i>	10	3	9	3	3
Potamogetonion pectinati	<i>Potamogeton pectinatus</i>	12	8	8		
	<i>Najas marina</i>	12	6	9	2	3
	<i>Potamogeton alpinus</i>	12	6	6	3	3
	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	12	6	6	3	3
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	12	6	7	3	
	<i>Najas flexilis</i>	12	5	8		1
	<i>Potamogeton x nitens</i>	12	5	7	9	2
	<i>Potamogeton rutilus</i>	12	5	8	9	1
	<i>Potamogeton gramineus</i>	12	5	5	2	2
	<i>Najas minor</i>	12	4	8	1	2
	<i>Potamogeton compressus</i>	12	4	8	3	2
	<i>Potamogeton praelongus</i>	12	4	8	2	2
	<i>Potamogeton filiformis</i>	12	3	4	2	2
	<i>Potamogeton acutifolius</i>	11	6	5	2	3
	<i>Potamogeton trichoides</i>	11	4	5	3	3
Ranunculion fluitantis	<i>Callitriche obtusangula</i>	11	7	7		
	<i>Callitriche platycarpa</i>	11	7	7		
	<i>Groenlandia densa</i>	12	5	8	3	2
	<i>Potamogeton nodosus</i>	12	5	8	3	
	<i>Potamogeton coloratus</i>	11	8	8	2	2
	<i>Callitriche cophocarpa</i>	10	5	8		
	<i>Callitriche hamulata</i>	10	4	6		
	<i>Callitriche stagnalis</i>	10	4	6		
Rhynchosporion albae	<i>Carex limosa</i>	10	2	2	3	2
	<i>Drosera intermedia</i>	10	2	2	3	3
	<i>Rhynchospora alba</i>	10	2	3	3	3

Verband	Art	FZ	NZ	RZ	RLBAY	RLBRD
	<i>Rhynchospora fusca</i>	10	2	1	3	2
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	10	2	3	3	2
	<i>Lycopodiella inundata</i>	10	1	3	3	3
Scirpion maritimi	<i>Schoenoplectus triqueter</i>	10	7	7	9	2
	<i>Bolboschoenus yagara</i>	10	7	8		
	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	10	6	9	3	
	<i>Carex buekii</i>	8	6	8		
	<i>Samolus valerandi</i>	8	5	7	1	2
Sparganio-Glycerion fluitant.	<i>Leersia oryzoides</i>	10	8	8	3	3
	<i>Glyceria notata</i>	10	8	8		
	<i>Nasturtium officinale</i> agg.	10	7	7		
	<i>Berula erecta</i>	10	6	8		
	<i>Veronica beccabunga</i>	10	6	7		
Sphagnion magellanici	<i>Ledum palustre</i>	9	2	2	1	3
	<i>Carex pauciflora</i>	9	1	1	3	3
	<i>Pinus x rotundata</i>	8	2	2	5	
Sphagno-Utricularion	<i>Utricularia minor</i>	12	2	6	3	2
	<i>Utricularia bremii</i>	12	2	3		1
	<i>Utricularia intermedia</i> agg.	12	1	8	3	2
	<i>Utricularia intermedia</i>	12	1	8	3	2
	<i>Utricularia ochroleuca</i>	12	1	3	2	2
	<i>Sparganium natans</i>	11	3	5	3	2
Violion caninae	<i>Centaurea nigra</i>	5	4	3		
	<i>Polygala vulgaris</i>	5	2	3		
	<i>Gentianella campestris</i>	5	2	4	3	3
	<i>Carlina acaulis</i> ssp. <i>acaulis</i>	4	2	3	4	
	<i>Chamaespartium sagittale</i>	4	2	4		
	<i>Dianthus seguieri</i>	4	2	3	2	2
	<i>Galium pumilum</i>	4	2	4		
	<i>Trifolium aureum</i>	4	2	4		
	<i>Viola canina</i>	4	2	3		
	<i>Festuca filiformis</i>	4	2	3	4	
	<i>Dianthus deltooides</i>	3	2	3	5	

Tabelle 36: Übersicht charakteristischer Moose wichtiger Klassen, Ordnungen und Verbände der Niedermoore.
(nach OBERDORFER, 1977-1992 und eigenen Einstufungen).

Einheit	Vorkommen von	Einheit	Vorkommen von
Klasse: Wasserpflanzen-Ges. Potamogetonetea pectinati	<i>Cinclidotus aquaticus</i> <i>Fontinalis antipyretica</i> var. <i>kindbergii</i> <i>Fontinalis squamosa</i>		<i>Riccardia latifrons</i> <i>Riccardia multifida</i> <i>Scapania irrigua</i> <i>Scapania paludicola</i> <i>Scorpidium turgescens</i> <i>Sphagnum affine</i> <i>Sphagnum balticum</i> <i>Sphagnum denticulatum</i> <i>Sphagnum flexuosum</i> <i>Sphagnum recurvum</i> agg. <i>Sphagnum warnstorffii</i> <i>Splachnum ampullaceum</i> <i>Splachnum sphaericum</i> <i>Tomenthypnum nitens</i>
Klasse: Wasserschlauch-Moortümpel-Ges. Utricularietea intermedio-minoris			
Verband: Wasserschlauch-Moortümpel-Ges. Sphagno-Utricularion	<i>Sphagnum cuspidatum</i> <i>Sphagnum fallax</i>		
Verband: Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Ges. Scorpidio-Utricularion minoris	<i>Calliergon trifarium</i> <i>Scorpidium scorpioides</i>		
Klasse: Röhrichte und Großseggen-Ges. Phragmitetea	<i>Amblystegium humile</i> <i>Amblystegium saxatile</i>	Ordnung: Zwischenmoor- und Schlenken-Ges. Scheuchzerietalia palustris	<i>Calliergon stramineum</i> <i>Sphagnum platyphyllum</i> <i>Sphagnum riparium</i> <i>Warnstorfia fluitans</i>
Klasse: Schaumkraut-Quellflur-Ges. Montio-Cardaminetea	<i>Brachythecium rivulare</i> <i>Dicranella palustris</i> <i>Hookeria lucens</i> <i>Pleuridium palustre</i> <i>Trematodon ambiguus</i>	Verband: Schlenken-Ges. Rhynchosporion albae	<i>Sphagnum lindbergii</i> <i>Sphagnum majus</i>
Verband: Starknervmoos-Tuff-Ges. Cratoneurion commutati	<i>Aneura pinguis</i> <i>Cratoneuron filicinum</i> <i>Orthothecium rufescens</i> <i>Palustriella commutata</i> <i>Palustriella decipiens</i> <i>Philonotis calcarea</i> <i>Philonotis fontana</i> <i>Plagiomnium elatum</i>	Verband: Fadenseggen-Ges. Caricion lasiocarpae	<i>Bryum neodamense</i> <i>Calliergon giganteum</i> <i>Cinclidium stygium</i> <i>Hamatocaulis vernicosus</i> <i>Meesia longiseta</i> <i>Meesia triquetra</i> <i>Sphagnum centrale</i> <i>Sphagnum contortum</i> <i>Sphagnum obtusum</i> <i>Sphagnum subnitens</i> <i>Sphagnum subsecundum</i> <i>Sphagnum teres</i>
Klasse: Kleinseggenriede und Schlenken-Ges. Scheuchzerio-Caricetea fuscae	<i>Bryum longisetum</i> <i>Bryum pseudotriquetrum</i> <i>Bryum weigelii</i> <i>Calliergon cordifolium</i> <i>Calliergon richardsonii</i> <i>Campylium elodes</i> <i>Campylium polygamum</i> <i>Campylium stellatum</i> var. <i>stellatum</i> <i>Drepanocladus aduncus</i> <i>Hamatocaulis vernicosus</i> <i>Helodium blandowii</i> <i>Hypnum pratense</i> <i>Meesia hexasticha</i> <i>Meesia uliginosa</i> <i>Paludella squarrosa</i> <i>Philonotis caespitosa</i> <i>Pseudobryum cinclidioides</i> <i>Rhizomnium pseudopunctatum</i> <i>Riccardia chamaedryfolia</i>	Verband: Braunseggen-Ges. Caricion fuscae	<i>Polytrichum commune</i> <i>Sphagnum palustre</i> <i>Warnstorfia exannulata</i>
		Ordnung: Kleinseggen-Ges. kalkhaltiger Niedermoore Tofieldietalia	<i>Ctenidium molluscum</i> <i>Dicranum bonjeanii</i> <i>Drepanocladus lycopodioides</i> <i>Drepanocladus revolvens</i> <i>Fissidens adianthoides</i>
		Klasse: Grünland-Ges. Molinio-Arrhetheretea	<i>Brachythecium rutabulum</i> <i>Climacium dendroides</i> <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>
		Verband:	<i>Bryum uliginosum</i>

Einheit	Vorkommen von
Nasswiesen Calthion	<i>Calliergonella cuspidata</i> <i>Fissidens osmundoides</i> <i>Plagiomnium affine</i> <i>Plagiomnium ellipticum</i> <i>Plagiomnium undulatum</i>
Klasse: Trocken- und Halbtrockenrasen kalkhaltiger Standorte Festuco-Brometea	<i>Rhytidium rugosum</i> <i>Thuidium abietinum</i> <i>Tortella tortuosa</i>
Klasse: Borstgrasrasen und Heiden Nardo-Callunetea	<i>Campylopus cf. fragilis</i> <i>Campylopus flexuosus</i> <i>Racomitrium lanuginosum</i> <i>Sphagnum molle</i>
Klasse: Hochmoor-Bult-Ges. Oxycocco-Sphagnetea	<i>Aulacomnium palustre</i> <i>Calypogeia muelleriana</i> <i>Calypogeia sphagnicola</i> <i>Cephalozia connivens</i> <i>Cladopodiella fluitans</i> <i>Dicranum bergeri</i> <i>Dicranum polysetum</i> <i>Kurzia pauciflora</i> <i>Odontoschisma sphagni</i> <i>Polytrichum longisetum</i> <i>Polytrichum strictum</i> <i>Sphagnum angustifolium</i>

Einheit	Vorkommen von
	<i>Sphagnum capillifolium</i> <i>Sphagnum fuscum</i> <i>Sphagnum magellanicum</i> <i>Sphagnum papillosum</i> <i>Sphagnum rubellum</i> <i>Sphagnum tenellum</i>
Klasse: Bruchwälder und -gebüsche Alnetea glutinosae	<i>Plagiothecium ruthei</i> <i>Rhizomnium punctatum</i> <i>Sphagnum fimbriatum</i> <i>Trichocolea tomentella</i>
Klasse: Boreal-alpine Nadelwälder Vaccinio-Piceetea	<i>Dicranum scoparium</i> <i>Hylocomium splendens</i> <i>Leucobryum glaucum</i> <i>Mnium spinosum</i> <i>Mnium spinulosum</i> <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Polytrichum formosum</i> <i>Rhodobryum roseum</i> <i>Rhytidiadelphus loreus</i> <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> <i>Thuidium tamariscinum</i>
Verband: Fichtenwälder Vaccinio-Piceion	<i>Polytrichum juniperinum</i> <i>Sphagnum quinquefarium</i>

Eine einheitliche Auswertung der Feuchtezahlen für Moose (DÜLL in ELLENBERG & al. 1991) und Gefäßpflanzen ist nicht möglich, da sich die Skalen nicht entsprechen. Bei den Moosen werden für Arten gleicher ökologischer Feuchteansprüche niedrigere Werte angegeben!

4 Flora

Tabelle 37: Aus internationaler bis landesweiter Sicht prioritäre Arten, die in Mooren vorkommen.

Art	Rote Liste Bayern	Rote Liste BRD	Internat. Status F: FFH-Art !: internat. Verantw. hoch	Verbreitungsschwerpunkt	Haupt-/Neben-vorkommen	Bemerkung
Bayern- oder bundesweit verschollene Arten						
Bryum longisetum (Moos)	0	0		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Bryum subneodamense (Moos)	0	0		indifferent	H	
Calliergon richardsonii (Moos)	0	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Carex capitata (Kopf-Segge)	0	0		Kleinseggen-Ges. kalkhaltiger Niedermoore	H	
Carex microglochin (Kleine Grannen-Segge)	0	0		Arkt.-alp. Binsenseggen-Schwemmufer-Ges.	N	
Hypericum elodes (Sumpf-Johanniskraut)	0	2		Atlantische Strandlings-Gesellschaften	N	
Lophozia capitata ssp. laxa (Moos)	0	1		indifferent	H	
Meesia hexasticha (Moos)	0	0		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Meesia longiseta (Moos)	0	0		Fadenseggen-Ges.	H	
Minuartia stricta (Steife Miere)	0	0		Zwischenmoor- und Schlenken-Ges.	H	
Stellaria crassifolia (Dickblättrige Sternmiere)	0	1		Fadenseggen-Ges.	H	
Viola canina ssp. schultzei (Schultz' Hunds-Veilchen)	0	0		Pfeifengraswiesen	H	Bayern?
Wahlenbergia hederacea (Efeu-Moorglöckchen)	0	2		Waldbinsen-Sumpf	H	
Bayern- oder bundesweit vom Aussterben bedrohte Arten						
Armeria maritima ssp. purpurea (Purpur-Grasnelke)	1	1		Strandschmielen-Ges.	H	
Bryum cyclophyllum (Moos)	1	2		Fadenseggen-Ges.	H	
Calamagrostis stricta (Moor-Reitgras)	1	3		Fadenseggen-Ges.	H	
Carex heleonastes (Torf-Segge)	1	1		Fadenseggen-Ges.	H	
Eriophorum gracile (Schlankes Wollgras)	1	1	!	Fadenseggen-Ges.	H	
Festuca trichophylla (Haarblättriger Schwingel)	-	1		Pfeifengraswiesen	H	
Helodium blandowii (Moos)	1	1		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Juncus stygius (Moor-Binse)	1	1	!!	Fadenseggen-Ges.	H	
Ledum palustre (Sumpf-Porst)	1	3		Hochmoor-Bult-Ges. Zentraleuropas	H	
Meesia triquetra (Moos)	1	1		Fadenseggen-Ges.	H	
Nymphaea candida (Glänzende Seerose)	1	2		Seerosen-Ges.	N	
Orchis coriophora (Wanzen-Knabenkraut)	1	1		Nasse Staudenfluren, Nass- und Riedwiesen	N	
Orchis palustris (Sumpf-Knabenkraut)	1	2	!	Davallseggen-Ges.	H	
Rhizomnium pseudopunctatum (Moos)	1	3		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Salix myrtilloides (Heidelbeer-Weide)	2	1	!	Moos-Kiefernwälder	H	
Saxifraga hirculus (Moor-Steinbrech)	1	1	!, F2/4	Fadenseggen-Ges.	H	verschollen!
Scutellaria minor (Kleines Helmkraut)	1	3		Waldbinsen-Sumpf	N	
Sedum villosum (Sumpf-Fetthenne)	1	1		Schaumkraut-Quellflur-Ges. kalkarmer Sto.	H	
Sphagnum affine (S. imbricatum ssp. affine - Moos)	1	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Trapa natans (Wassernuss)	1	2		Seerosen-Ges.	N	
Utricularia bremii (Bremis Wasserschlauch)	2	1		Wasserschlauch-Moortümpel-Ges.	N	
Bayern- oder bundesweit stark gefährdete Arten						
Anagallis minima (Acker-Kleinling)	2	3		Krötensimsen-Ges., Teichufer-Ges.	N	
Barbilophozia kunzeana (Moos)	3	2		indifferent	H	
Betula humilis (Strauch-Birke)	2	2		Birkenwälder und Bruchgebüsche	H	
Betula nana (Zwerg-Birke)	2	2	!	Hochmoor-Bult-Ges. Zentraleuropas	H	
Blysmus compressus (Zusammengedrücktes Quellried)	3	2		Zwergbinsen-Ges.	H	
Bryum neodamense (Moos)	2	2		Fadenseggen-Ges.	H	
Bryum turbinatum (Moos)	2	-		indifferent	N	
Bryum weigelii (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
Calliergon trifarium (Moos)	3	2		Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Ges.	H	
Campyllum elodes (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	N	
Campyllum polygamum (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	

Art	Rote Liste Bayern	Rote Liste BRD	Internat. Status F: FFH-Art !: internat. Verantw. hoch	Verbreitungsschwerpunkt	Haupt-/Neben-vorkommen	Bemerkung
<i>Carex appropinquata</i> (Schwarzschoopf-Segge)	-	2		Großseggenriede eutropher Standorte	H	
<i>Carex buxbaumii</i> (Buxbaums Segge)	2	2		Großseggenriede eutropher Standorte	H	
<i>Carex chordorrhiza</i> (Fadenwurzelige Segge)	3	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Carex diandra</i> (Draht-Segge)	3	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Carex dioica</i> (Zweihäusige Segge)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Carex hartmanii</i> (Hartmans Segge)	2	2		Pfeifengraswiesen	N	
<i>Carex hostiana</i> (Saum-Segge)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Carex limosa</i> (Schlamm-Segge)	3	2		Schlenken-Ges.	H	
<i>Carex pulicaris</i> (Floh-Segge)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Catocypium nigrum</i> (Moos)	3	2		Starknervmoos-Tuff-Ges.	H	
<i>Cephaloziella elachista</i> (Moos)	3	2		indifferent	H	
<i>Cephaloziella subdentata</i> (Moos)	3	2		indifferent	H	
<i>Cinclidium stygium</i> (Moos)	3	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Cladopodiella fluitans</i> (Moos)	3	2		Hochmoor-Bult-Ges.	H	
<i>Cladopodiella francisci</i> (Moos)	-	2		indifferent	H	
<i>Cochlearia bavarica</i> (Bayerisches Löffelkraut)	2	2		Starknervmoos-Tuff-Ges.	H	
<i>Cochlearia pyrenaica</i> ssp. <i>pyrenaica</i> (Pyrenäen-Löffelkraut)	2	3		Starknervmoos-Tuff-Ges.	N	
<i>Cyperus flavescens</i> (Gelbliches Zypergras)	2	2		Krötensimsen-Ges., Teichufer-Ges.	N	
<i>Dactylorhiza incarnata</i> (Fleischfarbenes Knabenkraut)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Dactylorhiza incarnata</i> ssp. <i>inc.</i> (Fleischfarb. Knabenkraut)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Dactylorhiza inc.</i> ssp. <i>ochroleuca</i> (Bleichgelbes Knabenkraut)	2	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Dactylorhiza traunsteineri</i> (Traunsteiners Knabenkraut)	2	2		Flachmoor-Ges.	H	
<i>Dicranum bergeri</i> (Moos)	3	2		Hochmoor-Bult-Ges.	H	
<i>Drepanocladus lycopodioides</i> (Moos)	2	2		Kleinseggen-Ges. kalkhaltiger Niedermoore	H	
<i>Drosera longifolia</i> (Langblättriger Sonnentau)	3	2		Zwischenmoor- und Schlenken-Ges.	H	
<i>Dryopteris cristata</i> (Kammfarn)	2	3		Erlen-Bruchwälder	H	
<i>Eleocharis quinqueflora</i> (Armbütlige Sumpfbirse)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Equisetum variegatum</i> (Bunter Schachtelhalm)	3	2		Arkt.-alp. Binsenseggen-Schwemmufer-Ges.	H	
<i>Fissidens osmundoides</i> (Moos)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Gentiana utriculosa</i> (Schlauch-Enzian)	3	2	!	Davallseggen-Ges.	N	
<i>Gladiolus palustris</i> (Sumpf-Siegwurz)	2	2	! IUCN	Pfeifengraswiesen	N	
<i>Groenlandia densa</i> (Dichtblättriges Laichkraut)	3	2		Fluthahnenfuß-Ges.	N	
<i>Hamatocaulis vernicosus</i> (Moos)	2	2	F2	Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Hammarbya paludosa</i> (Sumpf-Weichwurz)	2	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Haplomitrium hookeri</i> (Moos)	3	2		indifferent	H	
<i>Harpanthus flotovianus</i> (Moos)	-	2		indifferent	H	
<i>Hierochloa odorata</i> (Duftendes Mariengras)	2	3		Nasse Staudenfluren, Nass- und Riedwiesen	N	
<i>Hottonia palustris</i> (Wasserfeder)	2	3		Seerosen-Ges.	N	
<i>Hydrocotyle vulgaris</i> (Gewöhnlicher Wassernabel)	2	-		Torfbinsen-Ges.	N	
<i>Hypnum pratense</i> (Moos)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Jamesoniella undulifolia</i> (Moos)	-	2		indifferent	H	
<i>Laserpitium prutenicum</i> (Preußisches Laserkraut)	2	2		Pfeifengraswiesen	H	
<i>Lathyrus palustris</i> (Sumpf-Platterbse)	2	3		Brenndolden-Ges.	H	
<i>Liparis loeselii</i> (Sumpf-Glanzkraut)	2	2	!, F2/4	Davallseggen-Ges.	H	
<i>Lophozia capitata</i> (Moos)	-	2		indifferent	H	
<i>Mentha suaveolens</i> (Rundblättrige Minze)	-	2		Fingerkraut-Queckenrasen	N	
<i>Moerckia blyttii</i> (Moos)	-	2		indifferent	H	
<i>Oenanthe fistulosa</i> (Röhrliger Wasserfenchel)	2	3		Großseggenriede eutropher Standorte	H	
<i>Orchis morio</i> (Kleines Knabenkraut)	3	2		Halbtrockenrasen	N	
<i>Paludella squarrosa</i> (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Pedicularis palustris</i> (Sumpf-Läusekraut)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> (Karlszepter)	2	2	!	Pfeifengraswiesen	H	

Art	Rote Liste Bayern	Rote Liste BRD	Internat. Status F: FFH-Art !: internat. Verantw. hoch	Verbreitungsschwerpunkt	Haupt-/Nebenvorkommen	Bemerkung
<i>Polemonium caeruleum</i> (Blaue Himmelsleiter)	2	3		Nasse Staudenfluren	N	
<i>Potamogeton coloratus</i> (Gefärbtes Laichkraut)	2	2	!	Fluthahnenfuß-Ges.	N	
<i>Pseudobryum cinclidioides</i> (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Rhynchospora fusca</i> (Braunes Schnabelried)	3	2		Schlenken-Ges.	H	
<i>Sagina nodosa</i> (Knotiges Mastkraut)	2	2		Zwergbinsen-Ges.	N	
<i>Scheuchzeria palustris</i> (Blumenbinse)	3	2		Schlenken-Ges.	H	
<i>Schoenus nigricans</i> (Schwarzes Kopfried)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Scorpidium turgescens</i> (Moos)	2	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Sparganium natans</i> (Zwerg-Igelkolben)	3	2		Wasserschlauch-Moortümpel-Ges.	H	
<i>Sphagnum balticum</i> (Moos)	-	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Sphagnum contortum</i> (Moos)	3	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Sphagnum fuscum</i> (Moos)	3	2		Hochmoor-Bult-Ges.	H	
<i>Sphagnum majus</i> (Moos)	2	2		Schlenken-Ges.	H	
<i>Sphagnum obtusum</i> (Moos)	-	2		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Sphagnum platyphyllum</i> (Moos)	2	2		Zwischenmoor- und Schlenken-Ges.	H	
<i>Sphagnum subnitens</i> (Moos)	2	3		Fadenseggen-Ges.	H	
<i>Sphagnum warnstorffii</i> (Moos)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Spiranthes aestivalis</i> (Sommer-Wendelähre)	2	2	F4	Davallseggen-Ges.	H	
<i>Spiranthes spiralis</i> (Herbst-Wendelähre)	3	2		Borstgrasrasen der Tieflagen	N	
<i>Splachnum ampullaceum</i> (Moos)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Splachnum sphaericum</i> (Moos)	-	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Swertia perennis</i> (Blauer Sumpfstern)	3	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Palustria</i> (Artengruppe Sumpf-Löwenzahn)	-	2		Davallseggen-Ges.	H	
<i>Tomenthypnum nitens</i> (Moos)	3	2		Kleinseggenriede und Schlenken-Ges.	H	
<i>Trematodon ambiguus</i> (Moos)	2	2		Schaumkraut-Quellflur-Ges.	H	
<i>Trifolium spadiceum</i> (Brauner Klee)	2	2		Nasse Staudenfluren, Nass- und Riedwiesen	N	
<i>Utricularia intermedia</i> (Mittlerer Wasserschlauch)	3	2		Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Ges.	H	
<i>Utricularia intermedia</i> agg. (Artengr. Mittl. Wasserschlauch)	3	2		Skorpionsmoos-Wasserschlauch-Ges.	H	
<i>Utricularia minor</i> (Kleiner Wasserschlauch)	3	2		Wasserschlauch-Moortümpel-Ges.	H	
<i>Utricularia ochroleuca</i> (Blassgelber Wasserschlauch)	2	2		Wasserschlauch-Moortümpel-Ges.	H	
Bayern- oder bundesweit gefährdete Arten, für die Bayern internationale Verantwortung besitzt						
<i>Arnica montana</i> (Berg-Wohlerleih)	3	3	F5	Borstgras-Ges.	N	
<i>Crepis mollis</i> (Weichhaariger Pippau)	3	3	!	Gebirgs-Frischwiesen	H	
<i>Lycopodium clavatum</i> (Keulen-Bärlapp)	5	3	F5	Subatlantische Ginsterheiden	N	

5 Fauna

Tabelle 38: Vorschläge für die Verwendung von Tiergruppen bei der Zustandsanalyse einzelner Lebensräume, PLACHTER (1989).

Lebensraumtypen	Offene Quellen	Fließgewässer	Seen	Weiher, Teiche	Tümpel etc.	vegetationsfreie u. -arme Ufer	Röhrichte	Seggenriede	Niedermoore (einschl. Kompl.)	Hochmoore	Quellstümpfe	Streuwiesen, Nasswiesen etc.	Intensivgrünland	feuchte Hochstaudenfluren	Ruderalfluren	Borstgrasrasen	Zwergstrauch- u. Ginsterheiden	Gebüsche u. Hecken	Gehölzsäume, Waldränder	gewässerbegleitende Gehölze	Au- u. Bruchwälder	Nadelwald	Teichgebiete	Flussauen	
Säugetiere																									
Großsäuger																								2a	
Mittelsäuger																		2	2	3	2	2			
Fledermäuse																			3b	3b	3b	2b	2b		
Bilche																			3		3	3			
Zwergmaus							1							3				3	3						
Wasser- u. Sumpfspitzmaus						1	1	1			2	2		3						2	3		1	1	
übrige Spitzmäuse															2	3		2	1		2	2			
Vögel																									
Wasservögel		2	1	1			1	2																1	
Spechte																			3	1	1				
Eulen u. Käuze																					2	1			
Greifvögel																					2	1			
V1: Röhrichtbrüter							1	3	1		1			3									1	3	
V2: Wiesenbrüter								2	1			1	1*											3*	
V3: Heckenvögel																	3*	1c	2c						
V 4: Baumhöhlenbrüter																			3			1		3	
V5: Bewohner von Fließgewässern						1c																	1*	1	
V 6: Offenlandbrüter									3a	3a	2a				2	2a	2								
Reptilien, Amphibien, Fische																									
Reptilien															3		2	3							
Ringelnatter							2	2			3												1c	2	
Schlingnatter															3										
Kreuzotter									2	2		3				3	1*						1*		
Amphibien	1 a	1 a	2	1	1		3	3	2		3									3			1	3*	
Fische		1	3	1 a	1 a																				
Gliederfüßler																									
Ephemeroptera (Eintagsfliegen)	3	2		3																				3	3
Odonata (Libellen)	1 d	1 d	1d	1 d	1 d		2	1	1	1	1												1 d		
Plecoptera (Steinfliegen)	1	3																							
Saltatoria (Heuschrecken)						1*		2	2*	3*	1	2fc	2fc	2fc	1 fc	3		2					3	3	
Heteroptera (Wanzen)				3f	3f				3			3		2	2		2	2	2	3	3		3f	3*	
Osmylus (Fam. Bachhaffe)		2																							3
Ascalaphus spp. + Myrmeleonidae gen.																		3							
Coleoptera (Käfer)																									
Carabidae (Laufkäfer)						2e			3		3e								3				3e	2	
Cicindellidae gen. sp. (Sandlaufkäfer)																		2c					3*	2*c	
Wasserkäfer	3	2	3	2	2				3	3	2												2	3*	
Holzbrüt. Käfer																						3	2	2	
Blütenbes. Käfer											3		3	1						2					
Hymenoptera (Hautflügler)																									
Formicidae (Ameisen)									3						3		2		3						
Apidae, Sphec. (Bienen)															2	3	3		3						
ausgewählte Hautflügler (H1)															3										

Lebensraumtypen	Offene Quellen	Fließgewässer	Seen	Weiher, Teiche	Tümpel etc.	vegetationsfreie u. -arme Ufer	Röhrichte	Seggenriede	Niedermoore (einschl. Kompl.)	Hochmoore	Quellsümpfe	Streuwiesen, Nasswiesen etc.	Intensivgrünland	feuchte Hochstaudenfluren	Ruderalfluren	Borstgrasrasen	Zwergstrauch- u. Ginsterheiden	Gebüsche u. Hecken	Gehölzsäume, Waldränder	gewässerbegleitende Gehölze	Au- u. Bruchwälder	Nadelwald	Teichgebiete	Flussauen	
Tiergruppen																									
Trichoptera (Köcherfliegen)	3	2	3	3	3						3												2	3	
Lepidoptera (Schmetterlinge)																									
Tagfalter und Widderchen									1	2															
Nachtfalter i.w.S.							2	2	3			3		2	2d		3	3d	3d	3d	2	3	2*	2*	
Crustaceae (Krebse)																									
Flußkrebse (Astacidae)		1	2																					3*	
niedere Großkrebse																									
(Anostraca + Notostraca)				3	1																		3		
Flohkrebse (Gammaridae)	2	2																						3*	
Spinnentiere																									
Opiliones (Weberknechte)												3		3	3		3	3	3			3	3f		
Araneae (Webspinnen)							3c	3	3			3		2	2		2	2	2	3	3		3	3	
netzbauende Großspinnen																									
Bodenspinnen (S1)				2fe	2fe	2e		3fe	3e	3e	3e				3e	3e	2e							3*e	
Mollusca (Weichtiere)																									
Wasserschnecken und Muscheln	2	3	3	2		3																	2		
Großmuscheln		1		1c																			1c	2*	
Landschnecken									3			3		3	2		3	3	3	3	2				

Einzelne Lebensraumtypen müssen weiter differenziert werden (z.B. Niedermoor, Hochmoor). In der Regel wird davon ausgegangen, dass jeweils die gesamte Taxozönose erfasst wird. Bei einigen Tiergruppen ist für einzelne Lebensraumtypen eine Erfassung nur von Teilgruppen (z. B. Vögel: V1-V6) oder einzelnen Arten vorgeschlagen.

V1 = Röhrichtbrüter, V2 = Wiesenbrüter, V3 = Heckenvögel, V4 = Baumhöhlenbrüter, V5 = Bewohner von Fließgewässeruferrn, V6 = Offenlandbrüter. H1 = ausgewählte andere Hautflüglerfamilien, S1 = ausgewählte Bodenspinnen.

Erfassungsmethoden: a = Erfassung nur bei großflächiger Ausprägung des Biotoptyps, b = auch Erfassung des Nahrungsgebietes, c = Siedlungsdichteuntersuchungen (zumindest halbquantitativ) erforderlich, d = Nachweis der Bodenständigkeit (z. B. über Larven) erforderlich, e = kein Einsatz von Bodenfallen in größerem Umfang, f = nur Erfassung einer eingeschränkten Artenauswahl; * = Erfassung nur bei bestimmter Ausprägung des Lebensraumtyps oder in Teilbereichen. Eignung: 1 = bedingt geeignet, 2 = gut geeignet, 3 = vorrangig zu erfassen.

6 Biotoptypen

Tabelle 39: Legende Biotoptypenschlüssel mit Angabe zum Vorkommen der Typen in Mooren als Haupt- oder Nebenbestand.

Code	Biotoptyp	Schutz nach Art.		Haupt-/ Nebenbestand
		13D	13E	
	Gebüsche, Hecken, Gehölze			
WG	Feuchtgebüsch	x	x	N
	Gewässer			
FB	natürlicher/naturnaher Bach (Abschnitt)	x		N
VU	Unterwasser-/ Schwimmblattvegetation	x		N
VH	Großröhricht	x		N
VK	Kleintröhricht	x		N
VC	Großseggenried der Verlandungszone	x		N
VW	Ufergehölz naturnaher Fließgewässer	x	x	N
SK	Vegetationsarmes Stillgewässer, oligotr.	x		N
SU	Vegetationsfreie Wasserfläche (in geschützten Gewässern / Gewässerbereichen)	x		N
SL	Wasserlinsendecke (in geschützten Gewässern / Gewässerbereichen)	x		N
	Feuchtgebiete			
MO	Offenes Hoch-/ Übergangsmoor	x		H
MF	Flachmoor / Quellmoor	x		H
GP	Pfeifengraswiese	x		H
GN	Feucht-/ Nassgrünland (meso-/ eutroph)	x		H
GH	Feuchte / nasse Hochstaudenflur	x		H
GG	Großseggenried außerh. d. Verlandungsz.	x		H
GR	Landröhricht	x		H
QF	Quelle / Quellflur, naturnah	x		N
SI	Initialvegetation, kleinbinsenreich	x		N
	Offene Trocken-/ Magerstandorte			
GO	Borstgrasrasen	x		N
GC	Zwergstrauch-/ Ginsterheide	x		N
	Alpen - Kartierungseinheiten			
WY	Lärchen-Zirbenwald	x		N
WU	Latschengebüsch	x		N
	13d Flächen im Wald			
WA	Auwald	x		N
WB	Bruchwald	x		H
WQ	Sumpfwald	x		H
MW	Moorwald	x		H
	Nicht nach Art. 13d (BayNatSchG) geschützte Biotoptypen			
GE	Artenreiches Extensivgrünland			N
GB	Magere(r) Altgrasbestand / Grünlandbrache			N

Literatur

- ABEL W. (1978): Geschichte der Deutschen Landwirtschaft vom frühen Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ACKERMANN, I. (1998): Datensammlung Landschaftspflege: Daten zur Kalkulation von Maschinenkosten und Arbeitszeit. KTBL Schriften, 4. Auflage, 130 Seiten, Landwirtschaftsverlag.
- AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. Schweizerbart 331 S., Stuttgart.
- ALETSEE, L. (1967): Begriffliche und floristische Grundlagen zu einer pflanzengeographischen Analyse der europäischen Regenwassermoorstandorte. Beitr. Biol. Pflanzen 43: 117-160, Berlin.
- AUNE, E.I., KUBICEK, F. & MOHN, A. (1993): Studies of plant biomass in permanently plots at Solandet Nature Reserve, Central Norway. Univ. Trondh. rapp. bot. ser. 1993(2): 7-20.
- BAALS, CH. [Hrsg. Lfu] (1998): Kostendatei für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Merkblätter zur Landschaftspflege und zum Naturschutz 5, 176 S.
- BADEN, W. & EGGELSMANN, R. (1963): Zur Durchlässigkeit der Moorböden. Z. Kulturtechnik u. Flurbereinigung (4): 226-254.
- BASSLER, G., LICHTENECKER, A. & KARRER, G. (2000): Gliederung der extensiven Grünlandtypen im Transekt von Oppenberg bis Tauplitz. MAB-Forschungsbericht: Landschaft und Landwirtschaft im Wandel Akademie der Wissenschaften, 22.-23. September 2000, Wien.
- LBP (BAYER. LANDESANSTALT F. BODENKULTUR. U. PFLANZENBAU) (2002): Vergleichende Wasserhaushaltsbeobachtungen auf einer unberührten, einer kultivierten und zwei aufgeförfsteten Hochmoorflächen in Südbayern, 1959-1998. <http://www.stmlf.bayern.-de/lbp/forsch/bl/bdb.html>
- LFU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) (2002): Historische Moorkarte Bayerns - auf Grundlage der Moorübersichtskarte 1914 der Königlich Bayerischen Moorkulturanstalt München. Augsburg.
- LFW (1998): Hochwasser (SpektrumWasser 1). 80 S., WWA Deggendorf.
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT) & HAHNER, M. (2002): Kartier- und Bewertungsverfahren Gewässerstruktur - Erläuterungsbericht, Kartier- und Bewertungsanleitung. <http://www.bayern.de/lfw/service/download/gewaesserstruktur.pdf>, München.
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT) (1987): Grundzüge der Gewässerpflege - Fließgewässer. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Wasserwirtsch. H. 21, München.
- LFW (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT), WAGNER, A. & WAGNER I. (1995): Kartier- und Bewertungsverfahren Gewässerstruktur. unveröff. Manuskript, 77 S. + Anhang, München.
- BayStR (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG) (2001): Verordnung über den Erschwernisausgleich. GVBl 5/2001: S. 73 ff.
- BERGHOFER, M. & PLEYL, E. (2001): Pressemitteilung 1: Renaturierungsmaßnahmen auf Klosterland. ZUK, Unveröff. Mskr., Benediktbeuern.
- BERNOTAT, D., SCHLUMPRECHT, H., BRAUNS, C. & JEBRAM, J. (2002): Gelbdruck „Verwendung tierökologischer Daten“. Schr.reih f. Land.pflege u. Naturschutz, H. 70: 109-218, Hrsg.: BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- BfGR (BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE & GEOLOGISCHE LANDESÄMTER) (1995): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Auflage. 392 Seiten, Schweizerbart.
- BfN - BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2001): FloraWeb - Datenservice. <http://www.floraweb.de/>, Bonn.
- BIEWER, H. in BIEWER, H. & POSCHLOD, P. (1997): Regeneration artenreicher Feuchtwiesen. Veröff. Projekt Angewandte Ökologie 24: 11-323, Karlsruhe.
- BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P., GRUTTKE, H. & PRETSCHER P., [Hrsg BfN] (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands Schr.r. Landsch.pfl. & Nat.sch. 55: 1-434, Bonn-Bad Godesberg.
- BLAB, J. & VÖLKL, W. (1994): Voraussetzungen und Möglichkeiten für eine wirksame Effizienzkontrolle im Naturschutz. In: Effizienzkontrollen im Naturschutz. Schr.reihe f. Landsch.pflege & Natsch. 40: 291-300, Bonn-Bad Godesberg.
- BLUME, H.-P. & SUKOPP, H. (1976): Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schr.r. Vegetationskunde (10): 75-89, Bonn-Bad Godesberg.
- BÖCKER, R. (Hrsg.) (1997): Erfolgskontrolle im Naturschutz am Beispiel des Moorkomplexes Wurzachener Ried. Agrarforschung in Baden-Württemberg 28: 1-336. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- BOLLER-ELMER, K. CHR. (1977): Stickstoff-Düngungseinflüsse von Intensiv-Grünland auf Streu- und Moorwiesen. Veröffentl. Geobot. Institut ETH 63: 1-103, Zürich.
- BONN, S. & POSCHLOD, P., (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. 404 S., UTB, Quelle & Meyer, Wiesbaden.
- BORNKAMM, R. (1980): Hemerobie und Landschaftsplanung. Landschaft und Stadt (12,1): 49-55.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 865 S., 3. ed., Springer, Wien.
- BREITSCHUH, U. & FEIGE, I. (2003): Projektmanagement im Naturschutz - Leitfaden für kooperative Naturschutzprojekte. 220 S., BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.
- COUNCIL OF EUROPE (1979): Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats ETS N° 104 (Berne Convention, Berner Konvention, Convention de Berne).
- DIERSCHKE, H. (1984): Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation Mitteleuropas. *Phytocoenologia* 12: 173-184.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. 683 S., Ulmer, Stuttgart.
- DIERSEN, B. & DIERSEN, K. (1984): Vegetation und Flora der Schwarzwaldmoore. *Beih. Veröff. Natursch. u. Landschaftspf. Bad-Württ.* 39: 1-512, Karlsruhe.
- DIERSEN, B. & DIERSEN, K. (2001): Moore. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht. 230 S., Ulmer, Stuttgart.
- DIERSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. *Editions des Conservatoire et Jardin botaniques*, 382 S., Chambessy.
- DIERSEN, K. (1996): Vegetation Nordeuropas. Ulmer, 838 Seiten, Stuttgart.
- DIERSEN, K., MIERWALD, U. & SCHRAUTZER, J. (1985): Hemerobiestufen bei Niedermoorgesellschaften. *Tüxenia* (5): S.317-329, Göttingen.
- DÖRR, E. & LIPPERT, W. (2001): Flora des Allgäus. Bd. I, IHW-Verlag, Eching.
- DU RIETZ, E. (1954): Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der Nord- und Mitteleuropäischen Moore. *Vegetatio* 5/6: 571-585.
- DÜTTMANN, H. & EMMERLING, R. (2001): Grünland-Versauerung als besonderes Problem des Wiesenvogelschutzes auf entwässerten Moorböden. *Natur und Landschaft*, 76. Jhrg. 6: 262-269.
- DVWK (Hrsg.) (1996): Klassifikation überwiegend grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen. *DVWK-Schriften* 112:1-492, Bonn.
- DYCK, S., PESCHKE, G. (1989): Grundlagen der Hydrologie. 408 S., VEB für Bauwesen, Berlin.
- EGGELSMANN, R. (1982): Möglichkeiten und Zielsetzungen für eine Regeneration von Hochmooren - hydrologisch betrachtet. *Inf. Naturschutz Landschaftspflege* 3: 167-178, Wardenburg.
- EGGELSMANN, R. (1987): Ökotechnische Aspekte der Hochmoorregeneration. *Telma* 17: 59-74, Hannover.
- EIGNER, J. & SCHMATZLER, E., (1991): Handbuch des Hochmoorschutzes - Bedeutung, Pflege, Entwicklung. *Naturschutz aktuell* 4. 158 S., Kilda-Verlag, Greven.
- ELLENBERG, H. (1952): Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bedeutung. 143 S., Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1963): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl., 1095 S., Ulmer, Stuttgart.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V. & WERNER, W. (2002): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., durchgesehene Auflage. *Scripta Geobotanica* 18. 261 S.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISEN, D. (1991): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* 18: 1-248, Goltze, Göttingen.
- ERDMANN, K.-H. (HRSG: ERDMANN, K. & SPANDAU, L.) (1997): Biosphärenreservate der UNESCO: Schutz der Natur durch eine dauerhaft-umweltgerechte Entwicklung: 51-69, Ulmer Verlag.
- EU (EUROPÄISCHES PARLAMENT, RAT DER EUROPÄISCHEN UNION) (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie). *Amtsblatt der Europ. Gemeinschaft L 327*, 1-72.
- FALKNER, G. (1990): Vorschlag für eine Neufassung der Roten Liste der in Bayern vorkommenden Mollusken. *Schr.reihe LfU, Heft (97)* 61-112, München.
- FARTMANN, T., GUNNEMANN, H., SALM, P. & SCHRÖDER, E. (2001): Berichtspflichten in Natura-2000-Gebieten. *Angewandte Landschaftsökologie* 42.
- FETZ, R. (2001): Hochmoorrenaturierung in den Koller- und Hochrunstfilzen - Stand der Planung und Umsetzung. *Schr.reihe. Nat.sch. u. Lschpfl. LfU Bayern H. 161*: 41-46, Nachdruck 2002, Augsburg.
- FINCK, P., HAUKE, U., SCHRÖDER, E., FORST, R. & WOITHE, G. (1997): Naturschutzfachliche Landschafts-Leitbilder. *Rahmenvorstellungen für das Nordwestdeutsche Tiefland aus bundesweiter Sicht. Schr.reihe. f. Landschaftspflege u. Nat.schutz H. 50/1*, Bundesamt für Naturschutz.
- FINCK, P., HAMMER, D., KLEIN, M., KOHL, A., RIECKEN, U., SCHRÖDER, E., SSMYANK, A. & VÖLKL, W. (1992): Empfehlungen für faunistisch-ökologische Datenerhebungen und ihre naturschutzfachliche Bewertung im Rahmen von Pflege- und Ent-

- wicklungsplänen für Naturschutzgroßprojekte des Bundes. *Natur und Landschaft*, 67(7/8): 329-340, Bonn.
- FISCHER, S., POSCHLOD P. & BEINLICH, B (1995): Die Bedeutung der Wanderschäfererei für den Artenaustausch zwischen isolierten Schaftriften. *Beih. Veröff. Naturschutz Land.pflege Bad.-Württ* 83: 229-256, Karlsruhe.
- FLADE, M. (1995): Aufbereitung und Bewertung vogelkundlicher Daten für die Landschaftsplanung unter besonderer Berücksichtigung des Leitartenmodells. In: *Biologische Daten für die Planung. Schriftenreihe f. Landschaftspfl. u. Natursch.* 43: 107-146, Bonn-Bad Godesberg.
- FRANKL, R. (1996): Zur Vegetationsentwicklung in den Rottauer Filzen (südliche Chiemseemoore) im Zeitraum von 1957 bis 1992. *Bayreuther Forum Ökologie Bd. 37*; Bayreuth.
- FRANKL, R., FETT, M. & SCHMEIDL, H. (2003): Zur Vegetationsentwicklung in zwei naturnahen südbayerischen Hochmooren - Welche Konsequenzen lassen sich für die Renaturierungspraxis ableiten? *Laufener Seminarbeiträge 1/03*: 47-53, ANL, Laufen.
- FRANKL, R., SCHMEIDL, H. [Hrsg. BfN] (1998): Naturschutzbezogene Langzeituntersuchung in einem südbayerischen Hochmoor: Vegetationsdynamik und Veränderungen in Wasser- und Nährstoffhaushalt. *Schr.reihe Land.pflege u. Nat.schutz H.* 58: 115-128, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- GEIGER-UDOD, B. (2001): Effizienzkontrolle der Renaturierungsmaßnahmen auf den Flächen des Klosters Benediktbeuern. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München, 133 S., Freising.
- GELBRECHT, J. (1996): Stoffeinträge in Oberflächengewässer und Stoffumsetzungsprozesse in Fließgewässern im Einzugsgebiet der Unteren Spree als Grundlage für Sanierungskonzepte. *Ber. des Inst. Gewässerökol. u. Binnenfischerei.* 2: 1-148.
- GENSOR, A. & ZEITZ, J. (1999): Einfluss einer Wiedervernässung auf die Dynamik chemischer und physikalischer Bodeneigenschaften eines degradierten Niedermoors. *Arch. Nat.schutz Landschaftsforsch* 38: 267-302.
- GIES, TH. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. *Diss. Bot.* 20, 184 S., Lehre.
- GÖTTLICH, K. (Hrsg.) (1990): *Moor- und Torfkunde.* 529 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. & REITER, K. (1995): Hemerobie österreichischer Waldökosysteme - Vorstellung eines Forschungsvorhabens im Rahmen des österreichischen Beitrages zum MAB-Programm der UNESCO. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz*, 6/1995: 105-110, Stuttgart.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1962): Zur Moorgliederung und -ansprache. *Zeitschr. f. Kulturtechnik* 3: 6-29.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1990): Moore und Torfe in der Bodenkunde: Neuere Aspekte. *Telma* 20: 79-96, Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1994): Zur Gliederung und Ansprache mitteleuropäischer Torfe (Vorschläge für die 4. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung). *Telma* 24: 19-30, Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1996): Ansprache und Klassifikation von Torfen und Mooren als Voraussetzung für Moorkartierungen (vor allem aus bodenkundlicher Sicht). *Abh. Naturw. Ver. Bremen* 43/2: 213-237, Bremen.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1997): Moore und Moor-Naturschutzgebiete in Deutschland - eine Bestandsaufnahme. *Telma* 27: 183 - 216, Hannover.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1998): Das Fünfblänkenmoor am Engenkopf, ein bemerkenswertes ombrosoligenes Moor in einem Karstgebiet des südlichen Allgäus. *Carolinea* 56; 29-62.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G. & BOHNE, U. (1989): Renaturierung von Mittelgebirgsmooren - Ergebnisse einer im September 1989 durchgeführten Tagung. *Natur und Landschaft*, 64(4): 166-169, Stuttgart.
- GROSSE-BRAUCKMANN, G., SCHÄFER, W. & WITTMANN, O. (1995): Nochmals: Zur Systematik und Kartierung von Moorböden. *Telma* 25: 35-56, Hannover.
- GRÜNIG, A., MARTI, K. & WALDIS, R. (1996): Erfolgskontrolle Moorbiosphärenschutz Schweiz. Teil Wirkungskontrolle. 256 S., Koordinationsstelle Moorschutz Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- GRÜTTNER, A. & WARNKE-GRÜTTNER, R. (1996): Flora und Vegetation des Naturschutzgebietes Federsee (Oberschwaben). *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 86: 1-314, Karlsruhe.
- HABER, W. (1993): Ökologische Grundlagen des Umweltschutzes. In: BUCHWALD, K., ENGELHARDT, W.: *Umweltschutz: Grundlagen und Praxis Bd.1.* 98 S., Economica Verlag, Bonn.
- HACKER, E. & LÜTTIG, G. (1996): Inhaltsverzeichnis sämtlicher Veröffentlichungen in der *Telma*, Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde Band 1/1971 bis Band 25/1995. *Telma, Sonderheft*: 1-75, Hannover.
- HAGIUS, A. & SCHERFOSE, V. (1999): Pflege- und Entwicklungsplanung in Naturschutzgroßprojekten des Bundes. *BfN Angew. Landschaftsökologie* 18: 1-187. Bonn-Bad Godesberg.

- HENNINGS, H. H. (1994): Wiedervernässbarkeit von Niedermooren. In: Entwicklung der Moore. NNA-Berichte 7 (2): 86-90, Schneverdingen.
- HERING, D. & REICH, M. (1997): Bedeutung von Totholz für Morphologie, Besiedlung und Renaturierung mitteleuropäischer Fließgewässer. *Natur und Landschaft* 72. Jhrg. H. 9: 383-389.
- HÖLTING, B. (1984): Hydrogeologie - Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. Enke, 370 S., Stuttgart.
- INGRAM, H. A. P. (1978): Soil layers in mires: function and terminology. *J. of Soil Sc.* 29: 224-227, Oxford.
- JALAS, J. (1955): Hemerobe und hemerochore Pflanzenarten. Ein terminologischer Reformversuch. *Acta Soc. Flora Fauna Fenn.* 72(1): 1-15.
- JOOSTEN, H. & CLARKE D. (2002): Wise use of mires and peatland. International Mire Conservation Group, NHBS Ltd., Totnes.
- JOOSTEN, H. (1993): Denken wie ein Hochmoor: Hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedervernässung und Restauration. *Telma* 23: 95-116, Hannover.
- JUNGWIRTH, M. & WAIDBACHER, H. (1989): Fischökologische Zielsetzungen bei Fließgewässerrevitalisierungen. *Wiener Mitt.* (88): 105-119, Universität f. Bodenkultur, TU Wien.
- KÄSERMANN, CH. (2002): Entwurf für ein Monitoring gefährdeter wildlebender Pflanzenarten. 1-26, Schweizerische Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW) Genf.
- KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. *Dissertationes Botanicae* 27: 1-345. Cramer, Lehre.
- KAULE, G. (1986): Arten- und Biotopschutz. Ulmer, Stuttgart.
- KERN, K. (1994): Grundlagen naturnaher Gewässergestaltung - Geomorphologische Entwicklung von Fließgewässern. Springer-Verlag, 256 S., Berlin.
- KERN, K., BOSTELMANN, R., HINSENKAMP, G. & AL. (1992): Handbuch Wasserbau - Naturnahe Umgestaltung von Fließgewässern. Teil I: Leitfaden, Teil II: Dokumentation ausgeführter Projekte Heft 2. Min. f. Umwelt Bad.-Württ., Karlsruhe.
- KHAFAGI, A. (1944): Die Durchlässigkeit des Bodens in seiner natürlichen Lagerung. Mittlg. aus dem kulturtechnischen Laboratorium der ETH Zürich 1, 28 S., Zürich
- KOERSELMAN, W. & VERHOEVEN, J. (Hrsg.: WHEELER, B. & AL.) (1995): Eutrophication of fen ecosystems: external and internal nutrient sources and restoration strategies. In: Restoration of temperate wetlands: 91-112, John Wiley & Sons, Chichester.
- KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. *Schr.reihe. f. Vegetationskunde* 34: 1-519, Bonn-Bad Godesberg.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridopyta et Spermatophyta) Deutschlands. *Schr.-Reihe f. Vegetationskunde* 28: 21-187, BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- KOSKA, I. in: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Auflage, 622 S., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KOWARIK, I. (1988): Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegetation. - Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung* (56), 280 S., TU Berlin.
- KRATZ, R. & PFADENHAUER, J. (2001): Ökosystemmanagement für Niedermoore. 317 S., Ulmer, Stuttgart.
- KRIEGBAUM, D.H. & SCHLAPP, G. (1994): Ansätze für Effizienzkontrollen zu den Naturschutzförderprogrammen in Bayern. In: Effizienzkontrollen im Naturschutz. *Schr.reihe f. Landsch.pflege & Nat.sch.* 40: 243-262, Bonn-Bad Godesberg.
- KUHN, G., SCHUCKERT, BÖCKER, R. & PFADENHAUER J. (1996): Anwendung von Fernerkundungs-Methoden für das Monitoring der Vegetation im Wurzacher Ried. *Verh. GfÖ* 26: 43-48.
- KULCZYNSKI, S. (1949): Peat bogs of Polesie. *Mém. Acad. Sci. Cracovie. Ser. B.*, 356 S.
- KÜSTER, H. (1995): Postglaziale Vegetationsgeschichte Südbayerns - Geobotanische Studien zur Prähistorischen Landschaftskunde: 1-372, Akademie Berlin.
- LANDESAMT FÜR NATUR- UND UMWELT SCHLESWIG-HOLSTEIN (2002): Programm zur Wiedervernässung von Niedermooren. <http://www.umwelt.schleswig-holstein.de/servlet/is/24448/Niedermoorprogramm.rtf> Kiel.
- LANDESREGIERUNG MECKLENBURG-VORPOMMERN (2000): Konzept zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore in Mecklenburg-Vorpommern. Landtag Mecklenburg-Vorpommern, Drucksache 3/1269.
- LANDGRAF, L. (2003): Leitfaden zur Renaturierung von Feuchtgebieten. - Entwurf. Studien und Tagungsberichte des Landesumweltamtes Brandenburg.
- LANDRATSAMT TRAUNSTEIN (2001): LIFE-Projekt Südlicher Chiemgau. Traunstein.
- LANGE, K. & LECHER, K. (1989): Gewässerregulierung, Gewässerpflege - naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

- LEDERBOGEN, D. (2003): Vegetation und Ökologie der Moore Osttirols unter besonderer Berücksichtigung von Hydrologie und Syndynamik. Diss. Bot. 371, 217 S., J. Cramer-Verlag, Berlin, Stuttgart.
- LEE, P. & HANUS, S. (1999): Monitoring of Terrestrial Vascular Plants and Structure in the Forested Regions of Alberta: Background, Indicators, and Protocols - Chapter 13 Alberta Research Council, Postal Bag 4000, Vegreville, AB. T9C 1T4, <http://www.abmp.arc.ab.ca/Chapter13.pdf>.
- MEIER W. & LEISER, M. (2001): Mooringinventarisierung des LfU. In aktuelle Beiträge zum Moorentwicklungskonzept Bayern. Schr.reihe Nat.sch. u. Lsch.pfl. LfU Bayern H. 161: 6-8, Nachdruck 2002, Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) (1990): Artenschutzkartierung Bayern - Erläuterungen zum Erfassungsbogen. Unveröff. Mskr., München.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) (2001): Kartieranleitung für die Wuchsortkartierung 2001, Unveröff. Mskr., Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) (2003): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) - Handlungsschwerpunkte der Moorrenaturierung. 40 S., <http://www.bayern.de/lfu/natur/landschaftsoekologie/moorentwicklungskonzept.pdf>, Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] (1988): Beiträge zum Artenschutz 4 - Libellen. Schriftenreihe Bayer. Landesamt f. Umweltschutz 79, 150 S., München.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] (1995): Naturschutzgebiete in Bayern. Zustandserfassung Teil I: Arbeitsanleitung. unveröff. Mskr., München.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] (1999): Bestimmungsschlüssel für Flächen nach Art. 13d(1) BayNatSchG. Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] (2002): Leistungsbild für Umsetzungskonzepte der Hochmoorrenaturierung. Unveröff. Mskr., Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] (2002): Leitfaden für die Hochmoorrenaturierung in Bayern. Unveröff. Mskr., Augsburg.
- LfU (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ) [Hrsg.] Bearb.: SIUDA, C. (2002): Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern - für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer. 69 S. <http://www.bayern.de/lfu/natur/landschaftsoekologie/moorentwicklungskonzept/index.html> Augsburg.
- LfU, BAYLWF [Hrsg.] Bearb.: LANG, A. WALENTOWSKI, H. & LORENZ, W. (2003): Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitatrichtlinie in Bayern - 4. Entwurf Stand Mai 2003. München, Freising.
- LUDWIG, G., DÜLL, R., PHILIPPI, G., AHRENS, M. & AL. (1996): Rote Liste der Moose (Anthocero-phyta et Bryophyta) Deutschlands. Schr.-Reihe f. Vegetationskunde, 28: 189-306, BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- LUGON, A., PEARSON, S., MATTHEY Y & GROWERNIER P. (1998): Praxishilfe - Technische Maßnahmen zur Regeneration von Hochmooren. Mit Nachtrag 1999. BUWAL (BUNDESAMT FÜR UMWELT, WALD UND LANDSCHAFT), Bern.
- LÜTKE TWENHÖVEN, F. (1992): Untersuchungen zur Wirkung stickstoffhaltiger Niederschläge auf die Vegetation von Hochmooren. Mitt. d. AG Geobot. Schl.-Holst. u. Hamburg 44, 172 S.
- MAAS, D. (1988): Keimung und Etablierung von Streuwiesenpflanzen nach experimenteller Ansaat. Natur & Landschaft 63 (10): 411-414, Stuttgart.
- MARTI, K., KRÜSI, B.O., HEEB, J. & THEIS, E., [Hrsg.:BUWAL] (1997): Pufferzonenschlüssel - Leitfaden zur Ermittlung von ökologisch ausreichenden Pufferzonen für Moorbiotope. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Vollzug Umwelt, Bern.
- MARZELLI, S. (1994): Zur Relevanz von Leitbildern und Standards für die ökologische Planung. In: Leitbilder-Umweltqualitätsziele-Umweltstandards. Bayer. Akad. f. Nat.sch. & Landsch.pflege (ANL) 4: 11-23, Laufen.
- MAYERL, D. (1990): Die Landschaftspflege im Spannungsfeld zwischen gezieltem Eingreifen und natürlicher Entwicklung - Standort und Zielsetzung, Planung und Umsetzung in Bayern: Natur & Landschaft 65 (4): 167-175, Bonn.
- MEIER, W. (2001): Moore im Landkreis Landsberg a. Lech - Ergebnisse einer Bestandsaufnahme. In: Aktuelle Beiträge zum Moorentwicklungskonzept Bayern. Schr.reihe Nat.sch. u. Lsch.pfl. LfU Bayern H. 161: 9-40, Nachdruck 2002, Augsburg.
- MEIER, W. (2003): Das Moorentwicklungskonzept Bayern. Laufener Seminarbeitr. 1/03: 37 - 46, ANL, Laufen/Salzach.
- MEIER, W., RINGLER, A. & SPETH, P. (2000): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK). - Schlußbericht der Pilotphase 1998/1999 (Kurzfassung). Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg.
- MEINUNGER, L. & NUSS, I. (Hrsg.: LfU, 1996): Rote Liste gefährdeter Moose Bayerns. Bay.LfU, Schr.reihe H. 134, Beitr. z. Artenschutz 20: 1-62, München.
- MELZER, A., POHL, W., HÜNERFELD, G., & PFLEIDERER, P. (1992): Ökophysiologische Untersuchungen zur Nitratbelastung und Nitratbelastbarkeit

- von Hochmooren. StMLU, Materialien 81, 78 S. München
- MEYNEN, E. & SCHMITHÜSEN, J., (ed.) (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Selbstverlag, Bad Godesberg.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (1990): Naturgemäße Gestaltung von Fließgewässern. Handbuch Wasserbau, H.3, Stuttgart.
- MÜLLER, J. (1999): Wiedereinbürgerung von gefährdeten Pflanzenarten - Einpassung und Populationsentwicklung. Abh. Naturwiss. Ver. Bremen 44 (2-3): 559-578.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. [Hrsg.] (2001): Die Moose Baden-Württembergs. Bd 2, 529 S., Ulmer, Stuttgart.
- NEEF, E. (1977): Taschenbuch der physischen Geographie - Das Gesicht der Erde. 908 S. Verlag Harri Deutsch, Thun u. Frankfurt/M.
- NIEDERMEIER, E. (2001): Projektmanagement für Umsetzungsmaßnahmen im Rahmen der Naturschutzarbeit der Landschaftspflegeverbände in Bayern. Diplomarbeit an der TU München-Weihenstephan, 129 S., Freising.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. 719 S., Wachholtz, Neumünster.
- PAN (PARTNERSCHAFT) (2001): Übersicht über Fördermöglichkeiten des Naturschutzes in Bayern. <http://www.pan-partnerschaft.de/dload/dindex.html>.
- PATZEL, A., MAYER, F. & PFADENHAUER, J. (1996): Renaturierungsverfahren zur Etablierung von Feuchtwiesenarten. Verhdlg der GfÖ, Bd 27: 165-172. G. Fischer-Verlag, Stuttgart.
- PATZELT, A. & PFADENHAUER, J. (1998): Keimungsbiologie und Etablierung bei Niedermoor-Arten durch Mähgutübertrag. Zeitschrift f. Ökologie, Band 7, H. 1: 1-13. Fischer, Jena.
- PATZELT, A. (1998): Vegetationsökologische und populationsbiologische Grundlagen für die Etablierung von Magerwiesen in Niedermooren. Diss. Bot. 297.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1927): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. I. Teil. Moore im außeralpinen Gebiet der diluvialen Salzach-, Chiemsee- und Inngletscher. Ber. Bayer. Bot. Ges. 19: XV-XIX, 1-84, München.
- PAUL, H. & RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern, II. Teil. Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher. Ber. Bayer. Bot. Ges. 20: XIII-XIV, 1-260, München.
- PAUL, H. (1910): Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Bayern. - Die Moorpflanzen Bayerns. Ber. Bayer. Bot. Ges. 12: 136-228, München.
- PAUL, H. (1927): Botanisch-moorkundliches Gutachten über das Pilvermoor zwischen Ober- und Unterammergau. Unveröff. Mskr.
- PETERMANN, R. & SEIBERT, P. (1979): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald. Heft 4, 142 S, StMLF, München.
- PFADENHAUER, J. (1994): Ansprüche des Naturschutzes an Niedermoore. In: Entwicklung der Moore. NNA-Berichte 7 (2): 76-78, Schneverdingen.
- PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie - ein Skriptum. 2., verb., erw. Auflage, 448 S., IHW-Verlag, Eching.
- PFADENHAUER, J. (1998): Grundsätze und Modelle der Moorrenaturierung in Süddeutschland. Telma 28: 251-272, Hannover.
- PFADENHAUER, J. (1999): Leitlinien für die Renaturierung süddeutscher Moore. Natur und Landschaft 74 Jhrg. H. 1: 18-29.
- PFADENHAUER, J., KRÜGER, G.M. & MUHR, E. (1991): Ökologisches Gutachten Donaumoos - Konzept zur zukünftigen Landschaftsentwicklung - (Kurzfassung). Schr.reihe LfU 109: 83 S., Augsburg.
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. & BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I. Ber. ANL (10): 41-60, Laufen.
- PLACHTER, H. (1989): Zur biologischen Schnellansprache und Bewertung von Gebieten. In: Zehn Jahre Rote Liste gefährdeter Tierarten in der Bundesrepublik Deutschland - Situation, Erhaltungszustand, neuere Entwicklungen. Schr.reihe Landschaftspflege Naturschutz (29): 107-135, Bonn-Bad Godesberg.
- PLACHTER, H., BERNOTAT, D., MÜSSNER, R. & RIECKEN, U. (Hrsg.: BfN) (2002) : Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. Schr.reihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz, H. 70, 566 S., Landwirtschaftsverlag, Münster.
- PLEYL, E. (2001): Antrag zur Finanzierung von Landschaftspflegemaßnahmen im Rahmen von INTERREG II im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen. ZUK, Unveröff. Mskr., Benediktbeuern.
- PLEYL, E. (2003): Zentrum für Umwelt und Kultur: 10 Jahre Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen in den Loisach-Kochelseemooren. Laufener Seminarbeitr. 1/03: 187-195, Bern, ANL, Laufen.
- POLATSCHKE, A., MAIER, M. & NEUNER W. (2001): Flora von Nordtirol, Osttirol und Vorarlberg. Band V. 664 S., Tiroler Landesmuseum Ferdinandeum, Innsbruck.

- PUFFE, D. & GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1963): Zersetzung oberflächennaher Torfe unter Grünland. *Z. f. Kulturtechnik* 4: 159-188.
- QUINGER, B., SCHWAB, U., RINGLER, A., BRÄU, M., STROHWASSER, R. & WEBER, J. (1995): Landschaftspflegekonzept Bayern - Lebensraumtyp Streuwiesen. Bayer. Staatsminist. f. Landesentw. u. Umweltfragen (StMLU), Bayer. Akademie für Nat.sch. u. Landsch.pfl. (ANL), II.9: 1-403, München.
- RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* Amtsblatt Nr. L 206 22/07/1992: 7-50.
- REBHAN, H. (1999): Erfolgskontrollen im bayerischen Naturschutz. *LfU Tätigkeitsbericht* 1999/16: 1-7, http://www.bayern.de/lfu/tat_ber
- RECK, H. (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung - Empfehlungen zum Untersuchungsaufwand und zu Untersuchungsmethoden für die Erfassung von Biodeskriptoren. *Naturschutz und Landschaftsplanung* (24): 129-135, Stuttgart.
- RECK, H. (1993): Spezieller Artenschutz und Biotopschutz: Zielarten als Naturschutzstrategie und ihre Bedeutung als Indikatoren bei der Beurteilung der Gefährdung von Biotopen. In: *Grundlagen und Probleme einer Roten Liste*. *Schr.reihe f. Landsch.pflege & Nat.sch.* 38: 159-178, Bonn-Bad Godesberg.
- RECK, H., [Hrsg. BfN] (1998): Aspekte zu Anforderungen an ökologische Langzeitstudien für den Arten- und Biotopschutz. *Schr.reihe f. Landschaftspflege u. Nat.schutz* 58: 79-92, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- RENNWALD, E. [Hrsg. BfN] (2000): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. - *Schr.reihe f. Vegetationskunde* Heft 35: 1-800, Bonn-Bad Godesberg.
- RIECKEN U. [Hrsg.] (1990): Möglichkeiten und Grenzen der Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen im Rahmen raumrelevanter Planungen. *Referate und Ergebnisse eines Symposiums der BFANL*. *Schr.reihe f. Landschaftspflege und Naturschutz* (32), 228 S., Bonn-Bad Godesberg.
- RIECKEN, U. (1992): Planungsbezogene Bioindikation durch Tierarten und Tiergruppen - Grundlagen und Anwendung. *Schr.reihe f. Landschaftspflege u. Naturschutz* (36), 187 S., Bonn-Bad Godesberg.
- RIECKEN, U. [Hrsg. BfN] (1994): Fachliche Anforderungen an Effizienzkontrollen im tierökologischen Bereich. *Schr.reihe f. Landsch.pflege u. Naturschutz*, (40): 51-68, Kilda-Verlag, Greven.
- RIECKEN, U., RIES, U. & SSYMANK, A. (1994): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland. *Schr.reihe f. Landsch.pflege* und *Nat.schutz* (41), 184 S., Bonn-Bad Godesberg.
- RIECKEN, U., SCHRÖDER, E. & FINCK, P. (1995): Mindestanforderungen an die planungsverwertbare Aufbereitung biologischer Daten im Rahmen naturschutzrelevanter Planungen. In: *Biologische Daten für die Planung*. *Schriftenreihe f. Landschaftspf. u. Natursch.* (43): 411-427, Bonn-Bad Godesberg.
- RIEDL, U. (1995): Grenzen und Möglichkeiten der Synthese biologischer Grundlagendaten zum Zweck der Flächenbewertung im Biotopschutz. In: *Biologische Daten für die Planung*. *Schriftenreihe f. Landschaftspf. u. Natursch.* (43): 329-356, Bonn-Bad Godesberg.
- RIESINGER, E. (1995): Entwicklungskonzept für das Grünland des Klosters Benediktbeuern. *Diplomarbeit am Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München*, 109 S., Freising.
- RINGLER, A (1999): Moorentwicklung in Bayern post 2000: Dezentral, kooperativ, aber nicht ziellos. *Laufener Seminarbeitr.* 6/98: 109-152, ANL, Laufen/Salzach.
- RINGLER, A. (1981): Die Alpenmoore Bayerns - Landschaftsökologische Grundlagen, Gefährdung, Schutzkonzept. *Ber. ANL* (5): 4-98, Laufen/Salzach.
- ROSENTHAL, G. (1992): Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen - vegetationsökologische Untersuchungen auf Dauerflächen. *Dissertationes Botanicae (Diss. Bot.)* 182: 1-267.
- ROSENTHAL, G. (2000): Zielkonzeption und Erfolgswertung von Renaturierungsversuchen in nordwestdeutschen Niedermooren anhand vegetationskundlicher und ökologischer Kriterien. *Habil.schrift, Universität Stuttgart*, 230 S.
- RUTHSATZ, B. & HOLZ, I. (1997): Dauerbeobachtung von Vegetation und Quellwasserchemismus im „Palmbruch“ und „Oderluderbruch“ des NSG „Hangbrücher bei Morbach“/Hunsrück. *Decheniana* 150: 109-168, Bonn.
- RUTHSATZ, B. (2000): Vergleich der Qualität von Quellwässern aus bewaldeten und agrarisch genutzten Einzugsgebieten im westlichen Hunsrück und ihr Einfluss auf die Vegetation der durchsickerten Feuchtfelder. *Arch. für Nat.-Landsch.* Vol. 39: 167-189.
- SCBD (SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY) (1992): *Convention on Biological Diversity*. Rio de Janeiro.
- SCHEFFER, B. (1994): Zur Stoffdynamik der Hochmoorböden. In: *Entwicklung der Moore*. *NNA-Berichte* 7 (2): 43-46, Schneverdingen.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1984): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 442 S., Enke, Stuttgart.
- SCHERFOSE, V. (1994): Effizienzkontrollen von Naturschutzmaßnahmen - dargestellt für Natur-

- schutzgroßprojekte des Bundes. Mitteilungen der NNA, 5. Jhrg, Heft 2: 50-56.
- SCHERFOSE, V., FORST, R., GREGOR, T., HAGIUS, A., KLÄR, C., NICLAS, G. & STEER, U. (1999): Anforderungen an Gliederung und Inhalte von Pflege- und Entwicklungsplänen im Rahmen von Naturschutzgroß- und Gewässerrandstreifenprogrammen des Bundes. Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie (18): 171 - 187, BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- SCHERFOSE, V., FORST, R., HAGIUS, A., KLÄR, C., NICLAS, G. & STEER, U. (1999): Ergebnisse des Workshops über Pflege- und Entwicklungspläne von Naturschutzgroß- und Gewässerrandstreifenprojekten des Bundes. Schriftenreihe Angewandte Landschaftsökologie (18): 155 - 169, BfN, Bonn-Bad Godesberg.
- SCHIEL, F.-J. & BUCHWALD, R. (2001): Die Große Moosjungfer in Südwest-Deutschland. Nat.schutz u. Land.planung, 33. Jhrg, H. 9: 274-280
- SCHLICHTERLE, H. (1989): Pfahlbauten: die frühe Besiedlung des Alpenvorlandes. Spektrum der Wissenschaft, 6: 72-85.
- SCHLUMPRECHT, H. (Hrsg. BfN) (2002): Überblick über planungsrelevante Tierartengruppen. Schr.reihe f. Land.pflege u. Naturschutz, H. 70: 445-525, , Bonn-Bad Godesberg.
- SCHMIDT, W. (1994): Über den Einfluß der Entwässerung und der Nutzung auf die Gefügegenwicklung in Niedermoorböden. In: Entwicklung der Moore. NNA-Berichte 7 (2): 59-66, Schneverdingen.
- SCHÖNFELDER, P. (1986): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Schriftenreihe LfU 72, München.
- SCHÖNFELDER, P., & AL. (2001): Neubearbeitung der Roten Liste der Gefäßpflanzen Bayerns - Abschlusskorrektur der Sippenliste. Unveröff. Mskr. Stand 11.03.2001, Zentralstelle f. die Flor. Kart. Deutschlands, Regensburg.
- SCHOPP-GUTH, A. (1997): Diasporenpotential intensiv genutzter Niedermoorböden Nordostdeutschlands - Chancen für die Renaturierung? ZÖN 6: 97-109
- SCHOPP-GUTH, A. [Hrsg.: BfN] (1999): Renaturierung von Moorlandschaften. Schr.reihe f. Landsch.pfl. u. Natursch. (57): 1-219, Landwirtschaftsverlag, Münster.
- SCHOPP-GUTH, A. [Hrsg.: Naturschutzzentrum Bad Wurzach] (1998): Anforderungen des Naturschutzes an die Landnutzung in Niedermooren. In: „Zehn Jahre Projekt Wurzacher Ried: 189-212. Margraf Verlag, Weikersheim.
- SCHORR, M. (1990): Grundlagen zu einem Artenhilfsprogramm Libellen der Bundesrepublik Deutschland. 512 S., Societas Internationalis Odonatologica, Bilthoven.
- SCHOUWENAARS, J. (1994): Wasserhaushalt der Hochmoore. In: Entwicklung der Moore. NNA-Berichte 7 (2): 33 S., Schneverdingen.
- SCHWAB, U. (1994): Landschaftspflegekonzept Bayern - Lebensraumtyp Gräben. Bayer. Staatsminister f. Landesentw. u. Umweltfragen (StMLU), Bayer. Akademie für Nat.sch. u. Landsch.pfl. (ANL), II.10: 1-135, München.
- SENDTNER, O. (1854): Die Vegetationsverhältnisse Südbayerns. 908 S., Literarisch-artistische Anstalt, München.
- SLIVA, J., MARZELLI, M., & PFADENHAUER, J. (2000): Renaturierung von landwirtschaftlich genutzten Niedermooren und abgetorften Hochmooren. Schrrhe des LfU, H. 148, 160 S., München.
- SLIVA, J., SACHTELEBEN, J & AL. (in Vorb.): Leitfaden für das Monitoring und die Erfolgskontrolle von Maßnahmen in Mooren Südbayerns. Unveröff. Gutachten im Auftrag d. Reg. v. Obb., München.
- SPANG, W.D., JUNKER, R. & SIEPE, A. (1997): Vorgehensweise bei Effizienzkontrollen. Naturschutz und Landschaftsplanung, 6/1997: 167-172, Stuttgart.
- SRU (RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (1998): Sondergutachten Grundwasserschutz. Flächendeckend wirksamer Grundwasserschutz - Ein Schritt zur dauerhaft umweltgerechten Entwicklung (Kurzfassung). http://www.umweltrat.de/son_98kf.htm
- SRU (RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN) (2002): Für eine Stärkung und Neuorientierung des Naturschutzes. Sondergutachten Zusammenfassung und Fazit. <http://www.umweltrat.de/pdf/kurzsg02.pdf>
- STAMMEL, B., KIEHL, K. & PFADENHAUER, J. (2003): Alternative management of fens: Response of vegetation to grazing and mowing. Applied Vegetation Science 6: 245-254, http://www.wzw.tum.de/veg_oek/publikat/AVS-Stammeletal.pdf., IAVS, Oplous Press Upsala.
- STEINER, G.B. (1992): Österreichischer Moorschuttkatalog. Grüne Reihe Bundesmin. Umwelt, Familie, Jugend 1: 1-509, Wien.
- STENDER, S., POSCHLOD, P., VAUK-HENZELT, E., & DERNEDDE, T. (1997): Die Ausbreitung von Pflanzen durch Galloway-Rinder. Verhdlg. GfÖ 27: 173-180.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (Hrsg.) (1983): Rote Liste bedrohter Tiere in Bayern (Wirbeltiere, Insekten, Weichtiere), München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1983): Richtlinien zur Förderung landschaftspflegerischer Maßnahmen (Landschaftspflege-Richtlinien). Amtsblatt Nr. 4/29. April 1983/13. Jahrgang, München.

- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1997): Bayern-Agenda 21 für eine nachhaltige und zukunftsfähige Entwicklung in Bayern. München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1998): Wasserwirtschaft in Bayern - Hochwasserschutz bayerischer Städte. 96 S., Bartels & Wernitz, München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (Hrsg.) (1999): Arten- und Biotopschutzprogramm Bayern Landkreis Wunsiedel, München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1999): Verwaltungsvorschriften zum Vollzug des Wasserrechts - VwVBayWG Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 01.11.1999; Nr. 52b-4505.2-001/95. Veröffentlicht im Allgemeinen Ministerialblatt Nr. 19/1999, S. 870 ff
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (1999): Förderrichtlinien des Bayerischen Naturschutzfonds, München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2000): Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren - WPBV. GVBl. 2000 S. 156; 2001 S. 1066 München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2001): Verordnung über den Erschwernisausgleich. GVBl. 5/2001 S. 73; München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2001): Richtlinien zur Förderung von Erholungseinrichtungen in der freien Natur und von Gartenschauen - Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 11. Oktober 2001 Nr. 66a-8667.21-2001/1. AllIMBI 2001/1 S. 493, München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2001): Bekanntmachung des StMLU über die der EU gemeldeten FFH-Gebiete und Europäischen Vogelschutzgebiete Bayerns. Veröffentlicht im Allgemeinen Ministerialblatt Nr. 11/2001, S. 541 ff, München.
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2001): Richtlinien über Bewirtschaftungsverträge des Naturschutzes und der Landschaftspflege auf landwirtschaftlich nutzbaren Flächen (Bayerisches Vertragsnaturschutzprogramm). AllIMBI Nr. 2/2001, S. 91 ff, München
- StMLU (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2002): Richtlinien für Zuwendungen zu wasserwirtschaftlichen Vorhaben (RZWas 2000) - Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen vom 12. Juni 2002 Nr. 51b-4454.11-2002/3. AllIMBI 2002/9 S. 486, München.
- StMLU, BAYStMWVT, BAYStMELF (2000): Gem-Bek der StMI,StMWVT,StMELF, StMAS und StMLU - Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“. AllIMBI Nr. 16/2000, S. 544 ff, München.
- StMUGV (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN) (2003): Wasserrechtliche Verfahren im Überblick. <http://www.umweltministerium.bayern.de/bereiche/wasser/recht/recht3.htm>.
- STROBEL, CH. & HÖLZEL, N. (1994): Landschaftspflegekonzept Bayern - Lebensraumtyp Feuchtwiesen. Bayer. Staatsminist. f. Landesentw. u. Umweltfragen (StMLU), Bayer. Akademie für Nat.sch. u. Landsch.pfl. (ANL), II.6: 1-204, München.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. 340 S., Borntraeger, Berlin.
- SUKOPP, H. (1976): Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland. Schr.reihe f. Vegetationskunde (10) 9-27, Bonn-Bad Godesberg.
- TRAUTMANN, W. (1952): Pollenanalytische Untersuchungen über die Fichtenwälder des Bayerischen Waldes. Planta, Bd. 41: 83-124. Göttingen.
- TRAUTNER, J. (Hrsg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. BVDL-Tagung Bad Wurzach, 9.-10.November 1991. Margraf, Weikersheim.
- TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings - Methoden, Praxis, angewandte Projekte Teil A: Methoden. Umweltbundesamt Wien.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (1996): Pfrunger Ried, Pflege und Entwicklungsplan. Ökologische Grundlagen und Konzept zum Schutz einer oberschwäbischen Moorlandschaft. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 85: 1-304, Karlsruhe.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (1998): Hydrologisch-moorökologisches Entwicklungskonzept für das Murnauer Moos und ausgewählte Hochmoore im Staffelseebecken. Unveröff. Gutachten i. Auftrag des Landkreises Garmisch-Partenkirchen, 106 S., Unterammergau.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (2002): Moorartenschutz - Anspruch und Wirklichkeit bei der Umsetzung von Artenschutzprogrammen. Schr.reihe f. Veg.kunde 36: 177-182, , BfN, Bonn.

- WAGNER, A. & WAGNER, I. (2002): Vegetationsökologisches Gutachten zum Einfluss der Gemeinde-deponie auf das Hinterzartener Moor. Unveröff. Gutachten im Auftrag d. Ingenieurges. Dr. Eisele, Unterammergau, Rottenbuch.
- WAGNER, A. (2000): Minerotrophe Bergkiefernmoore im süddeutschen Alpenvorland. Die *Carex lasio-carpa-Pinus rotundata*-Gesellschaft. Diss. TU München, 175 S., <http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/lg/2000/wagner.pdf>, München.
- WAGNER, A., WAGNER, I. & GEORGII, B. (2000): Pflege- und Entwicklungsplan Murnauer Moos, Moore westlich des Staffelsees und Umgebung. Unveröff. Gutachten i. Auftrag des Landkreises Garmisch-Partenkirchen, 738 S. + Anhang, Unterammergau & Ettal.
- WALENTOWSKI, H., RAAB, B. & ZAHLHEIMER, W.A. (1992): Vorläufige Rote Liste der in Bayern nachgewiesenen oder zu erwartenden Pflanzengesellschaften. Bd. IV Wasser-, Verlandungs- und Moorgesellschaften, Vegetation oberhalb der alpinen Waldgrenze und alpigene Schwemmlingsfluren. Ber. Bayer. Bot. Ges. Beih.(7) 170S., München.
- WALTER, K.S. & GILLET, H.J. [Hrsg.] (1998): 1997 IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. IUCN - The World Conservation Union, 862 pp., Gland, Cambridge.
- WARNKE-GRÜTTNER, R. (1990): Ökologische Untersuchungen zum Nährstoff- und Wasserhaushalt in Niedermooren des westlichen Bodenseegebiets. Dissertationes Botanicae (Diss. Bot.) 148: 1-214.
- WEBER, H.E. (1998): Franguletea (H1). In: DIERSCHKE, H. [Hrsg.]: Synopsis der Pflanzengesellschaften Deutschlands. Heft 4, 86 S., Selbstverlag der Flor.-soz.-AG, Göttingen.
- WELK, E. (2001): Arealkundliche Analyse und Bewertung der Schutzrelevanz seltener und gefährdeter Gefäßpflanzen Deutschlands. Dissertation Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät der Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg.
- WESTHOFF, V. (1951): An analysis of some concepts and terms in vegetation study or phytosociology. Synthese 8: 194-206.
- WEY, H., HAMMER, D., HANDWERK, J. & SCHOPPGUTH, A. (1994): Möglichkeiten der Effizienzkontrolle von Naturschutzgroßprojekten des Bundes. Natur und Landschaft, 69 (7/8): 300-306, Stuttgart.
- WILD, U. (1997): Renaturierung entwässerter Niedermoore am Beispiel des Donaumooses bei Ingolstadt: Vegetationsentwicklung und Stoffhaushalt. Herbert Utz Verlag Wissenschaften, München.
- WILDERMUTH, H. (2001): Das Rotationsmodell zur Pflege kleiner Moorgewässer. Nat.schutz u. Landschaftsplg., 33. Jhrg, H 9: 269-273
- WILMANN, O. (1993): Ökologische Pflanzensoziologie. 5. Aufl., 479 Seiten, UTB 269, Quelle u. Meyer, Heidelberg.
- WISSKIRCHEN, R., & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. 765 S., Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- ZAHLHEIMER, W.A. (1985): Artenschutzgemäße Dokumentation und Bewertung floristischer Sachverhalte. Beih. 4 Ber. ANL (Hrsg.), Laufen/Salzach.
- ZAHLHEIMER, W.A. (1986): Auswahl bemerkenswerter Gefäßpflanzen-Neufunde im Inn-Chiemsee-Hügelland. Ber. Bayer. Bot. Ges. 57: 57-69, München.
- ZEHLIUS-ECKERT, W., SCHWAIGER, H. & BECKMANN, A. (2003): Monitoring und Erfolgskontrolle im Freisinger Moos. Laufener Seminarbeitr. 1/03: 147 - 170, Laufen/Salzach.
- ZOBRIST, L. (1935): Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchung des Schoenetum nigricantis im nordostschweizerischen Mittellande. 144 S., Verlag Hans Huber, Bern.
- ZOLLNER, A. & CRONAUER, H. (1997): Wiedervernässung und Durchforstung als Maßnahmen zur Renaturierung bewaldeter Moore in Bayern - Erste Versuchsergebnisse. Telma 27: 91-107, Hannover.
- ZOLLNER, A. (2003): Das Abflussgeschehen von unterschiedlich genutzten Hochmooreinzugsgebieten - untersucht bei Erfolgskontrollen im Rahmen der Moorrenaturierung der Bay. Staatsforstverwaltung. Laufener Seminarbeiträge 1/03: 111-119, ANL, Laufen/Salzach.

Glossar

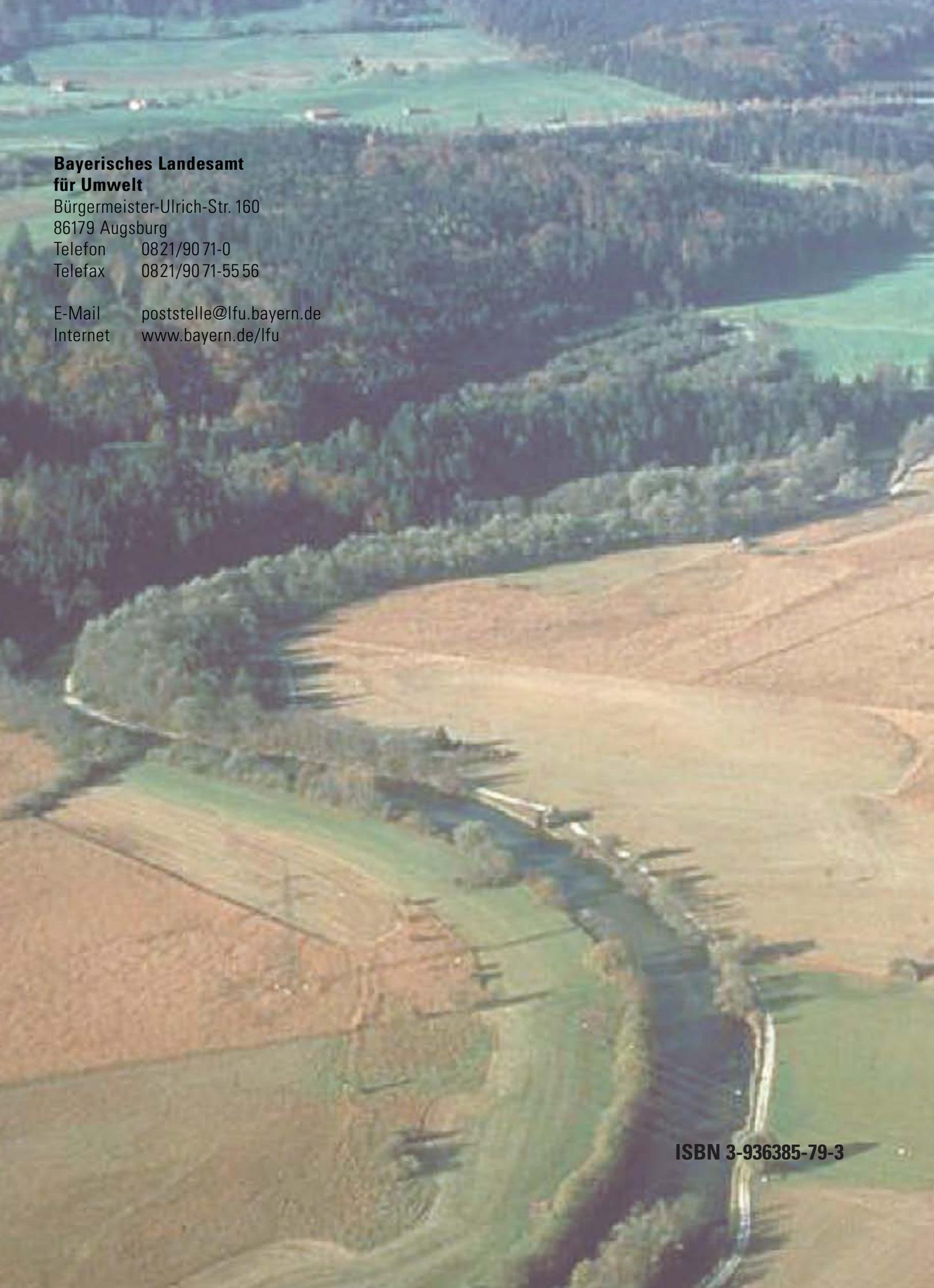
- Akrotelm:** oberer schwach zersetzter Torfhorizont mit grober, lockerer und schwammartiger Torfstruktur
- Aktuelle Bodenfeuchte:** geschätzter oder gemessener Feuchtezustand des Bodens
- Anmoor:** Übergang zwischen Moor- und mineralischen Nassböden. Die Torfmächtigkeit beträgt weniger als 3 dm
- anthropogen:** menschlich bedingt, durch die Einwirkung des Menschen entstanden
- artesisch gespanntes Grundwasser:** Grundwasser aus einem tiefer liegenden Grundwasserstockwerk, das unter einer wasserundurchlässigen Deckschicht unter Druck steht und an durchlässigen Stellen (z.B. Kieslinsen) aufsteigt. Das Druckspiegelniveau liegt über Gelände
- Biomasse:** Gewicht der organischen Substanz. I. d. R. als Trockengewicht des oberirdischen Aufwuchses bestimmt
- Biotop:** Lebensraum
- Biozönose:** Lebensgemeinschaft
- Bodenwasserhaushalt:** Zeitliche Veränderung des Wassergehaltes im Boden bedingt durch Aufnahme, Speicherung und Abgabe von Wasser
- Bruchwald:** Wald auf Niedermoor. Arten der Regenwassermoore (Oxycocco-Sphagnetea) treten auch im Bultbereich nicht auf
- Bunkerde:** Obere, noch von der Vegetationsdecke durchwurzelte Torfschicht
- Detrophierung:** Abnahme der Produktivität aufgrund verringerter Nährstoffzufuhr. Im Moorbereich z. B. als Folge des Aufwachsens durch Torfakkumulation („Ombrotrophierung“)
- Durchlässigkeitsbeiwert (kf-Wert):** Durchflusgeschwindigkeit durch einen Filterkörper (z. B. Torf) im wassergesättigten Zustand. Angabe in der Moorökologie meist in Zentimeter pro Tag (Beispiele: Grobsand > 300 cm/d, stark zersetzter Torf 10 cm/d)
- Entwicklungsziel:** (s. a. Leitbild) innerhalb eines absehbaren Zeitraums voraussichtlich realisierbares Ziel. Ausgehend von der jeweiligen Ausgangssituation (Renaturierungspotential) und den sozioökonomischen Rahmenbedingungen stellen Entwicklungsziele das in diesem Zeitraum Erreichbare dar. Entwicklungsziele sind aufgrund von Restriktionen modifizierte Leitbilder
- eutroph:** eu (griech.) gut; troph (griech.) Ernährung; Hohe Primärproduktion, auch nährstoffreich
- Eutrophierung:** Zunahme der Produktivität aufgrund gesteigerter Nährstoffzufuhr
- Evaporation:** Verdunstung von der Bodenoberfläche oder von offenen Wasserflächen (= potentielle Evaporation)
- Evapotranspiration:** Gesamtverdunstung, Summe aus Evaporation, Interzeptionsverdunstung und Transpiration
- extensiv:** Wirtschaftsweise mit niedrigem Energieaufwand und geringer Produktivität pro Flächeneinheit. Extensive Nutzungsweisen hatten/haben deshalb einen hohen Flächenbedarf (flächenintensiv)
- Extensivierung:** Umstellung von intensiver auf extensive Wirtschaftsweise
- FFH-Art:** Art des Anhangs II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (RAT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1992)
- FFH-Richtlinie:** Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Gesetzliche Grundlage von Natura 2000 (vgl. dort)
- Flachmoor:** siehe Niedermoor
- Gespanntes Grundwasser:** Grundwasser unter einer Grundwasserdeckschicht, das an deren Unterfläche einen höheren hydrostatischen Druck aufweist als dem atmosphärischen Druck in dieser Tiefe entspricht (Sonderform: artesisch gespannt, die Druckwasserspiegelhöhe liegt dann über Gelände)
- Grundsatz, Leitlinie:** übergeordnetes Ziel; von einem konkreten räumlichen Bezug unabhängig. Leitlinien bilden den übergeordneten Zielrahmen und sind fachlich nicht abgewogen oder aufgrund sozioökonomischer Restriktionen modifiziert und weder nach Prioritäten noch bezüglich ihrer zeitlichen Dringlichkeit bewertet.
- Grundwasser:** unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Erdrinde und des Bodens zusammenhängend ausfüllt, alleine der Schwerkraft unterworfen ist und sich durch Gefälle bzw. unterschiedliche Druckpotentiale bewegen kann.
- Grundwasserdruckspiegel:** Grundwasserspiegel nach Druckausgleich
- Grundwasseroberfläche:** Obere Grenzfläche des Grundwassers
- Grundwasserspiegel:** Grundwasseroberfläche in Brunnen, Rohren und Bohrlöchern nach Druckausgleich gegen die Atmosphäre
- Grundwasserstand:** Tiefenlage des Grundwasserspiegels, bezogen z. B. auf die Geländeoberfläche

- Hangnässe: Vernässung in Hanglagen meist durch relativ sauerstoffreiches Hangwasser
- Hangwasser: Grundwasser, das sich unter Einwirkung der Schwerkraft hangabwärts bewegt
- Hemerobiestufe: kennzeichnet das Ausmaß menschlicher Eingriffe in Bezug auf Vegetation und Standorteigenschaften (siehe Tabelle 32, S.135; BLUME & SUKOPP 1976, BORNKAMM 1980, ELLENBERG 1963, HABER 1993, JALAS 1955, WESTHOFF 1951)
- Hemerobiestufen: Stufen, die den Grad direkter und indirekter menschlicher Einwirkungen auf Standort, Biozönose und Ökosystem angeben
- Hochmoor: Moor, dessen Oberfläche sich durch die Torfbildung über den mineralisch geprägten Grundwasserspiegel erhoben hat und das deshalb nur durch Niederschläge gespeist wird; siehe auch Regenwassermoor
- Indikatorart: Art, die aufgrund ihrer spezifischen Standortansprüche Aussagen über die aktuellen Verhältnisse hinsichtlich Feuchte, Reaktion, Nährstoffversorgung, Nutzung usw. zulässt
- Infiltration (Einsickerung): Eintritt von Wasser in den Boden
- Intensiv: Wirtschaftsweise mit hohem Energieaufwand (Maschinen, Düngemittel, Treibstoff) und hoher Produktivität pro Flächeneinheit
- Interzeptionsverdunstung (Interzeption): Verdunstung von Niederschlagswasser, das an der Pflanzenoberfläche zurückgehalten wird und von dort verdunstet
- Leitart: Art, an der sich die künftige Entwicklung eines Gebietes orientieren sollte
- Leitbild: Abgeleitet aus allgemeinen Zielvorstellungen (Leitlinien) beschreiben Leitbilder fachliche, langfristig gültige Ziele für konkrete Flächen. Leitbilder können auch visionären Charakter haben (vgl. Entwicklungsziel)
- lithogen: lith- (griech.) Stein, Gestein, Fels; gen- (griech.) Abstammung, Herkunft. Aus Gestein und Lockergestein stammend (Grundwasser i. e. S.)
- Manning-Strickler-Fließformel: Empirische Formel für gleichförmigen stationären Abfluss bei Oberflächengewässern (s. LANGE & LECHER 1989). Sie besagt, dass die Fließgeschwindigkeit nicht nur vom Gefälle, sondern auch ganz erheblich von der Rauigkeit der Oberfläche (z.B. Pflanzenaufwuchs) und der Gerinneform abhängt. Höchste Abflussgeschwindigkeit: Halbkreisprofil mit glatten Wänden
- Median: Messwert, der eine Messreihe halbiert (Zentralwert als statistische Kenngröße bei Messreihen)
- Mineralbodenwasserzeiger: Arten, die an die Versorgung mit mineralstoffreichem Wasser gebunden sind. Sie kommen in Nieder- und Übergangsmooren vor. Im Bereich von Regenwassermooren kennzeichnen sie Moorteile, die von Mineralbodenwasser beeinflusst sind (DU RIETZ 1954, ALETSEE 1967, KAULE 1974)
- Mineralisierung (Mineralisation): Umwandlung der organischen Substanzen des Bodens in die anorganischen (mineralischen) Komponenten unter der Einwirkung von Bakterien und Pilzen, besonders hoch in Verbindung mit Sauerstoff
- Moor: Landschaftsausschnitt mit Torfschichten > 3 dm an der Erdoberfläche (Peatland) bei rezenter oder abgeschlossener Torfbildung
- Moorwald: Wald auf Übergangs- oder Hochmoortorf. Entweder nur Arten der Hochmoore oder Kombination von Hoch- und Niedermoorarten
- Natura 2000: europäisches ökologisches Verbundnetz, das die biologische Vielfalt durch Schutz der natürlichen Lebensräume sowie der wild lebenden Tiere und Pflanzen in den Mitgliedsstaaten aufrecht erhalten soll (vgl. FFH-Richtlinie)
- Naturnähestufe: kennzeichnet den Grad menschlicher Beeinflussung bzw. den Grad der Naturnähe in Bezug auf Vegetation und Standort
- Niedermoor: von Mineralbodenwasser beeinflusstes Moor ohne Vorkommen ombrotropher Arten
- ökologischer Feuchtegrad: Der durch Pflanzen (-gesellschaften) charakterisierte langjährige mittlere Feuchtezustand eines Bodens
- oberstromig: Im Oberwasser, in der Fließrichtung oberhalb der betreffenden Stelle
- oligotroph: olig- (griech.) wenig; troph- (griech.) Ernährung: geringe Primärproduktion, nährstoffarm
- ombrogen: unter alleinigem Einfluss von Regenwasser entstanden oder entstehend
- ombrotroph: unter alleinigem Einfluss von Regenwasser stehend
- pedogen: pedon (griech.): Grund, Boden: aus dem Boden stammend
- Perkolation (Durchsickerung): Durchgang des Wassers durch den Sickerraum
- Pflanzengesellschaft: Gemeinschaft von Pflanzenarten, die bei ähnlichen Lebensraumbedingungen in ähnlicher Kombination auftritt
- polytroph: poly (griech.) viel; troph- (griech.) Ernährung: sehr hohe Primärproduktion, sehr nährstoffreich

- Prioritäre Art: Zielart hoher Bedeutung
- Qualmwasser (Drängewasser): Grundwasser, das in einer Niederung durch Wasser von außerhalb hochgedrückt wird, z. B. beim Dammuferfluss (=Fluss, der über dem Niveau der Talsohle läuft)
- Quelle: Grundwasseraustritt, der durch einen stärkeren als den in der unmittelbaren Umgebung realisierten Grundwasserandrang gekennzeichnet ist ("quellig"). Quellen erschließen häufig ein größeres als sich aus dem Oberflächenrelief ergebendes Einzugsgebiet und besitzen meist einen vom Grundwasser der Umgebung abweichenden Chemismus. Im Moorbereich Schicht- und Tümpelquellen (Helokren, Limnokren). Vielfältige Erscheinungsformen (z. B. NEEF 1977)
- Regeneration: lat. re, red 1. zurück, 2. entgegen 3. wieder; genus, eris: Geburt; Zurückentwicklung zum ursprünglichen Zustand
- Regenwassermoor: von Regenwasser gespeistes Moor, ohne Einfluss von Mineralbodenwasser
- Renaturierung: Vorgang der Rückentwicklung zu einem naturnäheren als dem aktuellen Zustand (vgl. Hemerobie). Im Gegensatz zu Regeneration/Restitution also nicht unbedingt zum ursprünglichen Zustand
- Restitution: lat. restitutio, -onis: Wiederherstellung
- Restriktion: Einschränkung bezüglich der Umsetzbarkeit von Leitbildern; sie resultiert vor allem aus der im Planungsraum bestehenden Eigentums- und Nutzungsstruktur, häufig aber auch aus der fehlenden Akzeptanz des Projekts bei den Beteiligten und in der Öffentlichkeit.
- soligen: lat. solum. Boden: aus dem Boden stammend
- Standortgradient: Änderung eines Standortfaktors im Raum (Gradient: Faktorengefälle)
- Stauanässe: Vernässung durch Stauwasser
- Stauwasser: Zeitweilig auftretendes Bodenwasser über einer hoch anstehenden Stauwassersohle (meist oberhalb 13 dm u. GOF)
- Sumpfwald: hier definiert als Wald auf mineralischen Nassböden (Alno-Ulmion, s. WAGNER 2000)
- Sumpf: hier definiert als mineralischer Nassboden (aber auch Sumpf im Sinne von Niedermoor: „FFH-LRT 7210: Kalkreiche Sümpfe mit *Cladium mariscus*“)
- Torf: Sediment mit mindestens 30 % organischer Substanz. Zu Rohhumusaufgaben der Mineralböden durch Vorkommen von Pflanzenstrukturen, Nässe und Genese abgegrenzt
- Transgression: trans (lat.) über hinaus, quer; gressus (lat.) Schritt, Gang; Transgressus (lat.) das Überschreiten: bei Mooren das seitliche Wachstum im Gegensatz zum Aufwachsen in die Höhe.
- Transpiration: Verdunstung der Pflanzen
- Trophie: troph- (griech.) Ernährung, Ernährungsweise: Intensität der Primärproduktion
- unterstromig: im Unterwasser, in der Fließrichtung unterhalb der betreffenden Stelle
- Vernässung: länger andauernde Nassphase, während der in der durchwurzelten Bodenzone Luftmangel und Reduktionserscheinungen auftreten
- Versickerung: abwärts gerichteter Wasserzug im Boden
- Wassergehalt des Bodens: Wassermenge, die durch Trocknung einer Bodenprobe bei 105 °C entweicht
- Zielart: Art, die innerhalb eines Gebietes erhalten bzw. gefördert werden soll

Abkürzungen

ABSP	Arten- und Biotopschutzprogramm	LfU	Landesamt für Umweltschutz (bis 01.08.2005)
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch	LfU	Landesamt für Umwelt (seit 01.08.2005)
ASK	Artenschutzkartierung	LfW	Landesamt für Wasserwirtschaft
BayWG	Bayerisches Wassergesetz	Lkr	Landkreis
BN	Bund Naturschutz	LPV	Landschaftspflegeverband
BK	Biotopkartierung	LRA	Landratsamt
DFK	Digitale Flurkarte (Vektordaten dxf)	LSG	Landschaftsschutzgebiet
DGM	Digitales Geländemodell	LSK	Landwirtschaftliche Standortkarte
DLE	Direktion für Ländliche Entwicklung	Lubi	Luftbild
DP	Drainageplan	LVA	Landesvermessungsamt
FA	Forstamt	LWF	Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft
FFH	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie	MBWZ	Mineralbodenwasserzeiger
FIS-Natur	Fachinformationssystem-Natur	ND	Naturdenkmal
FS	Forstliche Standortskarten	NSG	Naturschutzgebiet
GEP	Gewässerentwicklungsplan	PEPL	Pflege- und Entwicklungsplan
GIS-Was	Geographisches Informationssystem der Wasserwirtschaft	RL	Rote Liste
GK25	Geologische Karte M 1 : 25.000	SKB	Standortkundliche Bodenkarte
GSK	Gewässerstrukturkartierung	TK25	Topographische Karte M 1 : 25.000
HFK	Höhenflurkarte	uNB	Untere Naturschutzbehörde
hNB	Höhere Naturschutzbehörde	VNP	Vertragsnaturschutzprogramm
HQ5	5-jähriges Hochwasser	WHG	Wasserhaushaltsgesetz
KBK	Konzeptbodenkarte	WPBV	Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren
KULAP	Kulturlandschaftsprogramm	WWA	Wasserwirtschaftsamt
LBP	Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (heute LfL)	ZE	Zustandserfassung
LBV	Landesbund für Vogelschutz	ZUK	Zentrum für Umwelt und Kultur, Benediktbeuern
LfL	Landesanstalt für Landwirtschaft		

An aerial photograph of a rural landscape. In the foreground, a river flows through a valley, bordered by green fields and dense forests. The middle ground shows a large, open field with a mix of brown and green patches, possibly a field of crops or a natural area. In the background, there are rolling hills with more forests and some small buildings. The overall scene is a mix of natural and agricultural elements.

**Bayerisches Landesamt
für Umwelt**

Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg

Telefon 0821/90 71-0

Telefax 0821/90 71-55 56

E-Mail poststelle@lfu.bayern.de

Internet www.bayern.de/lfu

ISBN 3-936385-79-3