



Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern



Impressum

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
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>

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU)

Verfasser: Dipl.-Ing. Cornelia Siuda
Fritz-Endreß-Weg 14c
82140 Neu – Esting
Tel./Fax: (08142) 48 85 14
E-Mail: siudacor@aol.com

unter Mitwirkung von Alois Zollner
Bayerische Landesanstalt für
Wald und Forstwirtschaft
Freising-Weihenstephan

sowie:

Dr. Andreas Otto, Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen
Dr. Jan Sliva, Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München, Weihenstephan
Roland Weid, Regierung von Oberbayern

Projektbetreuung im LfU: Walter Meier, Leiter des Referats „Landschaftsökologie, Grundsatzangelegenheiten“

Zitervorschlag: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Bayerisches (Hrsg.):
**Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden,
Naturschutzorganisationen und Planer**

© 2002 Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Der Inhalt dieser Dokumentation ist auf Recyclingpapier gedruckt.

Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 5 |
| Bearbeitungsschlüssel zum Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer | 6 |
| 1 Moortypus und Hemerobiegrad des Moores – mögliche ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele | 7 |
| 1.1 Entwicklungsgeschichtlich-hydrologischer Moortypus | 7 |
| 1.2 Ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele entsprechend des ökologischen Ausgangszustandes | 7 |
| 1.2.1 Ausgangszustand menschlich überprägter Hochmoore | 7 |
| 1.2.2 Ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele entsprechend der Zuordnung zur Naturnähestufe eines Moores (hemerobischer Moortyp) | 9 |
| 2 Eigentumslage – Vertragliche Sicherstellung von Planung und Umsetzung | 11 |
| 2.1 Eigentümer mit öffentlich gestellter Verpflichtung bzw. Eigeninteresse an Renaturierung | 11 |
| 2.1.1 Fläche der Staatsforstverwaltung | 11 |
| 2.1.2 Fläche in Hand der Kommune | 11 |
| 2.1.3 Fläche in Hand von sonstigen öffentlichen Eigentümern | 12 |
| 2.1.4 Ausgleichs- oder Ersatzfläche | 12 |
| 2.1.5 Fläche in Hand von Naturschutzverbänden und –organisationen | 12 |
| 2.2 Flächen in Privateigentum | 12 |
| 2.2.1 Unentgeltliche Bereitstellung von Grundstücken | 12 |
| 2.2.2 Vertragliche Vereinbarung mit jährlicher Pacht | 12 |
| 2.2.3 Vertragliche Sicherung durch einmalige Auszahlung einer kapitalisierten Pacht | 13 |
| 2.2.4 Vertragliche Sicherung durch Flächenankauf | 13 |
| 2.2.5 Die Anwendung des VNP (Vertragsnaturschutzprogrammes) | 13 |
| 2.2.6 Wasserrechtliches Verfahren | 13 |
| 2.2.7 Einbeziehung der Flurbereinigungsbehörden | 13 |
| 3 Wasserrechtliche Abstimmung | 14 |
| 4 Abklären forstlicher Belange | 15 |
| 5 Maßnahmenträger, Finanzierung der Maßnahmen | 16 |
| 5.1 Maßnahmenträger | 16 |
| 5.2 Finanzierung der Maßnahmen | 16 |
| 5.2.1 Flächensicherung | 16 |
| 5.2.2 Kosten für Planung und Maßnahmenumsetzung | 17 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Vorgehensweise bei der Erstellung der Planungsunterlagen zur Moorrenaturierung | 18 |
| 6.1 | Kartenmaterial und Sekundärdatenerhebungen | 18 |
| 6.1.1 | Topographische Unterlagen des Bayer. Landesvermessungsamts | 18 |
| 6.1.2 | Daten zum Standort | 19 |
| 6.1.3 | Biotopkartierung Bayern und ABSP-Landkreisbände | 20 |
| 6.1.4 | Spezielle Fachgutachten | 20 |
| 6.1.5 | Schutzgebetskataster des LfU | 20 |
| 6.2 | Eigene Erhebungen | 20 |
| 6.2.1 | Grabensystem und Vorfluter | 20 |
| 6.2.2 | Relief und Geländehöhen | 21 |
| 6.2.3 | Kartierung der aktuellen und vormaligen Nutzungen, Infrastruktur, Schäden / Störungen | 22 |
| 6.2.4 | Aktuelle Pflanzendecke | 22 |
| 6.2.5 | Aktuelle Stratigraphie | 24 |
| 6.2.6 | Fotodokumentation | 24 |
| 7 | Allgemeine Angaben zur technischen Ausführung | 25 |
| 7.1 | Vorgehensweise / verwendete Materialien | 25 |
| 7.2 | Maschinen- und Personaleinsatz | 27 |
| 8 | Maßnahmenpakete entsprechend der Renaturierungsziele | 29 |
| 8.1 | Moorbereiche Typ A | 29 |
| 8.1.1 | Vollständige Grabenverfüllung mit Torf durch Bagger | 29 |
| 8.1.2 | Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, mit dem Bagger | 30 |
| 8.1.3 | Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, vorwiegend von Hand (manuelle Verfahren) | 31 |
| 8.2 | Moorbereiche Typ B | 32 |
| 8.2.1 | Abschnittsweise Anstau von Gräben und Torfstichen mittels Torfwehren mit Holzverstärkung | 33 |
| 8.2.2 | Abschnittsweise Anstau von Torfstichen mittels Torfwehren ohne Holzverstärkung | 34 |
| 8.2.3 | Anstau von Torfstichen mittels massiver Holz-Spundwände | 35 |
| 8.2.4 | Stammweise Entnahme nicht hochmoorbürtigen Gehölzaufwuchses | 36 |
| 8.2.5 | Anlegen von ebenen Torfterrassen in Handfräsfeldern | 37 |
| 8.3 | Moorbereiche Typ C | 37 |
| 8.3.1 | Entbuschungen mit Harvestern | 38 |
| 8.3.2 | Grabenanstau in Hochmoorgrünland | 39 |
| 8.3.3 | Unterbrechung von Drainagen in Hochmoorgrünland | 39 |
| 8.3.4 | Einbau von Sohlschwellen in Gewässer im Randlagg von Mooren (Typ A bis Typ C) | 40 |

| | | |
|---|--|----|
| 9 | Kostenermittlung für Umsetzungsarbeiten | 41 |
| 9.1 | Planungskosten | 41 |
| 9.2 | Kosten für Umsetzungsarbeiten | 41 |
| | | |
| 10 | Monitoring der Maßnahmen | 47 |
| | | |
| Anhang I | | 48 |
| | | |
| Glossar | | 48 |
| Quellennachweis und weiterführende Literatur | | 50 |
| Fotodokumentation und erläuternde Skizzen | | 56 |
| | | |
| Anhang II | | |
| Leistungsrahmen für Planungskonzepte der Hochmoorrenaturierung | | 65 |

Leitfaden für die Hochmoorrenaturierung in Bayern

Vorwort

Als landesweiter Handlungsrahmen verfolgt das Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK) eine umfassende Zustandsverbesserung der bayerischen Moore auf der Grundlage der Agenda 21 und somit einen ganzheitlichen, ressortübergreifenden Moorschutz. Wichtige übergeordnete Ziele des MEK sind die Wiederherstellung der Moore als ökologische Senken im globalen Stoff- und Wasserkreislauf sowie die Erhaltung und der Schutz der Biodiversität der Moore (vgl. z.B. Heft 161 „Aktuelle Beiträge zu Moorentwicklungskonzept Bayern“ der LfU-Schriftenreihe). Daraus ist erkennbar, daß der Handlungsbedarf in zunehmendem Maße auf die Wiederherstellung der wesentlichen ökologischen Funktionen der Moore abzielen muß. In den nächsten Jahren sollen im Rahmen der Umsetzung des Bayerischen Arten- und Biotopschutzprogramms / BayernNetzNatur insbesondere auch Projekte aus der Liste der Moorhandlungsschwerpunkte des LfU angestoßen und begonnen werden. Darunter befinden sich vor allem Übergangs- und Hochmoore oder „Regenmoore“ (SUCCOW 1988).

Der vorliegende Leitfaden der Hochmoorrenaturierung wendet sich an Fachbehörden, an Naturschutzverbände und an Planer, die mit der Umsetzung von Renaturierungsprojekten befaßt sind. Die Erfahrungen über rechtliche, planerische und technische Vorgehensweisen aus zahlreichen Renaturierungsobjekten der vergangenen Jahre in Bayern sollen als Orientierungshilfe für künftige Umsetzungsprojekte, bei möglichst optimalen Arbeits- und Mitteleinsatz, weitergegeben werden.

Die zum Teil massiven Beeinträchtigungen ihrer wesentlichen ökologischen Funktionen bzw. ihrer naturschutzfachlichen Wertigkeit rührt bei den Hoch- und Übergangsmooren von der Nutzungsgeschichte her, die üblicherweise eng mit Entwässerung und Torfabbau in Torfstichen verbunden ist. Somit muss bei einer Renaturierung das Hauptaugenmerk auf Maßnahmen zur Wiedervernässung gerichtet sein. Bei der Erstellung des Leitfadens wurden Gebiete berücksichtigt, in denen eine Vorentwässerung und allenfalls eine Torfgewinnung durch manuelle Abbau- oder Baggerverfahren, nicht jedoch eine industrielle Frästorfgewinnung stattgefunden hat (vgl. SLIVA & AI. 2000).

Als „Hochmoorrenaturierung“ wird in diesem Zusammenhang folgender Sachverhalt definiert: Durch Umsetzung geeigneter Maßnahmen Einleitung einer Entwicklung zu einem ökologisch günstigeren, naturnäheren Zustand eines Hoch- oder Übergangsmoores. Langfristig bedeutet dies im günstigsten Fall die vollständige Wiederherstellung des natürlichen Ausgangszustandes. Bei der Initiierung der Renaturierung sollten, entsprechend dem Charakter des betroffenen Moorbiotops, die maßnahmenbedingten Eingriffe auf den unvermeidlichen Mindestumfang beschränkt bleiben.

Bearbeitungsschlüssel zum Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer

Benutzung: Der Schlüssel ist als Fallauswahl in die nachfolgenden Themengebiete gegliedert, die teils vorab, teils parallel und teilweise nacheinander zu klären sind; Fotos und Skizzen dazu werden im Anhang wiedergegeben.

- 1 Moortypus und Hemerobiegrad des Moores – mögliche ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele**
- 2 Eigentumslage – Vertragliche Sicherstellung von Planung und Umsetzung**
- 3 Wasserrechtliche Abstimmung**
- 4 Abklären forstlicher Belange**
- 5 Maßnahmenträger, Finanzierung der Maßnahmen**
- 6 Vorgehensweise bei der Erstellung der Planungsunterlagen zur Moorrenaturierung**
- 7 Allgemeine Angaben zur technischen Ausführung**
- 8 Maßnahmenpakete entsprechend der Renaturierungsziele**
- 9 Kostenermittlung für Umsetzungsarbeiten**
- 10 Monitoring der Maßnahmen**

1 Moortypus und Hemerobiegrad des Moores – mögliche ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele

1.1 Entwicklungsgeschichtlich-hydrologischer Moortypus

In diesem Leitfaden werden im wesentlichen nur „Hochmoore“ behandelt. Dabei sind Armmoore gemeint (vgl. SUCCOW 1988), deren stratigraphischer Aufbau durch ombrotrophente Torfmoose gekennzeichnet ist. Die Moore können entwicklungsgeschichtlich-hydrologisch sehr unterschiedlich sein. Die Unterscheidung in verschiedene Moortypen in Kombination mit Wirkungen der früheren Moornutzung ist hinsichtlich einer Aufwandsabschätzung im Vorfeld einer Renaturierung von Bedeutung.

Relativ ebene Hochmoore (große Stamm- und Seitenbeckenmoore, Hochmoorkerne in Talvermoorungen, Kesselmoore) können leichter durch Ansturmaßnahmen wiedervernässt werden. Dies gilt auch allgemein für Moore, die wenig von Sackungserscheinungen als Anzeichen einer Torfmineralisation durch Gräben und Torfstiche betroffen sind. Planung und Umsetzung ist normalerweise weniger aufwendig:

- ggf. ist kein Nivellement erforderlich,
 - die technische Ausführung ist in der Regel einfacher,
 - es ist von einer geringeren Anzahl von Stauwehren (als Zeit- und Kostenfaktor) auszugehen.
- Bei Hochmooren der Stamm- und Seitenbeckenmoore, bei Hochmoorkernen in Talvermoorungen ist allerdings die exakte Erfassung der natürlichen und künstlichen Abflusszonen aus dem Hochmoorkörper (Wassereinzugsgebiet) in Lagg und Vorfluter erforderlich, um eine effiziente Wiedervernässung zu ermöglichen.
 - Bei Kesselmooren ist aufgrund ihrer isolierten Lage innerhalb von Mineralbodenstandorten das künstlich geschaffene Vorflutsystem leicht erfassbar und technisch einfach unwirksam zu machen.

Natürlicherweise stark geneigte Hangregenmoore oder Moore mit starken Sackungserscheinungen entlang von Gräben und Torfstichen sind bezüglich Planung und Umsetzung gleichzusetzen. Ein Nivellement und eine besonders exakte technische Ausführung sind hier wichtig. Dies kann auch eine Vielzahl von Stauwehren bedeuten (erhöhte Aufwendungen an Zeit und Kosten sind zu erwarten).

1.2 Ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele entsprechend des ökologischen Ausgangszustandes

1.2.1 Ausgangszustand menschlich überprägter Hochmoore

- Im natürlichen Zustand reicht der Moorwasserspiegel, der jahreszeitlich schwankend maximal 0,35 m unter Flur fällt (SCHMEIDL & AL. 1970), meist bis an die obersten lebenden Torfmooschichten heran. In nahezu intakten Hochmoorteilen des Schönramerfilzes steht das Wasser fast ganzjährig leicht über Flur an, lediglich während der Monate Juni bis Oktober fällt der Wasserstand zeitweilig immer wieder deutlich unter Geländeoberfläche ab (ZOLLNER 2002 mündliche Mitteilung zum

Abschluss eines Forschungsprojektes). In vorentwässerten Mooren werden die aktuelle Pflanzendecke sowie die oberen Torfschichten durch Gräben, Dräne oder Torfstiche tiefer vorentwässert. Das natürlicherweise bei wassergesättigten Torfen langsam über die Mooroberfläche zum Randgehänge und schließlich im Lagg abfließende Niederschlagswasser wird hier schnell zu den (künstlichen) Vorflutern abgeleitet. Hand- oder Baggertorstiche bleiben entsprechend ihres Anschlusses an das Grabensystem entweder nass und bilden Schwingrasen oder Torfmoosdecken oder trocknen ebenfalls ab. Torfstiche, bei denen das Grabensystem verfallen ist, können durch sekundäres Wachstum von Torfmoosen eine autochthone Renaturierung einleiten. Die Sukzessionsreihe verläuft über Schwingrasen zu Bunten Torfmoosrasen. Zwischenzeitlich sind sogar bestockte Stadien – z.B. mit Birken oder Waldkiefern – möglich, die allerdings, bei einer erfolgreichen Restitution, nach wenigen Jahrzehnten absterben (vgl. POSCHLOD 1990).

- Die aktuelle Pflanzendecke der zentralen Bereiche vorentwässerter Hochmoore und ausgetrockneter Torfstiche ist ansonsten durch die Dominanz von Heidekrautheiden (mit Besenheide *Calluna vulgaris*) charakterisiert. Dazwischen können ombrotrophente Torfmoose (v.a. Bultbildner wie *Sphagnum capillifolium agg.*) und Austrocknung anzeigende Moose (*Polytrichum strictum*) auftreten, in besonders trockenen Stadien Flechten der Gattung *Cladonia*.
- Als Anzeichen einer noch weitergehenden Vorentwässerung beginnt eine Bestockung mit Moorbirke, seltener mit Waldkiefer oder Fichte. Ausgehend von Grabenrändern geht der zunächst lineare Gehölzaufwuchs in eine flächenhafte Bestockung über. Die mittlere Zeitspanne vom Beginn bis zu einem Bestockungsgrad von ca. 40 % beträgt ca. 25 Jahre (vgl. Erfahrungen von Dr. H. Schmeidl, mdl. 1999; Leiter der ehemaligen Moorversuchsstelle Bernau der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau mit mehr als 50-jähriger Kenntnis oberbayerischer Moore; BRIEMLE 1980). Die im Schönramer Filz untersuchten geschlossenen Kiefernwälder auf unterschiedlich stark entwässerten Hochmoorstandorten entwickelten sich innerhalb von 40 bis 90 Jahren (Zollner 2002 mündl. Mitteilung zu Forschungsergebnissen). Diese Entwicklung verläuft in gleicher Weise in Hochmooren, die natürlicherweise mehr oder weniger stark mit aufrechten oder niederliegenden Moorkiefern (*Pinus mugo ssp. rotundata*) bewachsen sind. Diese langsamwüchsigen Kiefern werden bei Vorentwässerung durch die o.a. Baumarten überwachsen. In manchen Mooren entwickeln sich allerdings bei sehr gemäßigter Grabenentwässerung so undurchdringliche Spirken-„Filze“, dass das Aufwachsen anderer Baumarten nicht erfolgen konnte (vgl. sog. „Hacken“ in den Rottauer Filzen, südliche Chiemseemoore).
- Als Sonderfall wurde im Landkreis Miesbach (Oberbayern) bäuerlicher Frästorfabbau betrieben; der abgeraspelte Torf diente bis in die 1960er Jahre als Stalleinstreu. Diese Abbaupraxis wurde aufgrund geänderter Qualitätsanforderungen in der Milchproduktion eingestellt. Diese Fräsfelder besitzen einen solitären Charakter: Aufgrund der flächenhaft ausgedehnten, geneigten Torfflächen treten hier seit Jahrzehnten starke Erosionserscheinungen auf, die nur punktuell eine Pflanzenansiedlung entsprechend anderer Torfstiche zulassen.
- Grünland auf Hochmoorstandort – nur durch ständige, tiefe Grabenentwässerung, Drainage und Wiesenansaat als solches nutzbar – stellt ebenfalls eine sehr stark

degradierten Hochmoorstandort dar und bedarf besonderer Renaturierungsverfahren, die im Leitfaden nur am Rande behandelt werden.

1.2.2 Ökologische Leitbilder und Renaturierungsziele entsprechend der Zuordnung zur Naturnähestufe eines Moores (hemerobischer Moortyp)

In Anlehnung an bereits getroffene Definitionen (siehe PFADENHAUER 1997; S. 327 ff.; 1998), lassen sich Moore hinsichtlich ihrer Naturnähestufe (Hemerobie) folgendermaßen einteilen:

- Moortyp A:** weitgehend naturnah bis natürlich hinsichtlich Wasser- und Stoffhaushalt sowie Pflanzendecke
- Moortyp B:** deutliche Veränderungen hinsichtlich Wasser- und Stoffhaushalt sowie Pflanzendecke, insgesamt jedoch noch weitgehend naturnaher Charakter des Moores erhalten
- Moortyp C:** hinsichtlich Wasser- und Stoffhaushalt sowie Pflanzendecke vollständig verändertes Moor.

Die grundlegenden Zielsetzungen für Maßnahmen richten sich nach der hemerobischen Klassifizierung eines Mooregebietes bzw. größeren, ökologisch funktional eigenständigen Bereichen desselben. Als Zeitvorgabe zum Erreichen der Renaturierungsziele ist im günstigsten Falle mit etwa 10 Jahren bis wenigen Jahrzehnten zu rechnen. Entsprechend Moortyp und Zielsetzung kann dieser Zeitraum erheblich überschritten werden. Abgesehen von einer standörtlichen Betrachtung können sich Ansturmaßnahmen bereits in sehr kurzer Zeit positiv auf biotoptypische Pflanzen- und Tierarten auswirken.

Moortyp A: Gering entwässerte Hochmoore mit weitgehend natürlich erhaltener Artenzusammensetzung und Dominanzstruktur der Pflanzendecke (nur geringer Anteil von Trockensteigern); auch obere Torfschichten nass und noch von weitgehend unzersetzten (Sphagnum-) Torfen beherrscht.

Zielsetzungen:

- Wiederherstellen der natürlichen Hochmoor-Wasserspiegellagen (HAAB 2001), zugleich
- Sicherstellen der Erhaltung des natürlichen Artengefüges mit Dominanz von Torfmoosrasen;
- Erhaltung der Habitatfunktionen für hochspezialisierte Floren- und Faunenelemente (s. a. BRÄU 2001)
- Erhaltung und Förderung des (noch vorhandenen) Akrotelms und seiner Funktion als Feststoffsenske (CO₂-Aufnahme, C-Speicher; allerdings CH₄-Quelle; DRÖSLER 2001).
- Optimierung des Verzögerungsverhaltens bei Niederschlagsspitzen (SCHMEIDL & AL. 1970).

Moortyp B: Stärker entwässerte Hochmoore mit deutlicher Dominanzverschiebung zugunsten von Trockensteigern, linearer Gehölzbewuchs entlang von Grabenrändern, beginnender flächenhafter Gehölzaufwuchs. Obere Torfschichten (Wurzelhorizont der

aktuellen Pflanzendecke) deutlich verändert (stärker zersetzt und im Laufe des Jahres häufig trocken; damit v.a. CO₂ und N₂O-[Lachgas]-Quelle).

Zielsetzungen:

- Rückhalt von Niederschlagswasser auf der Mooroberfläche,
- möglichst Anstau bzw. Überstau bis kurz über Geländeoberfläche (im Jahresmittel);
- dadurch Neuetablierung eines Akrotelms aus Seggen (ggf. auch Röhrichtpflanzen) und Torfmoosen über den degradierten oberen Torfschichten;
- Stoppen der Kohlenstoff und Lachgas-Freisetzung und allmähliche Wiederbelebung der Funktion als Feststoffsенке.
- Deutliche Verzögerung von Niederschlagsspitzen.
- Erhaltung und Optimierung der Habitatfunktionen für hochspezialisierte Floren- und Faunenelemente.

Moortyp C: Stark entwässerte Hochmoore, mit vollständig anthropogen veränderter Pflanzendecke (genutzte und brachgefallene landwirtschaftliche oder forstliche Nutzflächen); Torfe im Oberboden stark degradiert (vererdet, auch gedüngt), damit starke Immissionsquelle für CO₂, N₂O, Nitrat und, je nach Düngeszustand, weitere Hauptnährstoffe.

Zielsetzungen:

- Rückhalt von Niederschlagswasser auf möglichst großen Teilen der Mooroberfläche, dabei möglichst Anstau bzw. Überstau bis kurz über Geländeoberfläche.
- Etablierung eines Akrotelms über dem degradierten Oberboden, je nach Trophiegrad aus Röhricht, Binsenartigen, Seggen und/oder Moosen.
- Stoppen der Kohlenstoff und Lachgas-Freisetzung und allmähliche Wiederbelebung der Funktion als Feststoffsенке.
- Verzögerung von Niederschlagsspitzen.
- Im Unterschied zu Moortyp B ist die Etablierung der hochmoortypischen Artenausstattung und Habitatfunktionen sehr ungewiß, zumindest aber erst über lange Zeiträume (ggf. Jahrhunderte) anzunehmen. Die Wiederbesiedelung durch die biotoptypische Artenausstattung (z.B. bei Vögeln oder Libellen, aber auch bei Pflanzen), ist allerdings auch abhängig von der Nähe geeigneter Spenderflächen.

Die Renaturierung von Hochmooren des Typs C ist besonders auf forstlich genutzten Flächen problematisch:

- Bei bestockten Standorten ist eine Vernässung nur dann möglich, wenn die Geländevoraussetzungen (konkav bis eben) und die Wasserhalteeigenschaften der Torfkörper (nicht zu durchlässige und stark durchwurzelte Torfschichten) günstig sind. Unter diesen Voraussetzungen (Vernässung bis Flutung der Fläche möglich) sind flächige Gehölzentnahmen (Kahlhiebe) sinnvoll. Bei stärkerer Geländeneigung und intensiver Torfdurchwurzelung kann das Wasser dagegen nicht ausreichend lange auf der Fläche gehalten werden und daher wird sich hier der Wald auch nach einer vollständigen Entfernung wieder durchsetzen.

Ansonsten sind Fällungsmaßnahmen hydrologisch positiv zu bewerten, da sie den hohen Wasserverbrauch der Waldbestände deutlich reduzieren (ZOLLNER, 1993; ZOLLNER & AL. 1995; 1997, ZOLLNER 2002 mdl. aus aktuellen Forschungsergebnissen). Bei der flächigen Gehölzentnahme (Kahlhiebe) bewaldeter Standorte treten allerdings auch Mineralisationsschübe auf (durch plötzlich erhöhte Wärme- und Lichtzufuhr auf den Oberboden, umso stärker, wenn zugleich eine Wurzelrodung stattfindet und die Fläche nicht ausreichend nass wird (ZOLLNER, mdl. 1999).

- Einer effektiven Vernässung größerer Flächen steht in stark degradierten (verheideten oder bestockten) Hochmooren allerdings häufig ein unruhiges Geländere relief (Torfstiche, starke Sackungserscheinungen) gegenüber, das nur durch zusätzliche Erdbewegungen (wiederum mit unerwünschten Freisetzungen von Nährstoffen und klimarelevanten Gasen) einer Vernässung zugeführt werden kann.
- Die Wiedervernässung von degradierten Hochmooren ist jedoch in aller Regel positiv im Sinne des Arten- und Biotopschutzes zu werten.

2 Eigentumslage – Vertragliche Sicherstellung von Planung und Umsetzung (wesentlich aus Unterlagen von RADLMAIR, S., 2000 und 2001)

2.1 Eigentümer mit öffentlich gestellter Verpflichtung bzw. Eigeninteresse an Renaturierung – i.d.R. vorab als solche bekannt. Hier sind keine zusätzlichen öffentlich-rechtlichen Verträge bezüglich der Erlaubnis und Sicherstellung der Maßnahmenumsetzung erforderlich; dies vereinfacht normalerweise auch die wasserrechtliche Genehmigung.

2.1.1 Fläche der Staatsforstverwaltung, daher im Aufgabenbereich der behördeneigenen Moorrenaturierungsplanung der jeweiligen Forstdirektion (nach Maßgabe der LWF)

- Renaturierung der Fläche durch eigene Initiative der Staatsforstverwaltung vorgesehen oder in Umsetzung, daher kein weiterer Handlungsbedarf für andere Fachbehörden, Naturschutzorganisationen bzw. Planer.
- Renaturierung der Fläche seitens der Staatsforstverwaltung zwar vorgesehen, aber eigene Planung noch nicht erfolgt: Soweit die Maßnahmenplanung und Umsetzung durch externen Planer durchgeführt wird, erfolgt diese im Einvernehmen mit den Forstbehörden (zuständige Forstdirektion und Forstämter).
- Eine Abstimmung mit den zuständigen Naturschutzbehörden wird empfohlen. Dies gilt außerdem für eine Einbeziehung der Maßnahmen im Hochmoor mit Konzepten für die umgebenden Niedermoor- und Mineralbodenflächen.

2.1.2 Fläche in Eigentum der Kommune: Eine Moorrenaturierung kann im Sinne der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung als ökologische Ausgleichsfläche gemäß §9 BauGB Nr. 20 im Rahmen eines sog. „Ökokonto“ eingesetzt werden. Die Planung und Umsetzung erfolgt im Auftrag und auf Kosten der betreffenden Gemeinde.

- 2.1.3 Fläche in Eigentum von sonstigen öffentlichen Eigentümern (z.B. Landkreis): Eine vertragliche Sicherstellung der Maßnahme ist nicht erforderlich, da die Umsetzung öffentlich gestellte Verpflichtung des Eigentümers ist.
- 2.1.4 Ebenso rechtsverbindlich ist der Status einer Ausgleichs- oder Ersatzfläche nach Erwerb bzw. im Eigentum der zum Ausgleich verpflichteten Behörde (z.B. der Straßenbaubehörde) bzw. Unternehmen (z.B. Betrieb der Energiewirtschaft).
- 2.1.5 Fläche in Hand von Naturschutzverbänden und -organisationen (LBV, BN, AHO etc.): Eine vertragliche Vereinbarung über die Durchführung der Maßnahme ist nicht erforderlich, da die Umsetzung im satzungsgemäßen Eigeninteresse des Eigentümers ist.

Bei unklarer Eigentumslage ist die Einsichtnahme im Grundbuchamt erforderlich. Sofern es sich um Eigentümer nach 2.1 handelt, ist wie o.a. zu verfahren. Bei Privateigentum – auch nur auf Teilen des Moores - ist nach 2.2 vorzugehen.

2.2 Flächen in Privateigentum. Hier ist eine Regelung über privatrechtliche Verträge erforderlich – ohne bzw. mit finanziellen Aufwendungen seitens des Maßnahmenträgers zur Flächen- und Maßnahmensicherung. Nach Feststellen der Eigentumslage empfiehlt sich folgende Vorgehensweise (jeweils für alle Eigentümer; grundsätzlich ist ein umsichtiges Vorgehen und eine Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten notwendig):

- schriftliche und telefonische Mitteilung über Projekt und Sachlage, verbunden mit Ortstermin(en) sowie
- Durchführen von Einzelgesprächen mit Eigentümern
- Informationsveranstaltung(en) (z.B. in örtlichem Gemeindesaal oder Gaststätte)

Entsprechend der örtlichen Gegebenheiten, der Art der Maßnahmen und ihres finanziellen Umfangs sind bei der Sicherung der Flächen bzw. Maßnahmen die nachfolgend aufgeführten rechtsverbindlichen Verfahren möglich. Die Vorgehensweise ist ebenfalls abhängig von der Einstellung der Flächeneigentümer zum Vorhaben, der Anzahl der Privateigentümer sowie den finanziellen Möglichkeiten des Maßnahmenträgers. Eine Mischung von Rechtsformen bzw. finanziellen Entschädigungsarten sollte innerhalb eines Projektgebietes vermieden werden, es sei denn, es geschieht nach planerischen Prioritäten oder auf ausdrücklichen Wunsch einzelner Eigentümer. Dabei ist grundsätzlich auf nachvollziehbare und gleichbleibende Preisspiegel bzw. Entschädigungssätze zu achten.

- 2.2.1 Unentgeltliche Bereitstellung von Grundstücken; vertragliche Sicherung durch schriftliche Einverständniserklärung oder Planunterschrift gegenüber dem Maßnahmenträger.
- 2.2.2 Vertragliche Vereinbarung mit jährlicher Pacht. Für den Flächeneigentümer besteht ein hoher Anreiz ohne große „Hemmschwelle“, daher schnelle Umsetzbarkeit der Maßnahmen.
- Im Normalfall wird zwischen Privateigentümer und dem Landkreis oder einem anderen Träger ein allgemeiner Pachtvertrag geschlossen. Dieser muss die Wiederherstellung des Ausgangszustandes ausschließen.

- Denkbar ist eine, auf Moorrenaturierung zugeschnittene Sonderfinanzierung auf Ebene des Landkreises.
- 2.2.3 Vertragliche Sicherung durch einmaligen Auszahlung einer kapitalisierten Pacht durch den Landkreis oder den Naturschutzfonds zu Beginn einer längerfristigen Pachtdauer (bei insgesamt höherer Einmalzahlung als bei 2.2.2; für diese Rechtsform liegen bislang keine praktischen Erfahrungen vor). Die Verzinsung soll durch den Eigentümer selbst erfolgen - ohne Konsumation des Grundkapitals. Daher wird sie mit dinglicher Sicherung im Grundbuch verbunden und als strikte Form der rechtlichen Fixierung wohl nur in besonderen Fällen anwendbar sein (z.B. bei Personen die grundsätzlich nicht verkaufen wollen).
- 2.2.4 Vertragliche Sicherung durch Flächenankauf. Der Verwaltungsaufwand ist klar umrissen und wird derzeit in den einschlägigen Projekten von der öffentlichen Maßnahmenträgern bevorzugt. Nachteil: hoher Mitteleinsatz. Ein Pflege- und Maßnahmenkonzept ist Grundlage für einen Flächenerwerb durch den Landkreis, da die Liegenschaftsverwaltung des Landkreises nur Verfügungen für eine weitere Verwertung des Grundstücks regelt (z.B. Weiterverpachtung zur landwirtschaftlichen Nutzung; nur im Randbereich von Hochmooren relevant).
- 2.2.5 Die Anwendung des VNP (Vertragsnaturschutzprogrammes) in Bayern als finanzieller Anreiz zur Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen in Mooren ist möglich. Für ehemalige, jetzt landwirtschaftlich genutzte Hochmoorflächen ist für Maßnahmen nach Ziffer 09 (d.h. „langfristige Bereitstellung von Flächen für ökologische Zwecke im Rahmen eines fachlichen Konzepts bei Verträgen von 10 oder 20 Jahren“) die Möglichkeit gegeben, Renaturierungs- bzw. Ansturmaßnahmen zu fördern; letzteres gilt allerdings nur für praktizierende Landwirte (und nicht etwa Erben landwirtschaftlicher Grundstücke, die selbst nicht mehr den Beruf ausüben). Die naturschutzfachlich erwünschte extensive Bewirtschaftung bzw. Pflege von Moor-Randbereichen (z.B. die Streuwiesenmähd) kann über den Erschwernisausgleich für Feuchtfelder (5-Jahres-Verträge) gefördert werden. Der Einsatz des geplanten VNP für Waldflächen im Rahmen von Moorrenaturierungen ist ggf. für Moorrandwälder möglich.
- Investive Renaturierungsmaßnahmen sind auch gemäß Landschaftspflegerichtlinien des StMLU förderfähig (vgl. 5.2.2).
- 2.2.6 Ein wasserrechtliches Verfahren (vereinfachtes Plangenehmigungsverfahren oder vollständiges wasserrechtliches Genehmigungsverfahren einschließlich Planfeststellungsverfahren; vgl. 3.2; 3.3) dient normalerweise nicht der Regelung eigentumsrechtlicher Belange. Für Moorrenaturierungen kann hierdurch aber normalerweise die Akzeptanz seitens der Flächeneigentümer erhöht werden, da eventuelle Bedenken durch die gutachterliche Stellungnahme ausgeräumt werden können. Nur in einem zeitlich sehr aufwendigen Planfeststellungsverfahren könnte im Extremfall in eigentumsrechtliche Belange im Sinne von Enteignungen eingegriffen werden.
- 2.2.7 Bei umfangreichen Projekten und Planungen empfiehlt sich die Einbeziehung der Flurbereinigungsbehörden (Direktion für ländliche Entwicklung - DLE). Diese

Vorgehensweise erfolgt in der Regel ohne „größeres Aufsehen“ und verhindert preistreibenden Flächenerwerb; auch Flächentausch wird in diesem Rahmen möglich.

Das LfU selbst führt ein Kataster von ökologisch bedeutsamen Flächen (sog. Ökoflächen; Aufgaben des LfU nach Art. 39 BayNatSchG), d.h. Flurstücken, die speziell als ökologische Ausgleichsflächen, Biotopflächen, oder Renaturierungsflächen von Seiten der Landkreise, der Naturschutzorganisationen oder sonstiger Organisationen erworben wurden.

3 Wasserrechtliche Abstimmung

Im folgenden wird unterschieden zwischen:

- ständig fließenden Gewässern; diese werden entweder durch eine Quellschüttung gespeist bzw. sind – im Falle von Regenmooren - Vorfluter (von Grabensystemen) im natürlichen Abflussbereich eines Moores (d.h. im Lagg).
- Gräben im eigentlichen Hoch- und Übergangsmoorbereich, die keine eigene Schüttung besitzen, sondern nur nach Niederschlagsereignissen und Schneeschmelze Wasser zum Moorrand abführen.

Beide Gewässertypen sind ökologisch völlig unterschiedlich einzuschätzen und zu beplanen. Wasserrechtlich sind Ansturmaßnahmen in beiden Fällen jedoch als Gewässerbenutzung zu werten und bedürfen daher einer wasserrechtlichen Abklärung bzw. Genehmigung. Der Verfahrensweg ist dabei grundsätzlich wie folgt:

- Zunächst wird das zuständige Wasserwirtschaftsamt vom Planer über das Vorhaben informiert:
 - telefonische Ankündigung;
 - schriftliche Darlegung der Planung mit Übersichtskarte 1:25.000, Plan 1:5.000 (oder größer), Längs- und Querschnitte (mit Höhenprofilen) bei Ansturmaßnahmen in größeren Gräben oder Torfstichen (1:5000 - oder größer - Längenmaßstab / 1:100 Höhenmaßstab);
 - ggf. zusätzlicher Ortstermin.
- Das Wasserwirtschaftsamt gibt dann eine fachgutachtliche Stellungnahme zur geplanten Maßnahme an die zuständige Wasserrechtsbehörde (Untere Wasserrechtsbehörde im jeweiligem Landratsamt) ab.
- Die Wasserrechtsbehörde wird entsprechend der Sachlage ein wasserrechtliches Genehmigungsverfahren durchführen – unter Einbeziehung der Grundstückseigentümer:

Sofern das Maßnahmengbiet im Eigentum der öffentlichen Hand ist bzw. es sich um Eigentümer nach Kap. 2.1 handelt, sowie eine Beeinträchtigung angrenzender Flächen von vorneherein eindeutig auszuschließen ist, kann diese Genehmigung informell auf Behördenebene ablaufen (mit Verweis auf die übergeordneten Ziele des Naturschutzes als hoheitliche Aufgabe des Staates).

Bei rechtlich gesichertem bzw. absehbarem Einverständnis des / der Flächeneigentümer ist nur ein einfaches Plangenehmigungsverfahren nach §31 Abs. 3

Wasserhaushaltsgesetz (WHG), ohne Öffentlichkeitsbeteiligung nötig. Hier wird, nach Prüfung der Sachlage, dem Antragsteller (i.d.R. dem Auftraggeber der Maßnahmenplanung), dem Antrag auf Gewässerbenutzung gemäß der Planung stattgegeben. Ggf. werden Auflagen festgesetzt (v.a. im Hinblick auf die gewässerbiologische Verträglichkeit der Baumaschinen oder bezüglich des Zeitpunktes der Baumaßnahme; Dauer des Verfahrens: wenige Wochen bzw. Monate).

Bei unklarer Sachlage, v.a. wegen Bedenken von Eigentümern oder der möglichen Beeinträchtigung von hinterliegenden Grundstücken, kann in einem *förmlichen Planfeststellungsverfahren* gemäß §31 Abs. 2 die Erlaubnis nach §7 Abs. 1 Satz 2 WHG die Erlaubnis erteilt werden. Im Rahmen dieses Verfahrens werden alle Eigentümer gehört. Die Wasserrechtsbehörde entscheidet nach Güterabwägung, ob die Planung umgesetzt werden kann oder nicht (Dauer des Verfahrens: mehrere Monate, aber auch deutlich länger). Durch das Verfahren initiiert können ggf. auch Grundstücksverkäufe in Gang kommen (rechtlich unabhängig vom Planfeststellungsverfahren). Grundstücksenteignungen könnten im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens, mit Verweis auf die übergeordneten Ziele des Naturschutzes und der Hochwasservermeidung, ausgesprochen werden (aufgrund der Neuartigkeit von Moorrenaturierungsprojekten in der juristischen Praxis noch keine Erfahrungen vorhanden).

4 Abklären forstlicher Belange

Hochmoore, die nicht Wald im Sinne des Waldgesetzes für Bayern (Art. 2 BayWaldG) sind und bei denen eine lichte Gehölzbestockung aus nicht hochmoorbürtigen Arten (z.B. Faulbaum, Birke, Fichte, Waldkiefer) vor einer Wiedervernässungsmaßnahme entnommen werden soll, bedürfen keiner gesonderten waldrechtlichen Genehmigung. Allerdings ist die rechtliche Abgrenzung der Waldeigenschaft ist nicht ganz so einfach. So müssen z.B. einzelne in den Bereich von Hochmooren hineinreichende Baumindividuen zum anschließenden Wald gerechnet werden, weil der geforderte flächenhafte Eindruck durch den natürlichen Zusammenhang mit der unmittelbaren Umgebung vermittelt werden kann. Im Einzelfall sind die Forstbehörden für die Abgrenzung zuständig.

Hochmoore, die nach Waldgesetz für Bayern Wald sind, bedürfen dagegen einer Rodungserlaubnis nach Art. 9 Abs. 2 BayWaldG durch das zuständige Landratsamt. Dabei ist es unerheblich, ob tatsächlich eine Rodung, d.h. Gehölzentnahme einschließlich Wurzelstock, oder nur ein – in diesem Rahmen ausreichendes und empfehlenswertes - Baumfällen stattfinden soll. Der Verfahrensweg ist dabei grundsätzlich wie folgt:

- Zunächst wird das zuständige Forstamt vom Planer bzw. Maßnahmenträger über das Vorhaben informiert, durch:
 - telefonische Ankündigung
 - schriftliche Darlegung der Planung
 - ggf. zusätzlichen Ortstermin
 - Antragstellung für Rodung.

Das Forstamt nimmt forstrechtlich zur geplanten Rodungsmaßnahme gegenüber dem Landratsamt Stellung. Das LRA entscheidet im Einvernehmen mit dem Forstamt über die

Rodungserlaubnis, gegebenenfalls unter Auflagen (z.B. bzgl. des Zeitpunktes der Baumentnahme).

5 Maßnahmenträger, Finanzierung der Maßnahmen

5.1 Maßnahmenträger für Renaturierungsmaßnahmen ist normalerweise der Initiator bzw. Durchführende einer Renaturierungsmaßnahme (der aber nicht Flächeneigentümer sein muß). Der Maßnahmenträger tritt bei Genehmigungsverfahren (s. Kap. 3 und 4) als Antragsteller bei der Genehmigungsbehörde auf und trägt etwaige Kosten der Verfahren. Beim Maßnahmenträger handelt es sich dabei meist um Naturschutz- oder Forstbehörden (Untere Naturschutzbehörde; Forstamt), Verbände (Landschaftspflegeverband), Vereine (z.B. Zentrum für Umwelt und Kultur) oder private Naturschutzorganisationen (z.B. LBV, BN, AHO), in Einzelfällen um Privateigentümer. Bei Hinzuziehen externer Planer werden diese i.d.R. den Verfahrensweg für den Maßnahmenträger durch telefonische Vorinformation, Ausarbeitung der Planungsunterlagen sowie Durchführen von Ortsterminen einleiten, sowie eine spätere Umsetzung fachlich begleiten.

5.2 Finanzierung der Maßnahmen

5.2.1 Flächensicherung

Flächenankauf oder Pacht wird bei staatlichen Gebietskörperschaften (z.B. bei Landkreisen) normalerweise nicht durch normale Haushaltsmittel abgewickelt, sondern durch spezielle Mittelbereitstellung, v.a. über die jeweilige Liegenschaftsverwaltung. Regierungsbezirke treten nicht als Käufer bzw. Pächter auf.

- Staatliche Gebietskörperschaften (Freistaat Bayern, Bezirk, Landkreis, Gemeinden und kommunale Zweckverbände) können nach Art. 34 das im Bayerischen Naturschutzgesetz (BayNatSchG) festgesetzte Vorkaufsrecht für naturschutzfachlich besonders relevante Flächen geltend machen. Etwaige eigentumsrechtliche Vorgänge müssen von den Notaren an die zuständigen Behörden gemeldet werden. Falls von Seiten des Staates kein eigener Ankauf in Frage kommt, ist es über rechtlich festgelegte Verankerungen bzw. die Eintragung von Grunddienstbarkeiten für naturschutzfachliche Belange dennoch möglich, in den zur Veräußerung vorgesehenen Flächen Einfluss zu nehmen. Eine Anwendung dieser rechtlichen Möglichkeit ist auch im Falle von Moorrenaturierungsmaßnahmen denkbar, bislang jedoch noch nicht angewendet worden.
- Der Bezirk als dritte Gebietskörperschaftsebene fördert Flächenankäufe, die ansonsten über den Bayerischen Naturschutzfonds gefördert werden (maximaler Fördersatz dabei insgesamt 90%, davon – z.B. in Oberbayern - in aller Regel 10 bis 40% durch den Bezirk).

Gemeinden treten im Rahmen der Bereitstellung von ökologisch aufwertbaren Flächen im Sinne der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung gemäß §9 BauGB Nr. 20 („Ökokonto“) in zunehmendem Maße auch beim Flächenankauf in Erscheinung; diese Flächen werden dann von den Kommunen selbst verwaltet.

Erhebliche Zuwendungen für Flächenkauf bzw. Pacht erfolgten bisher auch durch den Bayerischen Naturschutzfonds, eine 1982 gegründete Stiftung des öffentlichen Rechts, mit einem Grundkapital, das durch den Freistaat Bayern eingebracht wurde.

Im Rahmen eines Flurbereinigungsverfahrens kann auch ein Flächenerwerb bzw. –tausch von Moorrenaturierungsflächen abgewickelt werden; die finanziellen Mittel können dabei über verschiedene Träger in Mischfinanzierung eingebracht werden (vgl. „Modellprojekt Brucker Moos“, Landkreis Ebersberg (EBE). Allgemeiner Träger: Landkreis EBE und Landschaftspflegeverband (LPV) EBE; Projektleitung LPV EBE; Flächenkauf bzw. –Pacht als Mischfinanzierung durch DLE, Naturschutzfonds, Landkreis EBE, diverse Verbände sowie LBV und BUND).

Neben kommunalem Grunderwerb werden Verbände (z.B. Landschaftspflegeverbände) und private Naturschutzorganisationen bei der Sicherstellung von Renaturierungsflächen tätig. Ebenso ist eine Finanzierung über private Stiftungen mit Förderkulisse von Umwelt- und Naturschutzprojekten möglich.

5.2.2 Kosten für Planung und Maßnahmenumsetzung

- Eine Mittelbereitstellung für Projekte der Moorrenaturierung erfolgt häufig über die „Richtlinien zur Förderung landschaftspflegerischer Maßnahmen (Landschaftspflege-Richtlinien)“ (Amtsblatt BStMLU Nr. 4 vom 29.4.1983 bzw. Auszüge im Internet). Die Anträge werden dabei über die untere Naturschutzbehörde eingereicht. Bewilligungsbehörde ist die zuständige Regierung – höhere Naturschutzbehörde. [Eine Novellierung der Landschaftspflegerichtlinien wird demnächst erscheinen.]

Als Zuwendungsempfänger kommen dabei in Frage:

- kommunale Körperschaften und deren Zusammenschlüsse,
- Vereine und Organisationen, die sich satzungsgemäß dem Naturschutz und der Landschaftspflege widmen (Naturschutzverbände),
- Eigentümer oder Besitzer der von den Maßnahmen betroffenen Grundstücke.

Die Förderhöhe kann, je nach Vorhaben, finanzieller Leistungskraft des Zuwendungsempfängers, der Finanzierungsbeteiligung Dritter und etwaiger besonderer Erschwernisse bis zu einem Höchstsatz von 70% der förderfähigen Kosten erreichen (bei kommunalen Trägern bis 50 %). Bei Gesamtkosten unter 3000 DM [= 1531,94 €] bei kommunalen Körperschaften und deren Zusammenschlüssen bzw. 500 DM [= 255,32 €] bei Vereinen, Verbänden bzw. Privateigentümern wird keine Förderung gewährt. Ebenso sind Mehrfachförderungen (z.B. über VNP oder über den Bayerischen Naturschutzfonds) ausgeschlossen.

Förderfähig sind, sofern durch ausgewiesene Fachleute erarbeitet (Biologen, Landschaftsplaner):

- Gutachten (Pflegekonzeppte) und gutachterliche Stellungnahmen, Planzeichnungen, einschließlich der Kostenvoranschläge, Leistungsverzeichnisse, Einholung von Angeboten sowie die Bauleitung. Auf die Verhältnismäßigkeit der Kosten zwischen Planung und Ausführung muss geachtet werden.
- Freiwillige Arbeiten und Sachleistungen. Für die Arbeitsleistungen werden im Regelfall die vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten jeweils bekanntgemachten förderfähigen Höchstsätze bei der Vergütung von Eigenleistungen der Teilnehmer der Flurbereinigung angesetzt. Kommunale Regiearbeiten sind nicht förderfähig.
- Die Finanzierung von Planung und Umsetzung von Moorrenaturierungen ist über die Haushaltsmittel der beteiligten Behörden möglich. Dabei werden häufig besondere Projektkulissen herangezogen. Wesentlichen Anteil haben hier v.a. die Projekte im Bayern/Netz/Natur (vormals ABSP-Umsetzungsprojekte), außerdem auch LIFE-Projekte.
- Ebenso kommen Stiftungen (Bayerischer Naturschutzfonds, private Fonds mit entsprechendem Förderschwerpunkt) für die Finanzierung von Planung und Umsetzung von Moorrenaturierungen in Frage.

6 Vorgehensweise bei der Erstellung der Planungsunterlagen zur Moorrenaturierung

Ziff. 6 behandelt den fachlichen, ökologischen Hintergrund einer Moorrenaturierungsplanung. Dieser zielt auf die Erfassung einer sinnvollen Abgrenzung des Untersuchungsgebietes, des entwicklungsgeschichtlich-hydrologischen Moortyps, seinen vormaligen und aktuellen Nutzungseinflüsse und des daraus entstandenen hemerobischen Moortyps ab. Dies ermöglicht dann die objektbezogene Entwicklung der Renaturierungsziele und die Ableitung der Umsetzungsmaßnahmen.

Während Planung und Umsetzung sind in jedem Falle auch eventuell vorhandene Aktivitäten der Naturschutzbehörden, von Naturschutzorganisationen oder Flächeneigentümern in die Arbeiten einzubeziehen.

6.1 Kartenmaterial und Sekundärdatenerhebungen

6.1.1 Topographische Unterlagen des Bayer. Landesvermessungsamts (weitgehend digital vorhanden)

- Karte 1:25.000 zur Übersicht über die regionale Lage, das Vorflutsystem des betreffenden Moorgebietes sowie seine infrastrukturelle Anbindung (letzteres ist für die Maßnahmenumsetzung wichtig).
- Luftbilder:
 - als Kartierungsunterlage für Geländearbeiten sind entzerrte schwarz-weiß Luftbildkarten 1:5.000 unentbehrlich (für ganz Bayern flächendeckend vorhanden);

- zusätzlich sind nicht entzerrte Echtfarben- oder Infrarot-Falschfarben-Luftbilder zu empfehlen; diese können auch einen anderen Maßstab besitzen (1:2.500 bis etwa 1:12.000).
- Flurkarten (im Maßstab 1:5.000); noch günstiger sind Luftbildkarten mit integrierten Flurkarten.

6.1.2 Daten zum Standort

- Zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000 gehören jeweils auch Angaben zu den Moorkommen. Im Textteil werden je Gebiet Angaben zu Moortyp, stratigraphischem Aufbau, Torfzersetzungsgrad, teilweise auch zu bodenphysikalischen und -chemischen Parametern, sowie Angaben zu Großresten (Makrofossilien) erläutert. Für bedeutendere Mooregebiete wurden auch Moorquerschnitte erbohrt (als Kartendarstellung dem Textteil zusammen mit Lageplänen beigelegt). Dies ist die optimale Datengrundlage für die Moorrenaturierungsplanung. Der Bearbeitungsstand umfasst allerdings nur einen Teil von Bayern (s. Übersicht des Bayerischen Geologischen Landesamts - GLA -, München).
- Ebenfalls vom GLA herausgegeben werden die standortkundlichen Bodenkarten 1:25.000 und 1:50.000, sowie Konzeptbodenkarten im Maßstab 1:25.000. Ihr Bearbeitungsstand ist weniger umfassend als bei den Geologischen Karten, dafür aber meist digital bearbeitet. Für die Moorrenaturierungsplanung kann diesen Karten die Abgrenzung des Moorkörpers mit der Zuordnung zu Hoch-, Übergangs- und Niedermoortorfen entnommen werden.
- Thematische Karten in kleineren Maßstäben (z.B. Geologische und Bodenübersichtskarten 1:100.000 bis 1:500.000) können nur ungefähre Abgrenzungen der Moorkommen im überregionalen Landschaftsbezug wiedergeben.
- Wesentliche Unterlagen bietet das Moorkataster der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP), München. Karten im Maßstab 1:5.000 geben die Abgrenzung der Moorstandorte Bayerns (Grenze der Moormächtigkeit von mindestens 0,5 m) zu verschiedenen Zeitpunkten des 20. Jahrhunderts wider. Allerdings ist der Kartenbestand aufgrund eines Brandes im zweiten Weltkrieg nicht mehr vollständig erhalten (SLIVA & AL. 1998). Für viele Moore im Staatseigentum wurden durch die LBP und ihrer Vorläuferin, v.a. im Zusammenhang mit ehemals geplantem oder durchgeführtem Torfabbau, auch detaillierte stratigraphische Untersuchungen durchgeführt. Die Planschnitte (1:5.000 im Längs-, 1:100 im Höhenmaßstab) zeigen meist einen vormaligen Zustand, der allerdings für aktuelle Projekte wesentliche Vergleichsmöglichkeiten bietet. Ähnlich verhält es sich mit der flächendeckenden Abgrenzung der Moorstandorte Bayerns im Maßstab 1:100.000 aus den Jahren 1912-14¹ bzw. den Angaben von PAUL & RUOFF (1927 und 1932).
- Forstliche Standortkarten (1:10.000) zeigen, neben waldbaulichen Gesichtspunkten, die Abgrenzung der Moore, der Bodentypen, des

¹ Diese liegen beim LfU in digitaler Form vor.

Geländewasserhaushalts und der Bodenvegetation nach ökologischen Artengruppen.

- Für Moore der Staatsforstverwaltung wurden in vielen Fällen detaillierte Moorpflegekarten (1:5.000) bei der zuständigen Forstdirektion erarbeitet (im Falle der Bearbeitung nach Ziff. 2.1.1 -2).

6.1.3 Biotopkartierung Bayern und ABSP-Landkreisbände, Artenschutzkartierung
Pflegevorschläge sowie Angaben zu Vorkommen naturschutzfachlich bedeutender Tiere und Pflanzen sind in die Renaturierungsplanung einzubeziehen.

6.1.4 Spezielle Fachgutachten
Eventuell vorhandene objektbezogene Gutachten und Erhebungen, Diplomarbeiten oder Dissertationen liegen meist bei den örtlichen Naturschutzbehörden vor.

6.1.5 Schutzgebietskataster des LfU - zur Abgrenzung der als NSG / FFH-Gebiete geschützten Moorflächen.

6.2 Eigene Erhebungen

Auf Basis der Luftbildkarten 1:5.000 empfehlen sich für das Untersuchungsgebiet folgende Erhebungen vor Ort (vgl. auch MEIER 1999):

6.2.1 Grabensystem und Vorfluter

- Lage des aktuellen Grabensystems mit Angaben zur Breite (an Sohle und Grabenschulter) und Tiefe (Differenz zwischen Sohle und - ggf. gesackter - Grabenschulter bzw. angrenzendem, nicht gesackten Torfrücken; Verwendung von Maßband bzw. Meterstab ausreichend)
- Zustand des aktuellen Grabensystems
 - a) offen und wirksam entwässernd
 - b) am Grabenrand oben verwachsen, aber an der Sohle noch wirksam
 - c) vollständig verwachsen und offenbar unwirksam
 - d) Grabensohle in Torf bzw. mineralischem Untergrund reichend
- Einfluß von Übergangs- bzw. Niedermoortorfen oder mineralischem Wasser innerhalb des Hochmoores durch Vorkommen entsprechender Zeigerarten:
 - Übergangsmoorzeigerarten (für bayerische Moore): Schnabelsegge *Carex rostrata*, Schmalblättriges Wollgras *Eriophorum angustifolium*
 - Niedermoorzeigerarten: Schilf *Phragmites australis*, Rohrkolben *Typha latifolia* bzw. *T. angustifolia*
 - Zeiger für phosphatreich-dystrophe Standortbedingungen innerhalb des Hochmoores (vgl. Wasseruntersuchungen d. Verf. 1995 in Gräben des ehemaligen staatlichen Versuchsguts im Mühlecker Filz - Loisach-Kochelseemoore - Jahrzehnte nach einer Düngung des umgebenden Hochmoorgrünlands): Kleine Wasserlinse *Lemna minor*.
 - Falls die Grabenwasserqualität sich nicht über Zeigerarten erkennen lässt, sind eigene Messungen von pH und Leitfähigkeit (mit tragbaren Geräten) vorzunehmen. Bei unklarer Nutzungsgeschichte der Renaturierungsflächen

(z.B. Hochmoorgrünland, das renaturiert werden soll) empfiehlt sich die Entnahme von Wasserproben zur Laboranalyse (v.a. hinsichtlich des Gesamt- und des Orthophosphatgehaltes) zur Klärung, ob das Grabenwasser für eine Überstauung naturnaher Hochmoorbereiche geeignet ist.

- Entwässerungsrichtung des Grabensystems (am besten nach Niederschlagsereignissen erkennbar)
- Lage der Vorfluter und ihre Entwässerungsrichtung

6.2.2 Relief und Geländehöhen

- Kartierung von Lage und Abgrenzung von Torfstichen (bzw. Handfräsfeldern: Lkrs. Miesbach), ggf. nach Vorkartierung aus dem Luftbild.
- Höhenabwicklung. Die Durchführung eines Nivellements ist erforderlich:
 - bei wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren, sofern eventuelle Bedenken von Eigentümern (bzgl. Rückstau oder Flächenüberstau) geklärt werden müssen
 - bei geplantem Anstau von größeren Gräben (ab ca. 3 m Breite), größeren Grabensystemen und Torfstichen (nur dann effizienter Anstau möglich)
 - bei unklarer Entwässerungsrichtung der Gräben
 - bei unklarer Höhenabwicklung des Moores.

Beim Nivellement (mit herkömmlichem oder mit elektronischem Nivelliergerät) ist im Rahmen der Moorrenaturierungsplanung kein Anschluß an topographische Höhenfestpunkte erforderlich, es genügt die Ermittlung der relativen Höhen. Wichtig ist es jedoch, dabei jeweils die selben Bezugspunkte zu verwenden. Dies bedeutet:

- mittlere Geländeniveaus (nicht abwechselnd Bulte oder Schlenken) der Torfrücken zu erfassen
- die echte Grabensohle zu erfassen (z.B. nicht weiche Torfschichten unterhalb der eigentlichen Sohle mittels Meßlatte „erbohren“)
- neben Grabenschultern die Höhe der angrenzenden, nicht gesackten Torfrücken zu erfassen (dies ist die notwendige Anstauhöhe für die Stauwehre, damit der Anstau in die umgebende Fläche reichen kann).

Die Ergebnisse des Nivellements sollten als Höhenkarte ausgewertet und in die Luftbildkarte eingearbeitet werden (eine technische Zeichnung als Höhenkarte ist in Mooregebieten - ohne leicht erkennbare Geländefixpunkte - für die Praxis extrem unübersichtlich). Die Höhenabwicklung der Gräben und Torfstiche (mit Darstellung von Sohle, Schulter und angrenzenden, ungesackten Torfrücken) wird als Längsschnitt dargestellt (z.B. 1:5.000 im Längen- und 1:100 im Höhenmaßstab: nur eine starke Überhöhung des Höhenmaßstabs verdeutlicht die Geländeabwicklung). Ggf. sind Graben-/Torfstichquerschnitte in gleicher Darstellungsweise sinnvoll. Auf Basis der Längsschnitte ist die Eintragung/Planung von Stauhaltungen - bei planerisch vorgegebenen Anstauhöhen - übersichtlich durchführbar.

6.2.3 Kartierung der aktuellen und vormaligen Nutzungen, Infrastruktur, Schäden / Störungen

- Kartierung der aktuellen und vormaligen Nutzungen, z.B.:
 - forstliche Nutzungen, jeweils mit Angabe der dominierenden Baumarten: Aufforstung, Stangenholz, Altbestand; gepflegt oder durchgewachsen.
 - landwirtschaftliche Nutzungen (v.a. im Moorrandbereich), z.B.: Streuwiese, Futterwiese, Weide (Rotations- oder Standweide für Ziegen, Schafe, Pferde oder Rinder).
 - Handtorfstich: aktuell, bis vor wenigen Jahren genutzt oder vor Jahrzehnten aufgegeben.
- Kartierung vorhandener Gebäude (z.B. Hütte zur Torftrocknung, Bienenstand, Hochsitz) und deren Zustand (aktuell genutzt bzw. verfallen).
- Kartierung von eventuell vorhandenen Straßen, Wegen, Pfaden, Leitungstrassen, deren Zustand und Unterbau.
- Kartierung von Störungen oder Schäden (z.B. Ablagerung von Unrat, Bauschutt).

6.2.4 Aktuelle Pflanzendecke

Die Erfassung der aktuellen Pflanzendecke nach ökologischen Kennartengruppen und deren Dominanzverhältnissen spiegelt am besten den ökologischen Zustand eines Moorgebiets wider (s.a.: PFADENHAUER & AL. 1990, in Anlehnung an SUCCOW 1988). Dabei lassen sich für die meisten Hochmoorkomplexe die nachfolgend aufgeführten Hauptvegetationseinheiten abgrenzen; diese können entsprechend örtlicher Gegebenheiten feiner nach zusätzlich vorkommenden Arten untergliedert werden (hier nicht angegeben).

- **Bunte Torfmoosrasen** mit Kennarten der Hochmoorarten im engeren Sinn (ombrotraphente Artengruppe):
 - Scheidenwollgras *Eriophorum vaginatum*
 - Rosmarinheide *Andromeda polifolia*
 - Moosbeere *Oxycoccus palustris*
 - *Sphagnum magellanicum*
 - *Sphagnum capillifolium* agg.
- **Schlenken und Übergangsmoorstandorte**; Kennarten sind:
 - Schmalblättriges Wollgras *Eriophorum angustifolium* (euminerobionte Übergangsmoorart)
 - Blumenbinse *Scheuchzeria palustris* (euminerobionte Übergangsmoorart)
 - Schnabelsegge *Carex rostrata* (häufig Erstbesiedler nasser, oft überstauter, mesotropher saurer Torfstiche)
 - *Sphagnum cuspidatum* (Schlenkentorfmoos)
 - *Sphagnum recurvum* agg. (Torfmoos in Schlenken und in Schwingrasen nasser Torfstiche)
- **Feuchte Hochmoor-Zwergstrauchheiden**; Kennarten sind:
 - *Sphagnum capillifolium* agg. (ombrotraphentes Bulttorfmoos)
 - Besenheide *Calluna vulgaris* (Deckungsgrad etwa 30 bis 50 %)

- **Trockene Hochmoor-Zwergstrauchheiden**
 - Besenheide *Calluna vulgaris* (Deckungsgrad > 50 %)
 - Rasenbinse *Trichophorum cespitosum* (Art gesackter, verdichteter aber nasser Hochmoortorfe)
 - Torfmoose fehlen weitgehend, dafür kommen folgende Braunmoose häufig vor: Steifes Frauenhaarmoos *Polytrichum strictum* (Hochmoor-Bultmoos); Rotstengelmoos *Pleurozium schreberi* (Moos bodensaurer Fichtenwälder – hier auf Bulten)

- **Hochmoor-Grasheiden**
 - Pfeifengras *Molinia caerulea* (kennzeichnend für mineralisierte, meist wechsellrockene, oft verdichtete Hochmoortorfe; z.B. entlang von ehemaligen Torfbahntrassen, die sowohl für maschinellen wie manuellen Torfstich eingerichtet wurden).
 - Besenheide *Calluna vulgaris* (Deckungsgrad meist < 20 %)
 - Torfmoose fehlen weitgehend

- **Torfstich-Pioniervegetation**
 - Weißes Schnabelried (häufig Erstbesiedler vegetationsfreier, feuchter, häufig verdichteter oder verschlammter Hoch- und Übergangsmoortorfe).
 - Abhängig von den standörtlichen Gegebenheiten entwickeln sich feuchte Stadien in Richtung Bunter Torfmoosrasen oder Übergangsmoore (Kennarten s. dort), differieren jedoch in der Vegetationsstruktur von diesen (zunächst lichtere Vegetationsbedeckung; auch in späteren Stadien kommen die Arten häufig nebeneinander, nicht miteinander verzahnt vor, wie es in der Primärvegetation der Fall ist).
 - Trockene Torfstiche entsprechen häufig entsprechenden Stadien der Hochmoor-Zwergstrauchheiden oder –Grasheiden (daher als solche zu kartieren).

- **Großseggenrieder, Röhrichte, Hochstaudenfluren**
 - Großseggenrieder, meist mit Dominanz einer Art (z.B. Schnabelsegge, Schlanksegge)
 - Schilf *Phragmites australis* (innerhalb des Hochmoores Anzeiger für Anschluss an mineralisches Grundwasser, z.B. in Gräben oder Torfstichen)
 - Hochstaudenfluren sind im Hochmoor - außerhalb des eigentlichen Laggs - kennzeichnend für Störungsbereiche (Torfablagerungen, Grabenufer bzw. -Sohle mit Anschluß an den mineralischen Untergrund).

- **Latschenfilz**
 - Arten der Moorwald- (Zwergstrauch-) Gruppe: Aufrechte bzw. niederliegende Moorkiefer *Pinus mugo ssp. rotundata*, Heidelbeere *Vaccinium myrtillus*, Preiselbeere *Vaccinium vitis-idaea*, Rauschbeere *Vaccinium uliginosum* (Zeiger für wenig mineralisierten, nassen bis feuchten Hochmoortorf des ehemaligen Randgehänges).

- **Wälder und Forsten**

Als Zeichen einer weitergehenden Sukzession vorentwässerter Hochmoore oder Torfstiche kommen folgende Baumarten auf und ggf. zur Dominanz:

- Faulbaum *Frangula alnus* (Zeiger für minerotrophe, feuchte Standorte im Lagg oder in Torfstichen)
 - Birke *Betula pendula*, *Betula pubescens*, (*Betula pubescens* ssp. *carpathica* - Vorkommen nur punktuell bekannt; SCHÖNFELDER 1990) als Anzeichen für trockene, vererdete und gesackte Hochmoortorfe, meist zusammen mit Pfeifengras *Molinia caerulea*, weniger häufig mit Zwergsträuchern (dies meist nur im unteren Randgehänge, als Ersatzgesellschaft für natürliche Latschenfilze).
 - Waldkiefer *Pinus sylvestris* fasst auf mäßig degradierten Hoch- und Übergangsmoorstandorten Fuß (die Standorte sind weniger trocken und gesackt als solche, die von Birken erobert werden).
 - Fichte *Picea abies* ausgehend von angrenzenden Nutzwäldern.
 - Forste werden entsprechend ihrer dominierenden Arten benannt.
- **Grünland**
 - bodensaure Pfeifengraswiese
 - Kohldistelwiese mit / ohne entsprechend vorkommende Nässe- und Verdichtungszeiger: Schlanksegge *Carex acuta* (= *gracilis*), Waldsimse *Scirpus sylvaticus*, Flatterbinse *Juncus effusus*, Fadenbinse *Juncus filiformis*
 - Brachestadien mit Gehölzaufwuchs.

6.2.5 Aktuelle Stratigraphie

Sofern keine brauchbaren Sekundärdaten zum stratigraphischen Aufbau des Moores vorliegen, sind eigene Bohrung zu empfehlen:

- Bei grundsätzlich klarem stratigraphischem Aufbau, jedoch unklarer Beschaffenheit der zur Maßnahmenumsetzung vorgesehenen Torfschichten, sollten weitmaschige Bohrungen bis etwa 2 m Tiefe zur Ansprache der Torfart und des Zersetzungsgrades durchgeführt werden. Hierzu sind auch leicht ins Substrat einzubringende kleinlumige Sonden (Dachnowsky-Sonde) geeignet, bzw. relativ weitläufig vorhandene Moorbohrer (Edelmann-Bohrer), die allerdings keine exakte Bodenschichtung erkennen lassen.
- Bei vollständigem Fehlen von Unterlagen zur Moorstratigraphie sind Transektuntersuchungen des Moorprofils (Bohrpunktabstand 30 bis 50 m) bis zum mineralischen Untergrund notwendig. Mittels des sog. Russenbohrers bzw. der polnischen Klappsonde (Fa. Eijkelkamp Agrisearch Equipment, P.O. Box 4, NL- 6987 Giesbeck) lassen sich in 50 cm tiefen Abfolgen 5 cm breite Halbzylinder des Substrats entnehmen und hinsichtlich Torfart, Zersetzungsgrad und vorhandener Großreste ansprechen (vgl. AG BODEN 1994).

6.2.6 Fotodokumentation:

- vor Maßnahmenbeginn
- während der Bauphase zu verschiedenen Zeitpunkten
- nach Beendigung der Maßnahmen

- zu späteren Zeitpunkten, unter Beibehalten der selben Aufnahmepunkte und Blickrichtungen (als Minimaldokumentation im Sinne eines Monitorings; s. Kap. 10).

7 Allgemeine Anaben zur technischen Ausführung

Die folgenden Ausführungen sollen einer Verdeutlichung der in Kap. 7 beschriebenen Empfehlungen dienen.

7.1 Vorgehensweise / verwendete Materialien

Zielsetzung aller vorgeschlagenen Maßnahmen ist es, eine möglichst große Dauerhaftigkeit durch die Verzahnung der verwendeten, naturnahen Materialien mit den anstehenden Torfvorkommen und ihrer Pflanzendecke zu erreichen; endgültiges Ziel ist das „Einwachsen“ in die vorgegebenen Strukturen. Dies ist nur durch die Verwendung von autochthonem Substrat und Holz als Baumaterialien sowie unaufwendiger, wartungsfreie Bauweise möglich. Es wird grundsätzlich maschinellen Verfahren der Vorzug gegenüber manuellen Arbeiten gegeben; sofern nicht gesondert darauf hingewiesen wird, beziehen sich die folgenden, zusammenfassenden Angaben auf Arbeiten mit speziellen Moorbaggern.

- Normalerweise sollte vor Ort gewonnener Torf für vollständige oder partielle Grabenverfüllungen bzw. Hinterfüllung und Überdeckung von Stauwehren verwendet werden. Stark vererdete Torfe (H9 und H10 nach VON POST; AG BODEN 1994) aus dem Oberboden degradierter Hochmoore sind für Torfverfüllungen ungeeignet². Aus Gründen der Praktikabilität sollten stets gewachsene Torfsubstrate aus der näheren Umgebung verwendet werden. Dabei stört eine geringfügige Veränderung der Pflanzendecke - durch Förderung euminerobionter Arten - den Erfolg der Wiedervernässung und Renaturierung nicht. Sofern geeignete Torfe nicht zur Verfügung stehen, können auch autochthone Mineralböden, d.h. das tonige oder lehmige Material des stauenden Mooruntergrundes zur Graben- oder Stauwehrverfüllung verwendet werden (s. Erfahrungen d. Verf. im Nordteil Schwarzes Moor, Landkreis Rhön-Grabfeld, 2001).
- Die vormalige Grabensohle ist vor einer Verfüllung zu räumen; dies gilt auch für tief (ggf. bis 2 m) reichende Vegetationsreste (z.B. Wurzeln von Schnabelsegge oder Schmalblättrigem Wollgras). Ebenso sind verschlammte Torfschichten zu entfernen, um ein späteres Unterströmen der Stauhaltung zu verhindern.
- Vererdete Torfschichten und Vegetationsreste der Grabenränder sind im Arbeitsbereich großzügig zu entfernen.
- Die Schüttung von Grabenverfüllungen und Stauwehren erfolgt lagenweise verdichtet und deutlich (um ca. 1 m) überhöht, da nach dem Bau eine Nachsackung eintritt. Das endgültige Stauziel liegt ca. 0,5 m über den angrenzenden, gewachsenen Torfrücken.

² Stark mineralisierte Torfe dichten eigentlich am besten ab, da sie nur eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Allerdings lassen sie sich im feuchten Zustand kaum verbauen und bilden keine Verbindung zur Umgebung (Faserstruktur) deshalb werden sie i.d.R. nur zum Abdecken des Dammes oder gar nicht verwendet. Auf gefluteten Frästorfflächen schwimmen sie gerne auf und bilden wertvolle Schwingböden, auf denen sich dann die Moorvegetation einfinden kann.

Damit erfolgt eine großflächige Ableitung von Niederschlagsabflüssen über die gewachsenen Torfrücken und ihre Pflanzendecke; Erosionsrinnen werden vermieden. Auch die Torfentnahmestelle für den Stauwehrebau kann in diesem Sinne als Umlaufteich für anfließendes Regenwasser dienen (Torfentnahmestelle sollte in größerem seitlichen Abstand zum Wehr liegen - ca. 5 – 10 m entfernt - je nach Größe des Stauwehres). Sofern Relief und Situierung eines Stauwehres einen flächenhaften seitlichen Überlauf nicht zulassen - bei einem größerem Einzugsgebiet des angestauten Grabenabschnitts - ist die gezielte Ableitung, 10 bis 20 m vor dem Stauwehr, als muldenartige Ausleitung, die im Gelände blind endet, zu empfehlen. Bei dieser Art der Ausleitung treten keine Erosionserscheinungen auf, da das Niederschlagswasser dann breit auf der Ausleitungsfläche verteilt wird. Falls dies ebenfalls nicht möglich ist, ist auf einen Umlaufgraben zurückzugreifen. Dieser ist aber eher als breite Mulde, denn als Graben zu führen. Dabei sollte die Ausleitung im Oberwasser schmaler gehalten werden (mindestens 3 m), als die Einleitung im Unterwasser (bei dieser Dimensionierung: mindestens 5 m).

- Die Abdeckung des eingebrachten Substrates von Grabenverfüllungen und Stauhaltungen mit Vegetations soden minimiert die Mineralisation und verhindert die Erosion durch Starkniederschläge. Dabei werden ganze Vegetationspakete einschließlich Wurzelraum mittels Baggerschaufel aufgenommen und wieder lagegerecht abgesetzt und angedrückt. Das Einwachsen der umgesetzten Soden ist problemlos. Die autochthone Etablierung einer weitgehend geschlossenen Pflanzendecke auf vegetationsfreien Hochmoortorfen von Stauwehren dauert nach den Erfahrungen d. Verf. zwischen 5 und 10 Jahre. Nach Empfehlungen des BUWAL (1998) ist auch eine manuelle Bepflanzung vegetationsfreier Torfe mit Schösslingen (z.B. von Scheidigem oder Schmalblättrigem Wollgras) denkbar; im Vergleich zur maschinellen Sodenumsetzung stehen Aufwand und Erfolg in einem ungünstigen Verhältnis.
- Zur Stabilisierung von größeren Stauhaltungen dienen Verbauungen aus rohen oder vorgefertigte Hölzern (vgl. Zif. 8). Dabei kommen normalerweise nur relativ günstig verfügbare Holzarten zur Verwendung: Fichte, tw. Waldkiefer. (Die Verwendung von Hartholz wie Esche oder Eiche, ggf. Lärche, kommt aus Kostengründen nur in Einzelfällen in Frage). Die Holz-Unterkonstruktion breiter Stauwehre (Querlieger, die durch Aneinandersetzen verlängert werden) kann bei relativ ebenen Mooroberflächen V-förmig gestaltet werden (Spitze des „V“ Richtung Oberwasser) und daher ein flächenhaftes weiträumiges Umfließen des Wehres begünstigen. Bei Hangmooren führt diese Bauweise allerdings zu – nicht erwünschten – Beschleunigungseffekten im Oberflächenabfluss.

Nicht empfohlen werden:

- Ausgesprochene Weichhölzer (Pappeln, Birken), da sie praktisch unter allen Umgebungsbedingungen in wenigen Jahren verfaulen.
- Kunststoff-Folien als Dichtungsmaterialien (standortfremd und alternd)
- Stauwehre als Holz-Überlaufkästen (vgl. BUWAL 1999) und Torf-Stauwehre mit U-förmigen Rohrleitungen als Überlauf (aus Beton oder Kunststoff) unter dem Stauwehr (nicht wartungsfrei; daher nur für ganz spezielle Anforderungen geeignet; vgl. Planung SLIVA & ANZER: Überläufe der Renaturierungsbecken in ehemaligen, industriell genutzten Frästorffeldern der Kollerfilze, Landkreis Rosenheim).

- Höhenverstellbare Überläufe aus Metallschienen mit quereingelegten Holzbrettern (ähnlich der Bauweise für Wehre an Fließgewässern) zum Anstau von Schwinggrasen in Torfstichen (nur bei sehr engen Grabenausläufen durchführbar; quereingelegte Dichtungsbretter nicht torfhinterfüllbar und daher meist undicht).

7.2 Maschinen- und Personaleinsatz

Aufgrund der Erfahrungen aus zahlreichen, bisher durchgeführten und im Rahmen des „Leitfadens“ exemplarisch ausgewerteten Vernässungsmaßnahmen lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- Nur Stauwehre, die durch spezielle Renaturierungs- und Landschaftsbaufirmen gebaut wurden, unterliegen den Vertragsgrundlagen nach der VOB (Verdingungsordnung für Bauwerke); sie haben eine 5-jährige Garantie.
- Anstaumaßnahmen, die unter Einbeziehung von freiwilligen Helfern oder privaten Flächeneigentümern erfolgen, sind bezüglich der Bereitstellung von Mitteln entsprechend der Landschaftspflegeleitlinie nicht kostenlos. Für manuelle Arbeiten werden Stundensätze von ca. 12 € abgerechnet. Die bisherigen Erfahrungen in der Hochmoorrenaturierung zeigen, dass Entbuschungsmaßnahmen sehr gut durch diese Personengruppen durchgeführt werden können. Der Bau von Stauwehren erfordert jedoch eine noch versiertere Werkzeugbenutzung und empfiehlt sich daher nur bei optimaler Einweisung und Beschränkung auf kleine Wehre.
- Moortaugliche Spezialbagger und Transportfahrzeuge für verschiedene Einsatzbereiche sind mittlerweile bei zahlreichen Firmen im Einsatz, die in der Landschaftspflege oder beim Wasserbau arbeiten. Ein provisorischer Einbau von Gleistrassen zum Material- und Gerätetransport im Moor sollte normalerweise vermieden werden (vgl. aufwendige und teure „technische“ Verbauungen im Roten Moor, hessische Rhön, Mitte der 1980er Jahre; PABSCH 1989).
- Für Anstaumaßnahmen erwiesen sich Kettenbagger mittlerer Größe als besonders effizient. Dabei sind Geräte mit einem Bodendruck, „der geringer ist als die Belastung eines menschlichen Fußes“ von erheblichem Vorteil, da sie sich auch in nassen Mooren ohne Einsatz von Matratzen fortbewegen können. Bei optimaler Bodendruckverteilung durch besonders breite Kunststoffketten, ist dies bei Maschinen mit einem maximalem Gesamtgewicht von 5 bis 15 t möglich. Bagger von 15 bis 20 t sind - auch bei optimaler Kettenausrüstung - nur in vorentwässerten Mooren ohne Matratzen einsetzbar. Noch schwerere Bagger sind grundsätzlich ungeeignet.
- Auch Anstaumaßnahmen in zunächst für Maschinen unzugänglich scheinenden Spirkenfilzen oder die Durchfahrt in dichten Stangenholzflächen ist mit kleineren Moorbaggern möglich (vgl. Arbeiten im Sindelsbachfilz, Loisach-Kochelsee-Moore, Januar 2002 bzw. im Schechenfilz, Landkreis Weilheim-Schongau, August 2001). Gegebenenfalls sind einzelne Bäume entlang der Fahrtrasse oder im Arbeitsbereich zuvor mit der Motorsäge zu fällen.

- Je nach Geländeanforderung (z.B. Anstau von breiten Torfstichen) sind Kettenbagger mit besonders großen Reichweiten solchen vorzuziehen, die große Schaufelkapazitäten besitzen (Schaufelkapazität und Greifarmlänge stehen aus Gründen des physikalischen Kraftaufwandes im umgekehrten Verhältnis).
- Sogenannte Minibagger (mit Kettenantrieb) kommen für Baumaßnahmen im Hochmoor kaum in Frage, da sie im wesentlichen eher uneffektiv arbeiten (sehr geringe Schaufelkapazität und sehr kurze Reichweite). Bei kleinen Verbauungsmaßnahmen (z.B. Schlitzgräben), die sonst meist von Hand durchgeführt werden, haben sich Kleinbagger allerdings durchaus gut bewährt (s. Erfahrungen im Staatsforst).
- Der Transport von Rundhölzern ins Moor zum Stauwehrunterbau kann durch ein Moor-Rückefahrzeug aus der Forstwirtschaft (z.B. „Farmi-Trac“) oder eine Moor-Transportraupe (Spezialfahrzeug aus dem Bereich Landschaftspflege) erfolgen. Dabei werden Stammhölzer oder Holz-Spundwandteile auf das Fahrzeug selbst aufgelegt. Im Gegensatz zu letzteren, können Stammhölzer auch, über Ketten am Greifarm des Fahrzeugs befestigt, durch landwirtschaftliche Traktoren (bis Moorrand einschließlich Streuwiesen im Lagg) oder einen Moorbagger (bis vor Ort) geschleppt werden. Zur Schonung der Vegetation entlang der Schlepptasse, sollten die obersten Stammwipfel belassen werden. Ebenso ist die Anzahl der Transportfahrten und zugleich die Beanspruchung der Pflanzendecke zu minimieren, wenn das Einkürzen der Stämme auf die vorgesehene Längen vor Ort mittels Motorsäge erfolgt. Wenn die Vegetationsnarbe durch Überbeanspruchung durchbrochen wurde, können sich auch spezielle Moorfahrzeuge kaum noch ohne Matratzen fortbewegen. Augenfällige Vertiefungen und Schleifspuren durch Baumaßnahmen in Hochmoorheiden und Torfmoosrasen sind, im Gegensatz zur landläufigen Meinung, jedoch keine Moor-Schäden. Hier sammelt sich kleinflächig Niederschlagswasser, das in sehr kurzer Zeit zu einer Förderung des Torfmooswachstums, somit der beabsichtigten Akrotelmbildung, führt.
- Die Ausführung von Renaturierungsmaßnahmen in Hochmooren ist von vorneherein nicht an bestimmte Jahreszeiten gebunden, es sei denn, Aspekte des Artenschutzes stehen dem entgegen (z.B. Brutzeit und Jungenaufzucht oder Winterruhe von Birkwild). Dies gilt in besonderem Maße auch für Entbuschungsmaßnahmen. Allgemein betrachtet, erschweren längere Niederschlagsperioden oder Schneeschmelze alle Arbeiten. Dies gilt jedoch besonders für den Transport von Holz für Verbauungen, weniger für Baggerarbeiten. Daher sind das gesamte Frühjahr und der Monat Juli in Bayern witterungsbedingt eher ungeeignet. Arbeiten im Winter sind bei geringer Schneedecke möglich, für den Materialtransport sogar günstig. Strenger Frost erschwert allerdings Baggerarbeiten, da das ausgebagerte Substrat am Metall der Schaufel festfriert. Grundsätzlich ist es sehr von Vorteil, wenn die Maßnahmenumsetzung zeitlich flexibel gehandhabt werden kann und die Arbeiten in relativ kurzen, überschaubaren Zeiträumen mit konstant trockener Witterung abgewickelt werden können.
- Maschinelle Ausbesserungsarbeiten in bereits angestauten Flächen erfolgen unter deutlich erschwerten Bedingungen. Meist handelt es sich um Moore, in denen zuvor Stauwehre manuell eingebaut wurden, die nach einigen Jahren aber undicht wurden. Bei sehr nassen Flächen sind dann die Arbeiten nur in längeren Frostperioden möglich, bei denen der Oberboden einige Zentimeter durchgefroren ist (z.B. Ausbesserungsarbeiten im Januar 2002 im Sindelsbachfilz, Loisach-Kochelseemoore, an 3 Stauwehren entlang des Grabens, der den Fichtseeauslauf anstaut).

8 Maßnahmenpakete entsprechend der Renaturierungsziele (vgl. MÜGGENBURG 2001)

Alle Angaben zur technischen Ausführung beruhen auf der Auswertung zahlreicher Renaturierungsprojekte der vergangenen Jahre (12 Beispielsgebiete und etwa 15 weitere Projekte, bei denen nur einzelne Aspekte berücksichtigt wurden). Bis auf Einzelfälle (Renaturierung Rotes Moor; PABSCH 1989; Renaturierung Wurzacher Ried; KRÜGER 1998) wurde die Bauweise von Stauhaltungen rein empirisch, ohne statische Berechnungen festgelegt. Ursache dafür ist:

- Die vorherrschende Verwendung von Baumaterialien, die sich diesen Berechnungen weitgehend entziehen (Torf, Stammhölzer).
- Ein Ausgangssubstrat, das aufgrund seiner heterogenen Verteilung im Moor (Torfart und Zersetzungsgrad je nach Moortiefe, Grabennähe oder –ferne unterschiedlich) nur durch stark vereinfachte Modellrechnungen widergegeben werden kann (SCHNEEBELI, 1991). Der Einbau von Materialien, deren physikalische und statische Eigenschaften bekannt sind, in ein heterogenes, statisch nicht vorhersagbares Medium, verbessert insgesamt nicht den Erkenntniswert statischer Berechnungen, zumal dies nur mit erheblichem Aufwand betrieben werden kann.
- Die Erfahrungen mit den, nur unter empirischen Gesichtspunkten erstellten Bauwerken, die auch für größere Stauhaltungen erstaunlich positiv sind; größere (finanzielle) Schäden durch Dambruch o.ä. für das Umland (Kultur- und Siedlungsflächen) sind nicht bekannt.

8.1 Moorbereiche Typ A

Wesentliche Ursache für Degradationserscheinungen sind *kleinere Gräben oder Schlitzgräben*, die vom Moorrand in die zentrale Hochmoorweite reichen. Zielsetzung ist hier die Wiederherstellung der natürlichen Moorwasserspiegellagen durch Aufhebung der Entwässerungswirkung dieser Gräben, durch

8.1.1 Vollständige Grabenverfüllung mit Torf durch Bagger (s. Fotos 1-4):

Bei stark hängigem Moor und einer höhenlinienparallelen Grabenführung ist, im Gegensatz zum Bau von Stauwehren, nur eine *Grabenverfüllung mit Torf* effektiv, da hierdurch auch die unterschiedlichen Geländehöhen der Grabenschultern ausgeglichen werden können. Nach Meinung der Bearbeiter von Wiedervernässungsprojekten im Rahmen der Umsetzung des Schweizer Moorschutzprogrammes führt allein die vollständige Grabenverfüllung zu einer Wiederherstellung eines durchgehenden Akrotelms (STAUBLI, 2000 mdl.). [Bei nicht ausreichend vorhandenem Torf zur Verfüllung wurde hier ausnahmsweise unbehandeltes Sägemehl verfüllt; teilweise konnte ein Aufschwimmen des Sägemehls beobachtet werden (HAAB, 2001 mdl.), diese Vorgehensweise ist daher nicht zu empfehlen.]

Geeignet ist dieses Verfahren für einzelne kleinere bis mittlere Gräben (Breite bis ca. 3 m, Tiefe bis 2 m) *mit sehr unterschiedlicher Grabenschulterhöhe* in naturnahen Hochmooren mit einer Torfmächtigkeit von mindestens etwa 2 Metern. Funktional ist die Torfart für die Grabenverfüllung irrelevant, sofern es sich nicht um stark zersetzte Torfe handelt. Die Verfüllung minerotropher Torfe im Oberboden führt zwar zu örtlich begrenzten Veränderungen der Hochmoor-Pflanzendecke, aber zu keinen funktionalen Einschränkungen. Sofern dies jedoch vermieden werden soll (bei nicht ausreichenden

Vorkommen von Hochmoortorfen), sollten Übergangs- und Niedermoortorfe lagegerecht im Sohlenbereich des Grabens verfüllt und mit Hochmoortorfen überdeckt werden.

Empfohlene Vorgehensweise (vgl. Torfverfüllung im Schwarzen Moor, Bayerische Rhön, 2000):

- Einsatz eines ohne Matratzen beweglichen Moorbaggers (Kettenbagger mit geringem Auflagedruck; Gesamtgewicht bis etwa 10 t); Greifarmreichweite 5-6 m.
- Abräumen der Vegetationsdecke im Graben (Sohle, Ränder) einschließlich Wurzelraum; lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs oberhalb des Grabens (in Greifarmreichweite).
- Ausräumen von Torfschlamm und durchnässten Torfschichten in der Grabensohle; Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs in Greifarmreichweite.
- Abräumen der Vegetationsdecke an den Entnahmestellen, lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs (in Greifarmreichweite).
- Entnahme des Verfüllungsmaterials (Torf); Lage der Entnahmestellen als höhenlinienparallele Stränge von etwa 2-3 m Breite und einigen Metern Länge (analog zu natürlichen Hochmoor-Rüllen), jedoch nicht miteinander verbunden (sonst erneute Grabenfunktion !), etwa 10 m unterhalb des Grabenverfüllungsbereichs. Entnahmetiefe: Angepasst an die Moormächtigkeit, aber nur bei einer Entnahmetiefe von mindestens 2-3 Metern Materialgewinnung effektiv (sonst müssen sehr große Flächen abgegraben werden; außerdem entstehen weite Arbeitswege).
- Lageweiser Einbau und Andrücken des gewonnenen Torfes im Profil des zuvor ausgeräumten Grabens; *dabei Überhöhung der Verfüllung* um gut einen Meter (Ausgleich der Sackung).
- Lagegerechtes Umsetzen der abgeräumten Vegetationssoden einschließlich Wurzelraum.
- Partielles Verfüllen der Entnahmestellen mit nicht verwendetem, nassen Torf und mit den zuvor dort entnommenen Vegetationssoden.
- Profilräumung, Torfentnahme und Verfüllung, Umsetzen von Vegetationssoden, erfolgt abschnittsweise auf jeweils 10-15 Metern Länge, so dass das gelagerte Material innerhalb sehr kurzer Zeit wiedereingebaut wird (max. 30 Minuten). Dadurch sind gesonderte Zwischenlagerungen unnötig (ggf. mit Verwendung von Folien- oder „Geotextil“- Unterlagen zum Schutz der Pflanzendecke; vgl. BUWAL 1998, 1999), ein Wiederanwachsen der verpflanzten Soden ist unproblematisch (vgl. Fotodokumentation).

8.1.2 **Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, mit dem Bagger** (vorrangiges Verfahren) (s. Fotos 5-8). :

Diese Vorgehensweise empfiehlt sich, wenn eine *Vielzahl von kleinen Gräben und Schlitzdränen (Schlitzgrabensysteme)* unwirksam gemacht werden soll. Hier kommt eine vollständige Grabenverfüllung nicht in Frage, da dies zu einer vollständigen „Umarbeitung“ der Mooroberfläche führen würde. Auch in *Mooren mit geringer Torfmächtigkeit* ist dieses Verfahren möglich.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines ohne Matratzen beweglichen Moorbaggers (Kettenbagger mit geringem Auflagedruck); Greifarmreichweite ab ca. 3 m, besser 5-6 m.
- Abräumen der Vegetationsdecke an den Grabenverfüllungsstellen, lagegerechte Lagerung außerhalb des engeren Arbeitsbereichs (in Greifarmreichweite).

- Abräumen der Vegetationsdecke an den Torfentnahmestellen, lagegerechte Lagerung außerhalb des engeren Arbeitsbereichs (in Greifarmreichweite).
- Unterbrechung der Grabensohle durch Baggerschaufel analog zur Unterbrechung von Dränsträngen durch Anheben des Torfes unter dem bisherigen Grabenprofil; zusätzlich: Ausräumen der durchnässten Torflagen auf etwa 3 bis 5 Metern Länge.
- Entnahme des Verfüllungsmaterials (Torf); Lage der Entnahmestellen in Greifarmweite an mehreren Stellen (es entstehen nur kleinere „Löcher“)
- Verfüllung auf ca. 3-5 m Breite, zum Ausgleich der Sackung *ca. 1 m überhöht*
- Lagegerechtes Umsetzen bzw. Verteilen der Vegetationssoden auf offene Torfflächen der Verfüllung bzw. der Entnahmestellen.
- Wiederholen der Vorgehensweise an mehreren reliefangepassten Grabenabschnitten, um einen möglichst gleichmäßig hohen Überstau bis zur Geländeoberfläche zu ermöglichen.
- Die umschichtige Vorgehensweise (Dauer pro Verfüllung ca. 15 Minuten) erübrigt eine Zwischenlagerung der verwendeten Torfe und Vegetationssoden auf Folien o.ä. Materialien.

8.1.3 **Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau**, vorwiegend von Hand (**manuelle Verfahren**):

Die manuelle Verbauung sollte sich dabei auf kleine Gräben und Schlitzgräben beschränken, da nur diese effizient angestaut werden können. Eine möglichst exakte Bauweise ist unabdingbar. [I.d.R. ist die Ausführung in Torf mit Kleinbagger wirkungsvoller und kostengünstiger. Diese Verfahren sollten sich deshalb auf Ausnahmen beschränken.] *Zielsetzung ist ein Anstau ca. 0,5 m über das Niveau des angrenzenden Geländes, um eine flächenhafte Vernässung zu bewirken* und das Ausspülen der Bretterwehre zu verhindern.

- Als wirkungsvoll und gut durchführbar hat sich der **Einbau von Wehren aus wasserfesten Holzverbundplatten** erwiesen, da die Platten selbst bereits eine flächenhafte Abdichtung bewirken. Diese technisch eher unaufwendige Art der Verbauung ist auch für Mooregebiete mit kleineren Gräben geeignet, bei denen eine größere Anzahl von Privateigentümern in Anstauarbeiten, Zug um Zug, eingebunden werden soll. (s. Breites Moos, Landkreis Landsberg/Lech; (s. Fotos 9/10).

Empfohlene Vorgehensweise für Gräben bis 1,5 m Breite/Tiefe:

- Einsatz von 2 Arbeitern je Wehr
- Materialtransport mit Karre (ggf. auch Kleinbagger, Traktor)
- Das Eindrücken/Einschlagen der wasserfesten Siebdruckplatten in die Grabenschultern wird durch seitlich und unten zugespitzte Kanten erleichtert.
- **Der dichte Anschluß der Platten an den gewachsenen Moorboden unterhalb der Grabensohle ist besonders bedeutsam, um ein Unterströmen der Wehre zu verhindern.**
- Oben wird das Staubrett durch dachförmige, genutete Abdeckleisten aus Eiche vor eindringender Feuchtigkeit geschützt.
- Das Staubrett wird an beiden Grabenschultern mit Torf und Vegetationssoden ca. 0,7 m hoch überdeckt. Entnahme mit Spaten aus den umgebenden Torfrücken.

Empfohlene Vorgehensweise für Gräben von 1,5 bis 2 m Breite/Tiefe:

- Einsatz von 1 Arbeitern je Wehr
- Einsatz eines kleineren Baggers
- Materialtransport mit Bagger
- Das Eindrücken der wasserfesten Holzverbundplatten in die Grabenschultern erfolgt durch den Bagger, auch hier ist die Dichtigkeit an der Grabensohle bedeutsam, um ein Unterströmen der Wehre zu verhindern.
- Oben wird das Staubrett durch dachförmige, genutete Abdeckleisten aus Eiche vor eindringender Feuchtigkeit geschützt (manuell aufgesetzt).
- Mittels Bagger erfolgt eine Torfhinterfüllung an Sohle und Grabenschultern (ca. 0,7 m überhöht eingebaut).

- **Der manuelle Einbau von Brettern, die erst vor Ort flächenhaft zusammengefügt werden**, ist entsprechend aller Auswertungsbeispiele des „Leitfadens“ mit großen Dichtigkeitsproblemen an Grabenprofil und –sohle behaftet (s. Fotos 11/12). Auch wurde bisher die gewünschte Anstauhöhe (ca. 0,5 m bis über Gelände) in keinem Falle erreicht. Diese Verfahren können daher nicht empfohlen werden und sind nur in folgender Ausführung in Einzelfällen *für wenige Stauwehre in kleinen Gräben bis 1 m Breite /Tiefe* einsetzbar:
 - manueller Einbau von parallelen, senkrecht gestellten Holzbrettern (Fichte) bzw.
 - manueller Einbau von Nut- und Federbrettern (Fichte). Beide Bauarten jeweils oben mit Querbrettern zur Stabilisierung; Torfhinterfüllung an der Grabensohle und am oberen Rand der Staubretter (0,5 m überhöht, mit Sodenabdeckung). Durchführung mittels großem Hammer und Spaten. Die Nut- und Federbretter dichten durch ihre Verzahnung besser als die einfachen Bretter ab, sind jedoch wesentlich teurer.

Bei Verwendung für breitere Gräben:

- Alle Bretterwehre wölben sich in Richtung Unterwasser.
- Herkömmliche Nut- und Federbretter werden randlich aus ihrer Führung gedrückt (s. Fotos 41, 42).
- Bei allen Formen manuell errichteter Bretterwehre ist die Gefahr des Unterströmens sehr groß, da sie ohne den Einsatz maschineller Hilfsmittel nicht ausreichend tief in den gewachsenen Mooruntergrund unter der Grabensohle gedrückt werden können. Dies können auch besonders dicke Nut- und Federbretter – auch bei Einbau in doppelter Ausführung - oder Hartholzbretter aus Eiche nicht verhindern. Allerdings können die Materialkosten für derartige Materialien sehr erheblich sein.

8.2 Moorbereiche Typ B

Hochmoore bzw. Hochmoorbereiche dieses Typs wurden durch ausgedehnte Schlitzgrabensysteme, große bzw. tiefere Gräben und größere Torfstiche vom Randbereich her bis in die zentrale Hochmoorweite verändert.

Bei einzelnen kleineren Gräben oder Schlitzgrabensystemen wird entsprechend der Moorbereiche Typ A (Zif. 8.1.1 bis 8.1.3) verfahren. Zielsetzung ist hier die

Wiederherstellung der natürlichen Moorwasserspiegellagen durch Aufheben der Entwässerungswirkung dieser Gräben.

Größere Gräben und Torfstiche können aus vielfältigen Gründen normalerweise nicht mehr vollständig verfüllt werden; es können nur abschnittsweise Anstauverfahren angewendet werden. Dabei werden entsprechend der Höhenabwicklung Grabensohle, Grabenschultern und angrenzende Torfrücken mit mehreren Stauwehren in Folge versehen (sog. Stauwehrkette). Grundlegend ist:

- Die Verlangsamung des gesamten Abflusses nach Niederschlagsereignissen.
- Die allmähliche Anhebung des Moorwasserspiegels auf ein Niveau im gesamten Moorkörper, das weitgehend dem Zustand des Moores entspricht.
- Die Wiederherstellung der ursprünglichen Moorwasserspiegellagen im Umgriff der Stauwehre (im Oberwasser).
- Die Anzahl der Stauhaltungen richtet sich nach dem Geländere relief; dabei ist 0,5 m als maximale Höhendifferenz der Wasserspiegel zwischen Ober- und Unterwasser eines Stauwehres sinnvoll [maximal akzeptierbar ist 1 m – gültig nur für größere, d.h. teure Stauwehre].
- Der natürlicherweise stattfindende Abfluss von Niederschlagswasser nach Starkregenereignissen soll möglichst flächenhaft über die angrenzenden Torfrücken mit gewachsener Vegetationsdecke erfolgen; dazu müssen die Stauhaltungen mindestens 0,5 m über das umgebende Gelände ragen (Überhöhung nach Bauende: 1m - vor Nachsacken des Materials). Der Bau von Umfließungsgerinnen wird auf Sonderfälle beschränkt (Hochmoorgrünland mit noch teilweise intakten Dränagesystemen), da hier u.U. schnell Erosionsrinnen entstehen. Auch im hängigem Gelände und bei größeren Stauflächen, bei denen reliefbedingt kein flächenhafter Niederschlagsabfluss stattfinden kann, sind Umfließungsgräben allerdings sinnvoll und aus Gründen des Hochwasserschutzes erforderlich. Dabei kann die Ausgestaltung den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden (z.B. im Oberwasserbereich beginnende Seitengräben, die blind, in ausreichendem Abstand, neben dem Stauwehr in der gewachsenen Hochmoorfläche enden; s. Kap. 8.1).

8.2.1 **Abschnittsweiser Anstau von Gräben und Torfstichen mittels Torfwehren mit Holzverstärkung** (s. Skizze 1; Fotos 13-20)

Zur Erhöhung der Festigkeit von größeren Stauhaltungen aus Torf dienen stabilisierende Gerüste aus rohen oder vorgefertigten Hölzern. Häufig werden dazu ungeschälte Fichten-Rundhölzer verwendet. Diese werden quer zum Grabenprofil, in die gewachsenen Grabenschultern 1 bis 2 m weit eingebaut. Senkrecht dazu werden, beidseits der Querlieger, mehrere „Piloten“ bis in den mineralischen Untergrund eingeschlagen. Diese Art der Vorgehensweise ist für kleinere Gräben (1,5 m Breite / Tiefe) bis sehr große Gräben oder Torfstiche möglich (ca. 20-30m Breite / bis 2,5 m Tiefe). Querlieger können seitlich überlappend eingebaut und bis auf die notwendige Wehrbreite verlängert werden (sie werden durch die Piloten lagegerecht fixiert).

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines ohne Matratzen beweglichen Moorbagger (Kettenbagger mit geringem Auflagedruck; Gesamtgewicht bis etwa 15 t); Greifarmreichweite mindestens 5 (-9) m.

- Transport des Stammholzes bis zum Moorrand mittels LKW oder Traktor; Transport vor Ort mit moortauglichem Rückefahrzeug, Moorraupe oder Moorbagger.
 - Zuschneiden der Querlieger und Piloten vor Ort; Zuspitzen der Piloten vor Ort – jeweils mit Motorsäge.
 - Abräumen der Vegetationsdecke im Graben (Sohle, Ränder) einschließlich Wurzelraum; lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs des Grabens (die Verwendung von Folien- oder „Geotextil“- Unterlagen zum Schutz der Pflanzendecke an den Torf- und Sodenlagerungsplätzen ist aufgrund der kurzen Arbeitsdauer von 1 bis 2 Tagen nicht erforderlich).
 - Ausräumen von Torfschlamm und durchnässten Torfschichten in der Grabensohle; Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs in Greifarmreichweite.
 - Auskoffern (> halbe Stauwerkshöhe) der Grabenränder für die Querlieger.
 - Einbau der Piloten durch Eindrücken und Schlagen mittels Baggerschaufel (soweit wie möglich; meist weit in den tonig-schluffigen Untergrund des Moores möglich).
 - Einbau der Querlieger (möglichst in sich versetzte Bauweise).
 - Kürzen der Piloten auf Höhe der Querlieger mittels Motorsäge (UVV beachten).
 - Abräumen der Vegetationsdecke an den Entnahmestellen, lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs. Die Torfentnahme darf nicht grabennah im Unterwasser des künftigen Stauwehres liegen (Schwächung des Widerlagers mit Gefahr des Abrutschens des Stauwehres); daher immer im Oberwasserbereich Torf entnehmen.
 - Entnahme des Verfüllungsmaterials; Entnahmetiefe: Nach Moormächtigkeit angepasst, aber nur bei einer Entnahmetiefe von mindestens 2-3 Metern Materialgewinnung effektiv. Evtl. anstehender mineralischer Untergrund (tonig-schluffiges Substrat), Nieder- unter Übergangsmoortorf werden lagegerecht im unteren Teil der Stauwehrverfüllung eingebaut; Hochmoortorf oben.
 - Lageweiser Einbau und Andrücken des gewonnenen Torfes im Profil des zuvor ausgeräumten Grabens beidseits und oberhalb des Holzverbau (2/3 im Oberwasser- u. 1/3 im Unterwasserbereich); *dabei Überhöhung der Verfüllung um gut einen Meter* (Ausgleich der Sackung); Breite der Verfüllung insgesamt mindestens 4 Meter, maximal etwa 8-10 Meter (je nach Stauwehrbreite). Besondere Sorgfalt beim Verbauen der Grabenschultern ist notwendig.
 - Lagegerechtes Umsetzen der abgeräumten Vegetationssoden einschließlich Wurzelraum.
 - Partielles Verfüllen der Entnahmestellen mit nicht verwendetem, nassen Torf und mit den zuvor dort entnommen Vegetationssoden.
 - Hochwasserschutz (Umlaufgräben, Flutmulden etc.) vorsehen, sofern reliefbedingt keine breitflächige Wasserableitung über gewachsenes Gelände möglich ist.
- Je nach Stauwehrgröße sind für diese Art des Stauwehrbaus mehrere Stunden bis etwa 2 Tage anzusetzen. Gesonderte Zwischenlagerungen von Vegetationssoden sind daher unnötig. Ein Wiederaanwachsen der verpflanzten Soden ist unproblematisch (vgl. Fotodokumentation).

8.2.2 Abschnittsweiser Anstau von Torfstichen mittels Torfwehren ohne Holzverstärkung (s. Fotos 21/22).

Die flache Überstauung von breiteren Torfstichen ist durch den Bau einer Abfolge von Querverbauungen aus Torfwehren entsprechend des Höhenprofils im Torfstich möglich. Bei einem flachen Überstau entwickeln sich innerhalb weniger Jahre

Schwingrasen aus Schlenkentangmoosen. Im Gegensatz dazu erzeugt ein vollständiger Anstau von Torfstichen bis in Höhe der Grabenschultern tiefe Wasserflächen, die sehr lange für eine Schwingrasenentwicklung brauchen (in diesem Falle sind Torfwehre nur mit Holzverstärkung ausreichend stabil). Diese Art der Vorgehensweise ist für große Torfstichbreiten (20-30 m), bei relativ geringen Stauhöhen (bis 0,5 - 1 m) möglich. Die Niederschläge sammeln sich innerhalb der Becken; aufgrund des Gegendrucks von Ober- zu Unterwasser bleiben die Torfwehre stabil. Diese Bauweise, ohne Überlaufsystem, ist nur bei Niederschlagseinzugsflächen möglich, die aufgrund der Vielzahl der Stauhaltungen relativ klein gehalten werden. Sofern dies nicht der Fall ist, müssen Starkniederschläge über blind endende, mindestens 3 Meter breite Überlaufgerinne im gewachsenen Torf abgeleitet werden.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines ohne Matratzen beweglichen Moorbaggers (Kettenbagger mit geringem Auflagedruck; Gesamtgewicht bis etwa 10 t); Greifarmreichweite mindestens 5 (-9) m.
- Abräumen der Vegetationsdecke im Torfstich (Sohle, Ränder) einschließlich Wurzelraum; lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs des Grabens.
- Ausräumen von Torfschlamm und durchnässten Torfschichten in der Torfstichsohle; Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs in Greifarmreichweite.
- Abräumen der Vegetationsdecke an den Entnahmestellen, lagegerechte Lagerung außerhalb des Arbeitsbereichs. Die Torfentnahme darf nicht grabennah im Unterwasser des künftigen Stauwehres liegen (Schwächung des Widerlagers mit Gefahr des Abrutschens des Stauwehres).
- Entnahme des Verfüllungsmaterials; Entnahmetiefe: Nach Moormächtigkeit angepasst, aber nur bei einer Entnahmetiefe von mindestens 2-3 Metern Materialgewinnung effektiv. Evtl. anstehender mineralischer Untergrund (tonig-schluffiges Substrat), Nieder- unter Übergangsmoortorf werden lagegerecht im unteren Teil der Stauwehrverfüllung eingebaut; Hochmoortorf oben. Überlaufsystem entsprechend der Geländesituation vorsehen.
- Lageweiser Einbau und Andrücken des gewonnenen Torfes im Profil des zuvor ausgeräumten Torfstichs; *dabei Überhöhung der Verfüllung* um gut einen Meter (Ausgleich der Sackung); Breite der Verfüllung insgesamt 3 bis 5 Meter (je nach Torfstichbreite).
- Lagegerechtes Umsetzen der abgeräumten Vegetationssoden einschließlich Wurzelraum.
- Partielles Verfüllen der Entnahmestellen mit nicht verwendetem, nassen Torf und mit den zuvor dort entnommenen Vegetationssoden.
- Je nach Torfwallbreite sind mehrere Stunden bis etwa 1,5 Tage anzunehmen.

8.2.3 Anstau von Torfstichen mittels massiver Holz-Spundwände (s. Foto 23-26).

Die Abschottung extrem breiter Torfstiche mit beträchtlichen Anstauhöhen ist nur durch massive Holz-Spundwände, die mittels Bagger eingeschlagen und mit Torf hinterfüllt und überdeckt werden möglich (vgl. Bauweise Stauwehre Wurzacher Ried; KRÜGER 1998). Auch hier soll das Niederschlagswasser großflächig über die gewachsenen Torfstichkanten seitlich des Stauwehres zum Randlagg abgeleitet werden. Der geschüttete Torfwall dient der Stabilisierung und statischen Festigkeit

des Stauwehres. Die vollständige Wasserabdichtung erfolgt durch eine doppelt ausgeführte Spundung aus Nut- und Federbrettern aus Eichenholz.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines Kettenbaggers (20 t) mit großer Reichweite; aufgrund des hohen Krafteinsatzes mit der die Spundwandteile eingeschlagen werden müssen, sind kleinere Bagger nicht geeignet; bei nasser Böden ist hier allerdings der Einsatz von Matratzen erforderlich.
- Einrammen von 2 Spundwandreihen im Abstand von knapp 5 Metern durch den gewachsenen Torf, noch etwa 0,7 m weit in den bindigen mineralischen Untergrund, um ein Unterströmen des Stauwehres zu verhindern. An der Kopfseite ragt die Spundung 2 m (1. Wand mit Bohlen von 14 cm Stärke) bzw. 1,20 m (2. Wand mit Bohlen von 8 cm Stärke) über die gewachsene Mooroberfläche. [Dadurch ergab sich im Wurzacher Ried eine Gesamtlänge der Nut- und Federbretter von bis zu 7 Metern.] Zum leichteren Einbau wird ein provisorisch angesetztes Führungsholz benutzt; die Bretter selbst sind unten angeschragt (s. Foto).
- Eine Querverstrebung aus 8 cm starken Zangenhölzern dient der horizontalen Stabilisierung.
- Schließlich wird die Holzkonstruktion mit Torf großflächig überschüttet. Als Erosionsschutz vor Etablierung einer Pflanzendecke, dient ein verrottbares Jutenetz.
- Der Einbau des Stauwehres darf erst nach Ausräumen von vernässten Torfschichten in der Torfstichsohle bzw. den vererdeten Torfen des Torfstichrandes erfolgen.
- Die Stauwehre sind auf äußerste Langlebigkeit ausgelegt. Grundsätzlich sollte die Maßnahmen nur durch in Moorrenaturierung bzw. Wasserbau erfahrene Firmen erfolgen.
- *Geeignete Breite* dieser Art der Konstruktion: *praktisch „endlos“ durchführbar* [Im Wurzacher Ried ausgeführte *Breite bis ca. 70 m.*]
- Aufgrund des großen Materialbedarfs und der vielen Einzelteile ist der *Materialtransport im Gelände problematisch und mit erheblichem Zeit- (und damit Kostenaufwand) einzurechnen.*

8.2.4 Stammweise Entnahme nicht hochmoorbürtigen Gehölzaufwuchses

Nicht „hochmoorbürtig“ wird für bayerische Hochmoore der Aufwuchs mit Moor- oder Sandbirken, Waldkiefern oder Fichten in vorentwässerten Mooren bezeichnet, bei dem ggf. vorher vorhandene Gehölze (Moorkiefern) „überwachsen“ werden (bei Jahresringzählungen beträgt das Alter der Gehölze i.d.R. zwischen 5 und 35 Jahren). Typisch ist ein Verteilungsmuster, das sich von Gräben ausgehend, auf die Fläche ausdehnt. Der flächenhafte Gehölzaufwuchs kommt in Mooren des Typs B erst mit geringen Deckungsgraden und niedrigwüchsig vor. Zielsetzung einer Renaturierung ist es hier, die Evapotranspirationsleistung und die Beschattung der Torfmoosrasen durch die Gehölze zu minimieren (nur in geschlossenen Fichtenbeständen ein Problem³).

³ nicht die Bäume sind das eigentliche Problem, sondern die Folgen der Entwässerung, nämlich die Sackungsvorgänge (Entstehung „sekundärer Moorränder“)

Empfohlene Vorgehensweise:

- Um erneuten Gehölzaufwuchs zu unterbinden, sollte die Entnahme von Gehölzen zusammen bzw. kurz vor Anstaumaßnahmen erfolgen.
- Die Gehölze werden mit der Motorsäge bodenbündig umgeschnitten.
- Die Arbeit kann durch private Flächeneigentümer, private Naturschutzorganisationen oder den örtlichen Maschinenring erfolgen.
- Sofern keine Nutzung als Brennholz erwünscht ist, kann das Totholz auf der Fläche verbleiben (noch relativ geringer Anfall von Material; die Bäume sind auf der nährstoffarmen Fläche aufgewachsen und führen bei ihrem Zerfall zu keiner nennenswerten Nährstoffanreicherung).

8.2.5 Anlegen von ebenen Torfterrassen in Handfräsfeldern

Handfräsfelder zur Streutorfgewinnung, wie sie typisch für den Landkreis Miesbach sind, blieben über Jahrzehnte weitgehend vegetationsfrei, da sie aufgrund des Charakters dieses Torfnutzungsverfahrens sowie einer leichten Geländeneigung zu den Gräben, einer flächenhaften, niederschlagsbedingten Torferosion unterliegen. Durch eine terrassierte Geländeplanierung (Ausformung von ebenen Torfflächen, durch herausgebagerte Torfwälle im Höhenprofil unterbrochen) kann eine autochthone Vernässung durch Niederschlag und die allmähliche Besiedelung mit hochmoortypischen Arten eintreten.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines ohne Matratzen beweglichen Moorbaggers (Kettenbagger mit geringem Auflagedruck; Gesamtgewicht bis etwa 10 t); Greifarmreichweite mindestens 5 (-9) m.
- Anlegen von ebenen Flächen durch Planieren (Bodenauf- bzw. -abtrag); die Flächengröße sollte objektbezogen, jedoch maximal ca. 20 m breit, 50 m lang sein. Im Übergang zu einem tiefer gelegenen „Torfbecken“ muss ein *Torfwall aus dem anstehendem Torf* durch Oberflächenabtrag herausgebagert werden, um das Niederschlagswasser flächig zu halten. (vgl. Renaturierungsmaßnahmen in den Kollerfilzen, Landkreis Rosenheim; Planung Sliva & Anzer; Lehrstuhl für Vegetationsökologie der TU München-Weihenstephan nach den Vorgaben des gemeinsam von LWF, LBP und LfU im Auftrag des Landtages erarbeiteten Rahmenkonzeptes zur Renaturierung der Koller- und Hochrunstfilze; ZOLLNER, JORDAN & FETZ 1996). Eine *Schüttung* von Torfwällen rings um eingeebnete „Torfbecken“ ist deutlich *weniger erosionsresistent* als diese Art der Verwallung (vgl. Vorgaben des Rahmenkonzeptes zur Renaturierung der Koller- und Hochrunstfilze).
- Kleine Gräben im direkten Anschluß an die Handfräsfelder werden dabei durch Ausbaggern der Sohle mit anschließender Torfverfüllung unwirksam gemacht.

8.3 Moorbereiche Typ C

Hochmoore bzw. Hochmoor-Teilbereiche dieses Typs sind stark entwässert worden und tragen eine vollständig anthropogen veränderte Pflanzendecke.

Dazu gehören Flächen, die mittlerweile durch einen stärkeren, flächenhaften Aufwuchs aus nicht hochmoorbürtigen Gehölzen gekennzeichnet sind. Neben Anstaumaßnahmen (nach Zif.

8.1.1 – 8.1.3 sowie Zif. 8.2.1 - 8.2.3), ist zunächst das Entfernen der Bestockung erforderlich (Zielsetzung: Minderung der Evapotranspiration und Beschattung; letztes ist nur bei geschlossenen Fichtenbeständen ein Problem. Zielrichtung ist die Etablierung eines Akrotelms über dem degradierten Oberboden; dies ist nur möglich, wenn Fläche zeitweise geflutet werden kann). Manuelle Verfahren der Gehölzentnahme (nach Zif. 8.2.4) sind bei Bestockungsgraden ab 30 % meist zu teuer und zeitaufwendig. Hier kommt der Einsatz von Harvestern (z.B. Wertensteiner Moos im FoA Kempten) in Frage:

8.3.1 Entbuschungen mit Harvestern (Forst-Vollerntemaschinen) sind auf bereits stärker bestockte, also deutlich vorentwässerte Hochmoorbereiche beschränkt. Nur dort ist einerseits ein derartiger Maschineneinsatz überhaupt technisch möglich, andererseits auch aus Gründen der Effektivität sinnvoll. Harvester arbeiten längs einer Arbeitstrasse, von wo aus sie mittels Greifarm die Bäume bodenbündig abschneiden, entasten, kürzen und seitlich lagern. Diese Stämme können dann über eine Seilwinde an den Moorrand gezogen und einer weiteren Verwendung zugeführt werden. Allerdings ist eine natürlich gewachsene Moorbstockung wirtschaftlich kaum vermarktbar (z.B. nur als Kaminholz, als Hackschnitzel für Heizwerk). Der Bau einer Arbeitstrasse aus den geernteten, quer gelegten Stammhölzern kann daher zugleich der „Entsorgung“ des Holzes dienen (vgl. Damberger Filze, Landkreis Rosenheim; STROHWASSER, mdl. 2002; dieses Verfahren kann je nach Ausgangsbestand aber nur einen geringen Teil der Holzmasse aufnehmen und stellt einen sehr starken Eingriff in die bestehenden Systeme dar!), denn die schwere Maschine drückt die Stammhölzer relativ tief in den gewachsenen Moorboden ein. Diese Vorgehensweise steht einer Wiedervernässung und Etablierung von hochmoorbürtigen Arten allerdings nicht entgegen, da die Holzreste eine Besiedelung mit Torfmoosen nicht behindern (vgl. ZOLLNER, 2000 mdl.), sofern die Flächen nass genug werden. Insgesamt sollten diese Verfahren wirklich nur dort eingesetzt werden, wo ein flächiger Überstau der Flächen möglich ist (z.B. alte große Torfstichbereiche, Mulden, etc.)

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines Harvester-Modells mit möglichst geringem Auflagedruck
- Ernte des Gehölzbestandes und Abtransport zum Moorrand mit Harvester oder Seilwinden - bei Möglichkeit einer weiteren Vermarktung; dabei Rückbau der Arbeitstrasse (soweit wie möglich).
- Ernte des Gehölzbestandes und „Entsorgung“ des Holzes als Harvester-Arbeitstrasse, sofern keine sinnvolle Alternative zur Holzverwertung vorhanden ist.

Zum Typ C gehören aber auch Hochmoore, die bislang landwirtschaftlich genutzt wurden. Voraussetzung für eine Bewirtschaftung von Hochmooren als Futterwiese war eine intensive Grabenentwässerung und Drainage. Neben der Entwässerung war dazu zusätzlich der konstante Einsatz von Düngemitteln nötig (v.a. durch Phosphat- und Kaliumdünger). Nach mehreren Jahrzehnten dieser Nutzung ist heute in vielen Fällen eine Fortsetzung dieser Bewirtschaftung aufgrund von Degradationserscheinungen des Oberbodens durch Mineralisation und Sackung, die sich in einer ungünstigen Bodenstruktur und Förderung von „Unkrautarten“ widerspiegeln, nicht mehr gegeben. Zahlreiche Hochmoor-Grünlandflächen wurden daher innerhalb der letzten Dekade bereits einer extensiven Nutzung im Rahmen des EA bzw. des VNP zugeführt. Durch den mehrjährigen Verzicht auf Düngung bei zweischüriger Mahd sind diese Flächen heute aufgrund der geringen Sorptionskraft der

Hochmoortorfe meist nicht mehr aushagerungsbedürftig (im Gegensatz zu Niedermoor torfen, die häufig eine starke Sorptionskraft für die gedüngten Hauptnährstoffe besitzen, hält die Düngung in Hochmooren nur wenige Jahre vor). Als weiterer Schritt zur Extensivierung wird häufig die Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushaltes angestrebt. Dabei kommt es zunächst in Betracht, die Fläche schrittweise zu vernässen, unter längerfristiger Beibehaltung der extensiven Wiesennutzung (z.B. aus Gründen des zoologischen Artenschutzes, etwa in Wiesenbrütergebieten):

8.3.2 Grabenanstau in Hochmoorgrünland (s. Fotos 26-29).

Entsprechend der Vorgehensweise beim Grabenanstau nach Zif. 8.1.1 - und 8.1.3 sowie Zif. 8.2.1 - 8.2.3 sind in Hochmoorgrünland sowohl flächenhafte, wie auch abschnittsweise Anstauverfahren von Gräben möglich. Beim abschnittsweisen Grabenanstau ist folgendes zu beachten:

Sofern zuvor *nicht alle* Drainagen unwirksam gemacht wurden, tritt nach *jedem* Niederschlagsereignis, bedingt durch die direkte Ableitung innerhalb der noch funktionierenden Drainagen, ein rapider Abfluss des Drainagewassers in den angestauten Grabenabschnitt ein. Torfhinterfüllte Stauwehre werden in diesem Fall nur dann nicht überflossen (und damit undicht), wenn ausreichend dimensionierte Umfließungsgräben vom Ober- zum Unterwasser des nächsten Stauabschnittes gebaut werden. Diese Gräben werden in einigen Metern Abstand als breite Mulden im Halbrund um das Stauwehr herumgeführt (vgl. Bauweise im „Klosterland“ des ZUK, Benediktbeuern, August 2001). Um eine Torferosion zu verhindern, ist nach Beendigung der Baggerarbeiten eine Abdeckung mit Vegetationssoden erforderlich; in ähnlicher Weise wirkt eine Grasansaat oder die Ausbringung von Wiesenschnittgut (zur Selbstausaat). Ggf. sollte in steileren Abschnitten des Umfließungsgrabens (Breite etwa 3 Meter) zuvor eine Sohlenstabilisierung durch Holzstämme (quer eingebaut) durchgeführt werden.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines Baggers mittlerer Größe und Reichweite
- Bau von Torfwehren mit Holzverstärkung mit seitlicher, breiter Umfließungsmulde
- bei stärkerem Gefälle: Sohlenstabilisierung der Umfließungsmulde durch quer in den gewachsenen Torfboden eingebaute Holzstämme
- Abdeckung von Stauwehr und Umfließungsmulde mit Vegetationssoden, die im Geländeumgriff gewonnen werden; wahlweise Graseinsaat oder Ausbringung von Wiesenschnittgut.

Bei völliger Aufgabe der Grünlandnutzung, bietet sich eine weitgehende Wiedervernässung an durch:

8.3.3 Unterbrechung von Drainagen in Hochmoorgrünland

Ein Grabenanstau ist für eine effektive Vernässung mit der Zielsetzung der „Etablierung eines Akrotelms aus diversen Arten der Feuchtgebiete“ ungenügend, sofern noch alte Drainagesysteme im Hochmoorgrünland wirksam sind. Dabei ist es nicht notwendig, die Dränrohre vollständig auszugraben (diese liegen meist in gut 1 m Tiefe); abschnittsweise Unterbrechungen sind ausreichend, um die Dränwirkung aufzuheben.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines Baggers mittlerer Größe und Reichweite
- Durchtrennen der Dränrohre durch Ausgraben auf ca. 1m Länge an mehreren Abschnitten (alle 30 bis 50 Meter)
- Einebnen des Oberbodens mittels Bagger.

8.3.4 Einbau von Sohlswellen in Gewässer im Randlagg von Mooren (Typ A bis Typ C); (s. Fotos 30-32).

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Stauhaltungen, die nicht überflossen werden dürfen, handelt es sich hier um Gräben, die durch Sohlswellen angehoben, und damit überflossen werden sollen. Sohlswellen haben daher einen eng umrissenen Einsatzbereich für eingetieftete Fließgewässer (mit eigener Schüttung) im Lagg.

Im Rahmen der Wiedervernässungsmaßnahmen im Wurzacher Ried wurden Sohlenstufen aus Holzspundwänden in mehrere Vorfluter im Lagg eingebaut. Dabei kamen ebenfalls *Nut- und Federbretter aus Eiche*, mit einer Stärke von 8 cm zum Einsatz. Sie wurden in mehreren Reihen (2 bis 4) V-förmig in einem 120°-Winkel im Unterwasser in den Gewässerboden bzw. Uferstrand (als Schutz vor Seitenerosion), miteinander verschraubt, eingebaut. Die Nut- und Federbretter wurden mit dem Bagger ca. 0,7 m weit in den mineralischen Untergrund eingerammt, um eine Tiefenerosion bzw. Unterströmen zu unterbinden und ragen dabei, je Stufen, etwa 10 cm aus der vorhandenen Grabensohle. Die Anzahl der V-förmigen Holzspundungen hängt vom Sohlgefälle ab. Eine Einkerbung in der Spundung dient als Fischaufstiegshilfe.

Einsatzbereich für diese Art der Konstruktion:

Kleinere bis mittlere Bäche von mehreren Metern Breite.

Empfohlene Vorgehensweise:

- Einsatz eines Kettenbaggers (15-20 t) mit größerer Reichweite; aufgrund des hohen Krafteinsatzes mit der die Spundwandteile eingeschlagen werden müssen, sind kleinere Bagger nicht geeignet.
- Einrammen von 2 bis 4 V-förmig gegen das Unterwasser gerichteter Spundwandreihen (Abstand zueinander: etwa 1 Meter); Einschlagtiefe: ca. 0,7 m weit in den bindigen, mineralischen Untergrund.
- Zum leichteren Einbau wird ein provisorisch angesetztes Führungsholz benutzt; die Bretter selbst sind unten angeschrägt.
- An beiden Uferseiten: Einrammen einer Spundwandreihe; Verschraubung mit den V-förmigen Holzspundungen.
- Bei Gewässern mit Fischvorkommen: Ausschneiden von Einkerbungen (etwa 20 cm breit, 10 cm tief) mit Motorsäge als Fischaufstiegshilfe.

9 Kostenermittlung für Umsetzungsarbeiten

Die Kostenangaben wurden nach Auswertung der Beispielsgebiete und Befragung von Renaturierungsfirmen bzw. beteiligten Planern zusammengestellt. Die Angaben wurden, soweit möglich, in Einzelleistungen je Stunde bzw. Stück umgerechnet (€ netto). Die Angaben beziehen sich auf die Umsetzungsarbeiten, nicht jedoch Flächenerwerb oder Pacht (s. Kap. 2 und 5). Diese Kosten sind objektbezogen gesondert zu ermitteln.

9.1 Planungskosten

Die Kosten für den Planer werden normalerweise *aufgrund des Zeitaufwandes kalkuliert*; Kostenansatz bei 40 – 50 €/h (nach HOAI für ausgewiesene Fachleute, z.B. Landschaftsplaner bzw. Biologen). Je nach Bearbeitungsstand und Größe des Gebietes kann der Aufwand erheblich differieren, so dass hier keine allgemein gültigen Zeit- bzw. Kostenangaben getroffen werden können. Dabei setzt sich das Aufgabenprofil üblicherweise wie folgt zusammen (s. auch Kap. 6; Teile können objektbezogen entfallen):

- Zusammenstellen und Auswerten von Sekundärdaten
- Eigene Geländeerhebungen
- Erstellen der Planung für den Auftraggeber sowie als Kurzfassung für ggf. erforderliche Genehmigungsverfahren (wasserrechtliche Genehmigung, Genehmigung lt. Waldgesetz)
- Geländeterminale mit Auftraggeber, Vertretern der Naturschutzbehörden, der Wasserwirtschafts- / Landwirtschafts- und Forstverwaltung sowie den Eigentümern
- Informationsveranstaltung(en) mit Eigentümern und Naturschutzbehörde
- Ortsbesichtigungen und Vorgespräche vor Umsetzungsbeginn mit:
 - Privateigentümern oder Mitgliedern privater Naturschutzorganisationen, die bei der Ausführung beteiligt sind (für Entbuschungs- und / oder Anstauarbeiten)
 - Maschinenring (für Entbuschungs- und / oder Anstauarbeiten)
 - Forstfirmen für Entbuschungsarbeiten
 - Baggerunternehmen für Anstauarbeiten vor Angebotserstellung (üblich sind z.B. 3 Firmen für qualifizierte Ausschreibung)
- Angebotseinholung für die verwendeten Materialien (Stammhölzer oder bearbeitetes Holz)
- Ökologische Bauleitung vor Ort für Entbuschungsarbeiten
- Ökologische Bauleitung vor Ort für Anstauarbeiten
- Termin für Bauabnahme mit dem Auftraggeber bzw. Naturschutzbehörde

9.2 Kosten für Umsetzungsarbeiten

Die Preisbeispiele für die folgenden Maßnahmen wurden entsprechend der Vorgaben in den Maßnahmenpaketen (s. Kap. 8), unter Abfrage vergleichbarer, bereits durchgeführter Projekte, ermittelt und sollen der allgemeinen Kostenorientierung dienen:

- **Baustelleneinrichtung bei Baggerarbeiten:**
Diese Kosten fallen durch den Transport des Arbeitsgeräts, d.h. des Moorbaggers, auf einem Tieflader zum Projektgebiet an (bei kurzen Strecken und kleineren Baggern, auch durch landwirtschaftlichen Traktor mit Anhänger). Es werden Kilometer-Pauschalen bzw. Kosten für Transportfahrzeug mit Fahrer je Stunde berechnet. Bei weit entfernten Baustellen können hier ggf. Unterbringungskosten für Personal (Baggerfahrer) einfließen.

- **Vollständige Grabenverfüllung mit Torf mittels Bagger (Zif. 8.1.1):**
 durch ohne Matratzen beweglichen Moorbagger mittlerer Größe,
 einschließlich Sodenabdeckung,
 für Graben von 2-3 m Breite, 1,5 m Tiefe,
 Kostenansatz für Bagger € 60/h; je lfm € 50.-
- **Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, mittels Bagger (Zif. 8.1.2):**
 durch ohne Matratzen beweglichen Moorbagger mittlerer Größe,
 einschließlich Sodenabdeckung;
 für Graben von 0,5 bis 1 m Breite, 1 m Tiefe, je Stück
 Kostenansatz für Bagger € 60/h; Arbeitszeit je Stück: 20 min € 20.-
 Kostenansatz für gleiches Gerät, für flächenhafte
 Schlitzgrabensysteme mit einem Abstand von etwa 12-15 m,
 abschnittsweise Verfüllung an 3 Stellen pro Graben, je ha € 650.-
- **Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, mittels (vorwiegend) manueller Verfahren (Zif. 8.1.3):**

 - *Einbau wasserfester Holzverbundplatten für Wehre von 1,5 m Breite und Tiefe, manuell ausgeführt, je Wehr ca. :*
 Material ca. € 200.-
 Personal: Kostenansatz für freiwillige Helfer: €12/h
 2,5 h / 2 Arbeiter € 60.-
 Summe pro Wehr: € 260.-
 - *Eindrücken der Platten und zusätzliche Torfhinterfüllung mit Kleinbagger bei Wehren mit Breite 1,5-2m, Tiefe 2m:*
 aufgrund der schnelleren Arbeitsmöglichkeit (1 h), werden die Kosten für den Kleinbagger aufgefangen
 (1 h à €48; 1h Helfer à € 12); somit gleicher Preis pro Wehr. € 260.-
 - *Einbau von parallelen, senkrecht gestellten Holzbrettern in Schlitzgräben (Breite 0,5 – 1m; Tiefe bis 1m), mit manueller Torfhinterfüllung*

| | Kostenansatz/ Einheit netto € | erwartete Arbeitszeit bzw. Menge | Preis pro Wehr netto € |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Bretter (Fichte; 200 x 24 mm) incl. Zuschnitt auf 1,50 m Länge, unten schräg angeschnitten, sowie Zangenhölzer (Bretter) | 10.-/m ² | ca. 2 m ² /Stauwehr | 20.- |
| Arbeitszeit: Transport vom Moorrand ins Gelände mittels Traktor etc. | 20.-/h | 0,5 h | 10.- |
| Arbeitszeit: Transport innerhalb des Geländes (mittels Kraxe o.ä.) | 12.-/h | 0,5 h | 6,- |
| Arbeitszeit: Einbau der Bretter von Hand (incl. Torfhinterfüllung an der Grabensohle) | 12.-/h | 2,5 h | 30.- |
| Gesamt je Wehr: | | | 66,- |

- *manueller Einbau von Nut- und Federbrettern in Schlitzgräben mit manueller Torfhinterfüllung*

| | Kostenansatz/ Einheit netto € | erwartete Arbeitszeit bzw. Menge | Preis pro Wehr netto € |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Nut-Feder-Bretter (Fichte) incl. Zuschnitt auf 1,50 m Länge, unten schräg angeschnitten, sowie Zangenhölzer (Bretter) | 60.-/m ² | ca. 2 m ² /Stauwehr | 120.- |
| Arbeitszeit: Transport vom Moorrand ins Gelände mittels Traktor | 20.-/h | 0,5 h | 10.- |
| Arbeitszeit: Transport innerhalb des Geländes (mittels Kraxe o.ä.) | 12.-/h | 0,5 h | 6.- |
| Arbeitszeit: Einbau der Bretter von Hand (incl. Torfhinterfüllung an der Grabensohle) | 12.-/h | 2,5 h | 30.- |
| Gesamt je Wehr: | | | 166,- |

- **Abschnittsweiser Anstau von Gräben und Torfstichen mittels Torfwehren mit Holzverstärkung** (vgl. Zif. 8.2.1)

Für die Wahl des Holztransportgerätes vom Moorrand ins Gelände sind sowohl die Entfernung als auch die jeweiligen Transportkapazitäten zu beachten. Allerdings ist der Einsatz wesentlich von der Befahrbarkeit des Geländes und der Geländegängigkeit des jeweiligen Fahrzeugs abhängig; dabei sind folgende Kostenansätze je Stunde anzunehmen:

| | |
|---|-----------|
| mit landwirtschaftlichem Traktor (Stammhölzer an Ketten befestigt): | 20-30 €/h |
| mit speziellem Moor-Rückefahrzeug (auf Anhänger transportiert): | 80 €/h |
| mit Moortransporttraupe (max. Geschwindigkeit nur 5 km/h): | 100 €/h |
| mit Moorbagger (Stammhölzer an Ketten befestigt): | 50-60 €/h |

Kostenrahmen für Fichtenstammholz : 55-75 €/m³

Die folgende Aufstellung soll durch die Aufschlüsselung die Vergleichsmöglichkeit für künftige Maßnahmen erleichtern; wesentliche Variable ist, bei gleicher Dimensionierung des Stauwehres, der Zeit- und Kostenaufwand für den Holztransport; (Arbeitsgerät: ohne Matratzen beweglicher Moorbagger mittlerer Größe).

| Stauwehr (5m) (Breite oben bis etwa 5m, unten 2 m, Tiefe 1,50 m | Kostenansatz/ Einheit netto € | erwartete Arbeitszeit bzw. Menge | Preis pro Wehr netto € |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Baggerarbeit (incl. Einbau der Rundhölzer und Sodenabdeckung): Maschinen- incl. Personalkosten | 60.-/ h | 8 h | 480.- |
| Ankauf von Fichten- Rundholz, Transport bis Zwischen- lagerplatz vor Ort; je Wehr ca. 9 Stämme à 5 m Ø 0,25 m, einschl. 2 Piloten (= € 75.-/m ³) | ca. 6,50/ lfm | 45 lfm | 290.- |
| Motorsäge zum Ablängen des Holzes (incl. Personalkosten) | 15.-/ h | 2 h | 30.- |
| Transport von Rundholz ins Gelände mittels Rückefahrzeug (100m) | 80.-/ h | 0,5 h | 40.- |
| Gesamt je Wehr: | | | 840.- |

Für *größere Wehre* (mit Holzunterbau und Sodenüberdeckung) wurden beispielhaft die nachfolgenden Preise ermittelt (bei Entfernung von etwa 1 km für den Holztransport mittels Bagger).

Holz mengen berechnung: Die verwendeten Fichten-Stammhölzer werden mit einem durchschnittlichem Stammdurchmesser von 0,25 m angenommen. Bei Gräben mit V-Profil werden oben längere, unten kürzere Stammhölzer in den Grabenrand eingegraben (bei der Mengenberechnung sind durchschnittliche Längen angenommen). Die Anzahl der Piloten richtet sich nach der Wehrbreite; ihre Länge wird hier mit 5 Metern kalkuliert.

| Breite | Tiefe | Kosten für Bagger einschließlich Holztransport im Gelände (netto €) | Holzmenge (netto 6,50 € je lfm) bei Ø 0,25 m | | Kosten netto € |
|--------|-------|--|---|---------------------|-------------------|
| | | | Querlieger | Piloten | |
| 8 m | 2 m | 1.350.- | 64 lfm | 4 Stck / 20 lfm | 1.831.- |
| 10 m | 2 m | 1.500.- | 80 lfm | 6 Stck / 30 lfm | 2.046.- |
| 20 m | 2 m | 2.100.- | 160 lfm | 10 Stck / 50 lfm | 3.465.- |
| 30 m | 2 m | 4.000.- | 240 lfm | 16 Stck / 80 lfm | 6.080.- |

- **Abschnittsweiser Anstau von Torfstichen mittels Torfwehren ohne Holzverstärkung** (vgl. Zif. 8.2.2)

Torfwälle mit Sodenabdeckung lassen sich beispielhaft folgendermaßen kalkulieren (Bau mit ohne Matratzen beweglichen Moorbagger mittlerer Größe).

| Breite | Tiefe | Arbeitszeit (h) | Kosten für Bagger (netto €) |
|--------|-------|-----------------|--------------------------------|
| 10 m | 2 m | 9 | 540.- |
| 20 m | 2 m | 18 | 1080.- |
| 30 m | 2 m | 25 | 1.500.- |

- **Anstau von Torfstichen mittels massiver Holz-Spundwände** (vgl. Zif. 8.2.3)

Materialkosten:

Speziell im Sägewerk angefertigte Nut- und Federbretter aus französischer Eiche, Preise incl. Lieferung bis Moorrand des Projektgebietes (Wurzacher Ried; Angaben D. Patalong, Fa. Blasy & Mader).

16 cm starke Nut- und Federbretter (netto): 170.- €/m²

8 cm starke Nut- und Federbretter (netto): 85.- €/m²

Arbeitszeit: abhängig von der ausgeführten Breite;

kleine Wehre (bis 2,5 m) ca. 1 Tag, 10 m Wehre etwa 5 Tage; extrem breite Wehre (bis 70 m) ca. 2 Wochen.

Materialtransport im Gelände: Teilweise erheblicher Zeitaufwand; Transport mit Rückfahrzeug, Kipper aus umgebauter Pistenraupe, im Extremfall mit Bagger (auf Matratzen) – hier sehr zeitaufwendig (ca. 1 Arbeitstag für 200 m !)

Gesamtkosten (netto €) (aus Gesamtkosten für Material, Transport, Arbeitszeit für Bagger einschließlich Torfhinterfüllung und -überdeckung):

16 cm starke Spundwand fertig eingebaut: 600.- €/je lfm

8 cm starke Spundwand fertig eingebaut: 400.- €/je lfm

- **Stammweise Entnahme nicht hochmoorbürtigen Gehölzaufwuchses** (vgl. Zif. 8.2.4)

Die detaillierte Beispielsberechnung für einzelstammweises Fällen (nach Müggenburg 2001, verändert) dient als Grundlage für vergleichbare Entbuschungsmaßnahmen, die entsprechend der Kosten für Arbeitskräfte, Anfahrt und Materialverwendung bzw. Entsorgung angepasst werden können. Eine Materialentsorgung entfällt bei geringen Bestockungsgraden (Material kann auf der Fläche liegenbleiben).

| 1) Entbuschen mit Motorkettensäge; Kosten netto € | | | | |
|--|-------------|--------------------|-------------|-----------------|
| Arbeitskraft | 13.- | 148,00 Std. | 1.924.- | /ha |
| Motorkettensäge | 5.- | 55,00 Std. | 275.- | /ha |
| Schlepper | 18.-, | 72,00 Std. | 1.296.- | /ha |
| Seilwinde | 8.- | 15,00 Std. | 120.- | /ha |
| Frontlader | 7.- | 72,00 Std. | 504.- | /ha |
| Kipper | 6.- | 24,00 Std. | 144.- | /ha |
| 1. Zwischensumme | | | 4.263.- | /ha |
| 2) An- und Abfahrt | 20.- | 0,50 Std. | 10.- | |
| Gesamtbetrag Pos. 1) + 2) | | | 4.273.- | /ha |
| 3) Gehölzschnittgut von Hand zusammentragen; Kosten netto € | | | | |
| Arbeitskraft / ha | 13.- | 16,00 Std. | 208.- | /ha |
| 1. Zwischensumme | | | 208.- | /ha |
| An- und Abfahrt | 20.- | 0,50 Std. | 10.- | |
| Gesamtbetrag | | | 218.- | /ha |
| Materialentsorgung bzw. Materialverwertung; Kosten netto € | | | | |
| Hackschnitzelerzeugung | | | | |
| Leistung | Einzelpreis | Anzahl | Gesamtpreis | |
| Arbeitskraft / ha | 13.- | 0,30 Std. | 3,90 | /m ³ |
| Häckselmaschine | 28.- | 0,10 Std. | 2,80 | /m ³ |
| Allradschlepper | 18.- | 0,10 Std. | 1,80 | /m ³ |
| Kipper | 6.- | 0,10 Std. | 0,60 | /m ³ |
| 1. Zwischensumme | | | 9,10 | /m ³ |
| 2. Kalkulation Menge: | | 150 m ³ | 1.365.- | /ha |
| 3. An- und Abfahrt | 20.- | 0,50 Std. | 10.- | |
| Gesamtbetrag | | | 1.375.- | /ha |

| | | | | |
|--|-------------|-----------|-------------|--|
| Alternative 1: Schnittgutentsorgung bei Landwirt | | | | |
| Leistung | Einzelpreis | Anzahl | Gesamtpreis | |
| Grüngutentsorgung | 3,50 | 150,00 m³ | 525.- | |
| Gesamtbetrag | | | 525.- | |
| Alternative 2: Schnittgutentsorgung in Kompostieranlage | | | | |
| Leistung | Einzelpreis | Anzahl | Gesamtpreis | |
| Grüngutentsorgung | 6.- | 150,00 m³ | 900.- | |
| Gesamtbetrag | | | 900.- | |

- Anlegen von ebenen Torfterrassen in Handfräsfeldern** (vgl. Zif. 8.2.5)

Entsprechend der technischen Anforderungen, kommen üblicherweise nur Moorbagger, die sich ohne Matratzen bewegen können, für die Terrassierung in Frage. Die Kosten sind nach anfallenden Arbeitsstunden, objektbezogen zu berechnen (Stundensatz ca. 60 € netto zzgl. Baustelleneinrichtung). (Die ca. 15 ha großen Abbaufäche in Schönram wurde mit Schubraupen, Fa. Euflo-BHS, planiert. So konnten große Flächen sehr rasch und kostengünstig bearbeitet werden).
- Entbuschungen mit Harvestern** (vgl. Zif. 8.3.1)

Beim Einsatz von Harvestern sind flächenbezogen Kosten von 1.200 € bis 2.000 € netto je Hektar anzunehmen. Dabei ist die Materialentsorgung bereits eingerechnet:

 - durch Einpressen des Materials in den Moorboden;
 - durch Abtransport des Materials aus den Renaturierungsflächen. Der Unternehmer wird im Vorfeld der Maßnahme Abnehmer für das Material suchen; entsprechend dieser Absatzmöglichkeiten ergibt sich der Preis für das Abräumen der Flächen. Dies gilt besonders bei wirtschaftlich verwertbaren Stammhölzern (z.B. für ehemals aufgeforstete Fichten im Randbereich des Moores).
- Unterbrechung von Drainagen in Hochmoorgrünland** (vgl. Zif. 8.3.3)

Einsatz mittels Kettenbaggers; Anforderungen an einen besonders geringen Auflagedruck, wie in Hochmoor-Heidekrautheiden, sind hier nicht gegeben.

| Kostenansatz (netto €) | Zeitaufwand je Drainageunterbrechung | Kosten je Unterbrechung |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| 35-50 €/ h | 0,30 h | 12 - 16 € |

- Einbau von Sohlschwellen in Gewässer im Randlagg** (vgl. Zif. 8.3.4)

Materialkosten:

Speziell im Sägewerk angefertigte Nut- und Federbretter aus französischer Eiche, Preise incl. Lieferung bis Moorrand des Projektgebietes (Wurzacher Ried; Angaben D. Patalong, Fa. Blasy & Mader).

8 cm starke Nut- und Federbretter (netto): 85.- € je m²

Arbeitszeit: ca. 3 Tage für 2-reihige Spundung, einschließlich Materialtransport.

Materialtransport im Gelände: im Randbereich des Moores bedeutend Zeitaufwand geringer als im zentralen Hochmoorbereich; Transport mit Rückfahrzeug, Bagger (ohne Matratzen) oder Traktor möglich.

Gesamtkosten (netto €) (aus Gesamtkosten für Material, Transport, Arbeitszeit für Bagger): ca. 20 Baggerstunden zzgl. Material und Transport vor Ort.

10 Monitoring der Maßnahmen

Nach Durchführung der Renaturierungsmaßnahmen ist eine Erfolgskontrolle dringend zu empfehlen, um

- eine (vorläufige) Bewertung des Maßnahmenerfolges zu erreichen
- ein ggf. notwendiges „Gegensteuern“ bei unerwünschten, nicht Leitbild-konformen Entwicklungen zu ermöglichen,
- das ökologische Leitbild längerfristig zu überprüfen und anhand neuerer Erkenntnisse objektbezogen anzupassen,
- übertragbare Handlungskonzepte für künftige andere Renaturierungsprojekte zu erarbeiten.

Im Rahmen des „Leitfadens“ wird nur kurz auf die einige Gesichtspunkte hingewiesen, da an anderer Stelle ausführlich darauf eingegangen wird (Projekt des Lehrstuhls für Vegetationsökologie der TU München-Weihenstephan im Auftrag der Regierung von Oberbayern, 2002; wird als Kurzfassung als „Leitfaden zum Monitoring und zur Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen in Hoch- und Zwischenmooren Bayerns“ publiziert).

Als Monitoring-Verfahren bieten sich z.B. an:

- Luftbildgestützte Verfahren zur Analyse der Pflanzendecke anhand von Infrarot-Falschfarben-Luftbildern,
- Einrichtung von fest vermarkten Dauerbeobachtungsflächen zur Untersuchungen der Vegetationsentwicklung anhand standardisierter Aufnahmeverfahren (Braun-Blanquet; verfeinertes Braun-Blanquet-Verfahren; Frequenzverfahren für Indikatorarten; s. PFADENHAUER 1997) in großmaßstäblichen Aufnahmeflächen (z.B. 2 x 2 Meter).
- Anlage faunistischer Dauerbeobachtungsflächen für Zielarten entsprechender Artengruppen (vgl. BRÄU 2001).
- Als „Grundprogramm“ ist eine Fotodokumentation in jedem Falle notwendig (s. 6.2.6).

Die Erstaufnahme sollte in jedem Fall *vor Maßnahmenbeginn* erfolgen, Wiederholungen sollten in zunächst kurzen, dann längeren Zeitabständen durchgeführt werden (z.B. Aufnahme 1 Jahr, 2 Jahre, 5 Jahre, 10 Jahre, 20 Jahre nach Umsetzung).

Anhang I

Glossar

Abkürzungen:

| | |
|--------------|--|
| DLE | Direktion für Ländliche Entwicklung |
| LBP | Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau |
| LWF | Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft |
| LRA | Landratsamt |
| FoA | Forstamt |
| Reg. v. OBB. | Regierung von Oberbayern, Höhere Naturschutzbehörde |
| WWA | Wasserwirtschaftsamt |
| UNB | Untere Naturschutzbehörde |
| EBE | Ebersberg |
| GAP | Garmisch-Partenkirchen |
| LL | Landsberg/Lech |
| RO | Rosenheim |
| TÖL | Bad Tölz-Wolfratshausen |
| TS | Traunstein |
| WM | Weilheim-Schongau |
| WÜ | Würzburg |
| AHO | Arbeitskreis Heimische Orchideen |
| BUND | Bund Naturschutz (Bayern) |
| LBV | Bayerischer Landesbund für Vogelschutz |
| ABSP | Arten- und Biotopschutzprogramm |
| PEPL | Pflege- und Entwicklungsplan |
| ZE | Zustandserfassung |
| Hh | Hochmoortorf |
| Hü | Übergangsmoortorf |
| Hn | Niedermoortorf |
| EA | Erschwernisausgleich für Feuchtflächen |
| VNP | Vertragsnaturschutzprogramm |
| UVV | Unfallverhütungsvorschriften |

Erläuterungen:

| | |
|----------|--|
| Akrotelm | Nach INGRAM 1983 (in: PFADENHAUER 1997): Oberste Schicht (15-40 cm) der Hochmoorpflanzendecke, aus Torfmoosen aufgebaut und durchwurzelt, durch Moorwasserspiegelschwankungen betroffen. Im Falle eines ökologische intakten Akrotelms besitzt dieser eine hohe Wasserleitfähigkeit; hier finden die Auf- und Abbauprozessen der organischen Substanz statt, die für ein Moorwachstum verantwortlich sind. |
| Katotelm | Schicht unter dem Akrotelm; ständig wassergesättigte Torfakkumulationszone mit stärker zersetztem, weniger wasserdurchlässigem Torf. Mächtigkeit und Wasserleitfähigkeit sind entscheidend für den Wasserhaushalt des Regenmoores. |

| | |
|--------------------|--|
| Stratigraphie | Boden- bzw. Torfschichtfolge in Mooren |
| euminerobionte Art | Pflanze, die auf einem weitem Spektrum von Mineralbodenwasser- gespeisten Moorstandorten wächst. |
| ombrotrophente Art | Pflanze, die auf rein vom Regenwasser gespeisten Moorstandorten wächst. |
| SW | Stauwehr |
| SW-Kette | Abfolge mehrerer Stauwehre entlang eingestautem Graben; ergibt längs des Höhenprofils eine Abfolge von Staubecken abgestufter Höhenlage |
| Rundhölzer | entastete Baumstämme (i.d.R. Fichte) |
| Querlieger | Bei Stauwehrunterbau aus Baumstämmen: Quer zum Grabenprofil, in die gewachsenen Grabenränder eingebaute Rundhölzer; dann mit Torf hinterfüllt; meist auch mit Torf überdeckt |
| Pilot | senkrecht in den gewachsenen Mooruntergrund eingerammter Rundholzstamm zur Sicherung von Querliegern |
| Oberwasser | eingestauter Grabenbereich längs des Höhenprofils oberhalb des betreffenden Stauwehres gelegen |
| Unterwasser | Grabenbereich längs des Höhenprofils unterhalb des betreffenden Stauwehres gelegen |
| Baggerkosten | bei Maschinen- und Personaleinsatz; jeweils mit Baggerführer |
| Matratzen | Hilfsmittel zur Fortbewegung bei extrem weichen Böden; Hartholzunterlagen (Bodenauflagen von ca. 5 x 1 m Größe), umschichtig zur Fortbewegung mittels Baggergreifarm umgesetzt (bei Kettenbaggern mit besonders geringem Bodendruck nicht erforderlich) |
| Baggerkanal | durch Torfabbau mittels Bagger entstandene Exkavation in der gewachsenen Mooroberfläche |
| Torfrücken | gewachsene Mooroberfläche zwischen Gräben bzw. Torfstichen |
| Grabenschulter | Oberer Rand des Grabens im Übergang zum angrenzenden Torfrücken; letzterer aufgrund von Sackung und Mineralisation meist zum Graben hin (bis zu 1 m) im Vergleich zu den Torfrücken abgesenkt. |

Quellennachweis und weiterführende Literatur

- [1] AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Hannover.
- [2] AGL-SCHWABEN (1997): Zustandserfassung für das geplanten NSG Sulzschneider Moore und Lohbachtal (Lkr. Ostallgäu). Unveröff. Gutachten im Auftrag der Regierung von Schwaben. Egling a.d. Paar.
- [3] AGL-SCHWABEN (1997): Zustandserfassung für das geplanten NSG Weihermoos (Lkr. Ostallgäu). Unveröff. Gutachten im Auftrag der Regierung von Schwaben. Egling a.d. Paar.
- [4] ANWANDER, H. (2001): Artenhilfsprogramm für gefährdete Tagfalter der voralpinen Moorregion. Schr. R. BayLfU, Heft 156: 319-339.
- [5] BAUER, A. (2001): Pflege und Entwicklung von Hochmooren aus der Sicht der Forstdirektion Oberbayern-Schwaben. Vortragsmanuskript ANL-Workshop: Pflege und Entwicklung von Hochmooren, 23./24.4.2001. Laufen.
- [6] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2000): Moorentwicklungskonzept Bayern. Schlußbericht der Pilotphase, Kurzfassung.
- [7] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (2002): Moorentwicklungskonzept Bayern. Gestuftes Auswahlverfahren der Moorhandlungsschwerpunkte. Stand 1.4.2002. Ref. 5/1.
- [8] BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ & RINGLER; A. (2002): Vorschlagsliste Moorhandlungsschwerpunkte Bayern. Stand Januar 2002.
- [9] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1983): Richtlinien zur Förderung landschaftspflegerischer Maßnahmen (Landschaftspflege-Richtlinien). In: Amtsblatt des BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN, Nr. 4: 33-36.
- [10] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2002): Informationen zu den Landschaftspflege Richtlinien im Internet.
- [11] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2002): Merkblatt zum Bayerischen Vertragsnaturschutzprogramm -VNP und zum Erschwernisausgleich für Feuchtflächen - EAF. Stand Januar 2001.
- [12] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (2002): Informationen zum Bayerischen Naturschutzfonds im Internet [<http://www.umweltministerium.bayern.de/aktiv/nsf.htm>]
- [13] BOSCH & PARTNER GmbH (2001): Renaturierung von land- und forstlich genutzten Hoch- und Übergangsmoorflächen in Mooseurach. Endbericht der Projektlaufzeit 1992-2000. Gefördert durch die Allianz Umweltstiftung. München.

- [14] BRÄU, M. (2001): Tierökologische Aspekte bei der Pflege von Hoch- und Übergangsmooren. Vortrag ANL-Lehrgang: Ökologie und Management von FFH-Lebensräumen: Hoch- und Übergangsmoore. 1.-20.6.2001. Laufen. Begleitmaterial.
- [15] BRIEMLE, G. (1980): Untersuchungen zur Verbuschung und Sekundärbewaldung von Moorbrachen im südwestdeutschen Alpenvorland. Diss. Bot. 57, 286 S.
- [16] BUNDESAMT FÜR UMWELT; WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL), (Hrsg.) (1998): Praxishilfe. Technische Maßnahmen zur Regeneration von Hochmooren. Bern, Schweiz.
- [17] BUNDESAMT FÜR UMWELT; WALD UND LANDSCHAFT (BUWAL), (Hrsg.) (1999): Praxishilfe. Technische Maßnahmen zur Regeneration von Hochmooren, Nachtrag 1999. Bern, Schweiz.
- [18] DRÖSLER, M. (2001): Klimaschutz durch Moorschutz? Entwicklungspotential von biologischen Senken durch Hochmoorrenaturierung. Vortrag ANL-Lehrgang: Ökologie und Management von FFH-Lebensräumen: Hoch- und Übergangsmoore. 1.-20.6.2001. Laufen. Begleitmaterial.
- [19] HAAB, R. (2001): Abiotische Rahmenbedingungen und Hydrologie in intakten und degenerierten Mooren – Konsequenzen für die Planung und Praxis von Regenerationsmaßnahmen. Vortrag ANL-Lehrgang: Ökologie und Management von FFH-Lebensräumen: Hoch- und Übergangsmoore. 1.-20.6.2001. Laufen. Begleitmaterial.
- [20] KRÜGER, G.M. (1998): Wasserbauliche Maßnahmen im Wurzacher Ried. Planung, Bauausführung, Ergebnisse. - In: WEISSER; H., RENNER, F.: Zehn Jahre Naturschutzgroßprojekt Wurzacher Ried. Ökologie und Naturschutz, 6. Margraf-Verlag, Weikersheim.
- [21] MEIER, W. (1999): Moorkartierung des BN im Landkreis Weilheim-Schongau. Vorschlag des LfU im Rahmen der Abstimmung mit dem MEK. Unveröff. Manuskript.
- [22] MEIER, W. (2001): Moore im Landkreis Landsberg a. Lech. Ergebnisse einer Bestandsaufnahme. in: Aktuelle Beiträge zum Moorentwicklungskonzept Bayern. Schr. R. BayLfU, Heft 161: 9-39.
- [23] MÜGGENBURG, G. (2001): Technische Maßnahmen zur Wiedervernässung von Hochmooren. Vortrag ANL-Lehrgang: Ökologie und Management von FFH-Lebensräumen: Hoch- und Übergangsmoore. 1.-20.6.2001. Laufen. Begleitmaterial.
- [24] PABSCH; E. (1989): Planung und Ausführung von Baumaßnahmen für das „Renaturierungsprojekt Rotes Moor“.- TELMA, Beiheft 2: 67-75.
- [25] PAUL, H. & RUOFF, S. (1927): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. I. Teil. Moore im außeralpinen Bereich der diluvialen Salzach-, Chiemsee- und Inn-Gletscher. Ber. Bay. Bot. Ges, 19: 1-84.
- [26] PAUL, H. & RUOFF, S. (1927): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil. Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher. Ber. Bay. Bot. Ges, 20: 1-264.

- [27] PFADENHAUER, J., SIUDA, C., KRINNER, C., LIPSKY, H. & BRÄU, M. (1990): Ökologisches Entwicklungskonzept Kendlmühlfilzen. Schr. R. BayLfU, Heft 91, 61 S.
- [28] PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie. Ein Skriptum. 2 Aufl.- IHW-Verlag Eching.
- [29] PFADENHAUER, J. (1998a): Grundsätze und Modelle der Moorrenaturierung in Süddeutschland.- TELMA 28: 251-272, Hannover.
- [30] PFADENHAUER, J. (1998b): Renaturierung von Mooren im süddeutschen Alpenvorland. In: ANL (Hrsg.): Neue Aspekte der Moornutzung. Laufener Seminarbeitr. 6/98:9-24, Laufen.
- [31] POSCHLOD, P. (1990): Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren des bayerischen Alpenvorlandes unter besonderer Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren.- Diss. Bot. 152. 331. S.
- [32] RADLMAIR, S. (2000): Biotopverbund Eggstätt-Hemhofer Seenplatte und Seeoner Seen. Machbarkeitsstudie zur Renaturierung von Mooren im Projektgebiet (mit Schwerpunkt im Hochmoorbereich). Unveröff. Gutachten im Auftrag des Bayer. Naturschutzfonds und der Landratsämter Rosenheim und Traunstein.
- [33] RADLMAIR, S. (2001): Eigentumsrechtliche und finanzielle Aspekte bei der Renaturierung von Mooren mit Beispielen aus dem Biotopverbund Eggstätt-Hemhofer Seenplatte und Seeoner Seen. Vortragsmanuskript ANL-Workshop: Pflege und Entwicklung von Hochmooren, 23./24.4.2001. Laufen.
- [34] RINGLER, A. (1998): Moorentwicklung in d Bayern post 2000: Dezentral, kooperativ, aber nicht ziellos. In: ANL (Hrsg.): Neue Aspekte der Moornutzung. Laufener Seminarbeitr. 6/98:109-152, Laufen.
- [35] RINGLER, A. (2000): Moortypen und Moorregionen in Bayern; unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BayLfU.
- [36] RINGLER, A. (2002): Handlungsschwerpunkt Lobachmöser-Kirchthaler Filz. Handlungsschwerpunkt Weihermoos bei Holzleuten. unveröffentlichtes Manuskript im Auftrag des BayLfU.
- [37] SCHNEEBELI, M. (1991): Hydrologie und Dynamik der Hochmoorentwicklung. Diss. Nr. 9366, ETH Zürich. 133 S.
- [38] SCHMEIDL, H., SCHUCH, M. & WANKE, R. (1970): Wasserhaushalt und Klima einer kultivierten und unberührten Hochmoorfläche am Alpenrand. Schriftenreihe Kuratorium Kulturbauwesen. Hamburg. Heft 19: 1-174
- [39] SCHOPP-GUTH, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften. Schr.r. Landschaftspflege u. Natursch., Heft 57. BFN, Bonn-Bad Godesberg. 219 S.
- [40] SCHÖNFELDER, P. & BRESINSKY, A. (Hrsg.) (1990): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. Verlag E. Ulmer, Stuttgart. 752 S.

- [41] SIUDA, C. (1995) Renaturierung eines teilentwässerten Hochmoores im südlichen Oberbayern (Weidfilz), Telma, Bd. 25, S. 193-202.
- [42] SIUDA, C. (1998): Technische Maßnahmen der Wiedervernässung und rechtliche Aspekte. In: ANL (Hrsg.): Neue Aspekte der Moornutzung. Laufener Seminarbeitr. 6/98:161-164. Laufen.
- [43] SLIVA, J., KUHN, G., WILD, U., SCHLEIFER, H.-J., KURZ, M. & PFADENHAUER, J. (1998): Methoden der Inventarisierung und Bewertung der bayerischen Moore - als Grundlage für ein Moorentwicklungskonzept. In: ANL (Hrsg.): Neue Aspekte der Moornutzung. Laufener Seminarbeitr. 6/98:65-78, Laufen.
- [44] SLIVA, J., MARZELLI, M., PFADENHAUER, J. (2000): Renaturierung von landwirtschaftlich genutzten Niedermooren und abgetorften Hochmooren. Schr.r. LFU, Heft 148. 160 S.
- [45] SUCCOW, M. (1988): Landschaftökologische Moorkunde. Gebrüder Bornträger. Berlin, Stuttgart. 340 S.
- [46] SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftökologische Moorkunde. 2. völlig neu bearbeitete Auflage. Schweizerbart, Stuttgart.
- [47] ZOLLNER, A. (1993): Renaturierung von bewaldeten Mooren im oberbayerischen Staatswald.- TELMA 23: 297-359, Hannover.
- [48] ZOLLNER, A., NÜSSLEIN, S. & ZANDER, J. (1995): Untersuchungen zur Renaturierung von bewaldeten Moorflächen.- TELMA 25: 203-216, Hannover.
- [49] ZOLLNER, A. & CRONAUER, H. (1997): Wiedervernässung und Durchforstung als Maßnahmen zur Renaturierung bewaldeter Moore in Bayern - Erste Versuchsergebnisse.- TELMA 27: 91-105, Hannover.
- [50] ZOLLNER, A., JORDAN, & FETZ, R. (1996): Gemeinsames Rahmenkonzept von LWF, LBP und LfU zur Renaturierung der Koller- und Hochrunstfilze, im Auftrag des Bayer. Landtages.
- [51] ZOLLNER, A., EWALD, J. & KETTERER, K. (2001): Die Abhängigkeit der Vegetation eines südostbayerischen Hochmoores von Entwässerung und sekundärer Bewaldung; TELMA 31; 231-247; Hannover
- [52] ZOLLNER, A. (2002): Möglichkeiten und Grenzen von waldbaulichen Pflegemaßnahmen bei der Renaturierung von bewaldeten Mooren; Abschlussbericht eines Forschungsvorhabens der Bayer. Staatsforstverwaltung; 100 S.; (n.P.)

Informanten zu technischen Fragen, Kosten und Details zu den Beispielsgebieten

Herr H. Anwander, Ettenbeuren: Projektleiter Renaturierungsprojekt Breites Moos, Landkreis Landsberg a. Lech.

Frau L. Antwerpen, Landratsamt Traunstein. Untere Naturschutzbehörde: Angaben zu den Beispielsgebieten Kendlmühlfilze und Ödmoos.

Frau M. Bernrieder, Königsdorf: Fa. Bosch & Partner, München. Angaben zum Beispielsgebiet Mooseurach.

Herr Frisch, Landratsamt Marktoberdorf. Untere Naturschutzbehörde: Angaben zu den Testgebieten Kirchthalerfilze und Weihermoos.

Herr B. Haas, Landratsamt Garmisch-Partenkirchen. Untere Naturschutzbehörde: Angaben zum Beispielsgebiet Röthenbachfilze.

Herr Harsch, Kempten, Büro ASW: Angaben zum Testgebiet Kirchthaler Filze.

Frau H. Hobmeier, Herr W. Renger, Fa. Hobmeier, Bodenkirchen; Fachfirma für Moorrenaturierungsarbeiten.

Herr J. Kaschek, Landratsamt Bad Tölz-Wolfratshausen. Untere Naturschutzbehörde: Angaben zu den Beispielsgebieten Altenberg- und Spatenbräufilz.

Frau D. Lemp, Landschaftspflegeverband Ebersberg: Projektleitung ABSP-Umsetzungsprojekt „Brucker Moos“.

Frau G. Müggenburg, Maschinenring Rosenheim: Planung und Umsetzung im Beispielsgebiet Ödmoos sowie aktuelle Kostenansätze für landschaftspflegerische Leistungen.

Herr D. Patalong, Fa. Blasy & Mader, Eching a. Ammersee: Details zur Moorrenaturierung im Wurzacher Ried.

Frau E. Pleyl, Zentrum für Umwelt und Kultur, Benediktbeuern: Angaben zum Beispielsgebiet Mühlecker Filze.

Frau B. Reif, LBV Wolfratshausen: Angaben zum Beispielsgebiet Spatenbräufilze.

Frau Schneider, Biosphärenreservat Bayerische Rhön: Angaben zum Beispielsgebiet Schwarzes Moor.

Herr Dr. J. Sliva, Lehrstuhl für Vegetationsökologie: Angaben zu Renaturierungsmaßnahmen in den Koller- und Hochrunstfilzen sowie allgemeine ökologische Angaben.

Frau Stadlhuber, Herr Mangstl: Landratsamt Rosenheim. Untere Naturschutzbehörde: Angaben zum Beispielsgebiet Damberger Filze und allgemeine Angaben zu Finanzierungsfragen.

Herr K. Stahuber, Forstdirektion Oberbayern-Schwaben: Angaben zum Beispielsgebiet Mühlecker Filze.

Herr P. Staubli, Büro Beck & Staubli Umweltmanagement und Naturschutzmanagement, Oberägeri, Schweiz: Renaturierungspraxis in Schweizer Hochmooren.

Herr W. Steinbach, Landratsamt Landsberg/Lech. Untere Naturschutzbehörde. Angaben zum Beispielsgebiet Breites Moos.

Herr R. Strohwasser, Steinholz: Projektleiter Life-Projekte I und II „Südlicher Chiemgau“. Angaben zu den Beispielsgebieten Kendlmühl- und Damberger Filze. Angaben zum Testgebiet Weihermoos bei Holzleuten.

Herr. J. Wölfl, Landratsamt Weilheim-Schongau. Untere Naturschutzbehörde. Angaben zum Beispielsgebiet Weidfilz bei Seeshaupt.

Herr A. Zollner, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) Freising: Angaben zur Praxis der Moorrenaturierung in Mooren der Staatsforstverwaltung.

Fotodokumentation und erläuternde Skizzen



Foto 1. Moorkolk im südwestlichen Teil der Hochmoorweite des Schwarzen Moores, bayerische Rhön, Landkreis Rhön-Grabfeld; Blick nach Nordwesten; September 2000



Foto 2. Der Wasserstand des Moorkolks wird durch ein Stauwehr (links) stabilisiert; Blick von annähernd dem selben Standort nach Südwesten; Dezember 2001



Foto 3. Vollständige Grabenverfüllung mit Torf durch Bagger (Maßnahme 8.1.1; Schwarzes Moor, Rhön; 8/2000): Torfentnahme zur Grabenverfüllung im Umgriff



Foto 4. Eindrücken des Torfs zur Grabenverfüllung



Foto 5. Verfüllung des Grabens: Sodenabdeckung zum Schluss

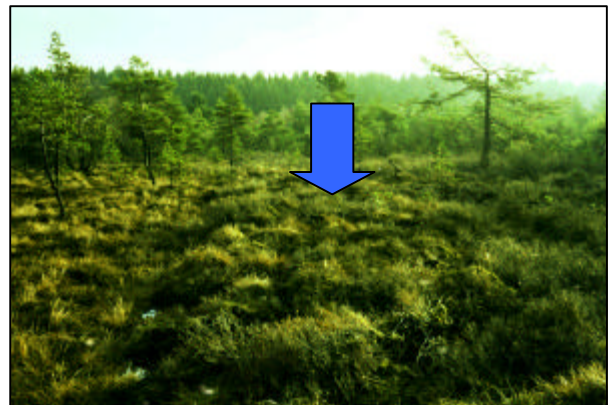


Foto 6. Verfüllter Graben nach Beendigung der Arbeiten



Foto 7. Maßnahme 8.1.2 Partielle Grabenverfüllung: Ausgraben der Grabensohle



Foto 8. dto.



Foto 9. Maßnahme 8.1.2: Sodenabdeckung des Torfwalls zur partiellen Grabenverfüllung; Fotos 7-9: Moor östlich Eschenau, Lkrs. Rosenheim 4/2002



Foto 10. Flächenhafte Vernässung im Umgriff eines partiellen Schlitzgrabenanstaus, 8 Monate nach Bau; Schechenfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau; 4/2002



Foto 11. Maßnahme 8.1.3: Einbau von wasserfesten Holzverbundplatten.



Foto 12. Fertige Stauwehrrkette. Fotos 11/12; H.Anwander: Breites Moos; Lkrs. Landsberg/Lech



Foto 13. Maßnahme 8.1.3: Manuell eingebautes Holzbretterwehr mit Torfhinterfüllung an der Grabensohle. Anstauwirkung nur im direkten Grabenumgriff. Spatenbräufilz, Lkrs. Bad Tölz-Wolfratshausen. 12/2001



Foto 14. Maßnahme 8.1.3: Manuell eingebautes Wehr aus Nut- und Federbrettern mit Torfhinterfüllung an der Grabensohle. Anstauwirkung nur im direkten Grabenumgriff. Mühleckerfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau. 12/2001

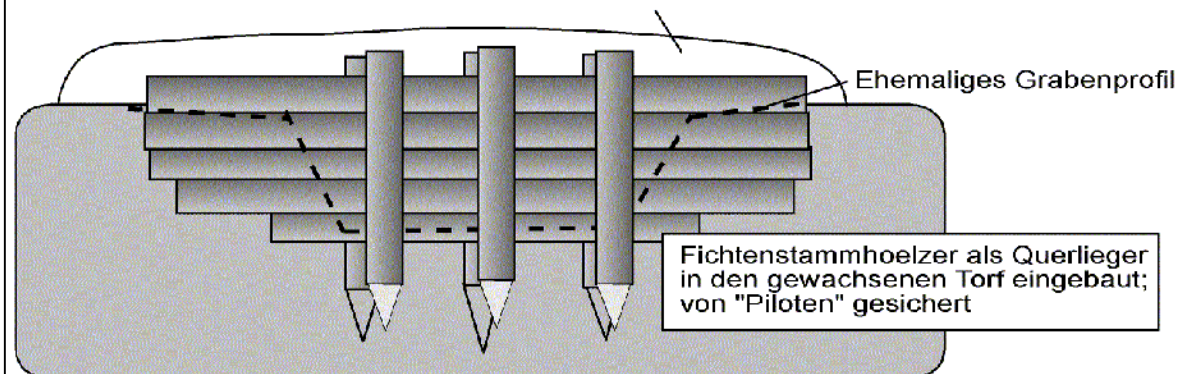
Stauwehr für größere und große Graeben: Maschinell einzubauen mittels Bagger (schematisiert)

Kronenbreite an der gewachsenen Grabenschulter: 4- 12 m
Grabentiefe (einschließlich weicher Torfschlammschichten): 1,90 -3,50 m

Bauprinzip:

Einbau von querliegenden Fichtenstammhoelzern, Sicherung mit senkrechtstehenden Piloten; Torfentnahme für die Torfüberdeckung der Holzkonstruktion möglichst aus dem direkten Umgriff des Stauwehrs (Greifarmreichweite des Baggers), aber immer nur "oberhalb" des Stauwehrs, da sonst das Widerlager unterhalb des Stauwehrs geschwaecht wird.

Torfüberdeckung insgesamt 1 m überhoeht, da ca. 0,5m Sackung eintritt, wenn moeglich auch Abdeckung mit Vegetationssoden; Breite der Torfhinterfüllung der Holzkonstruktion: mindestens 5 m



Skizze 1. Bauprinzip Stauwehr mit Holzverstärkung
entsprechend Maßnahme 8.2.1



Foto 15. Maßnahme 8.2.1: Ausheben der Grabensohle vor Einbau des Holzgerüsts. Röthenbachfilz, Lkrs. Garmisch-Partenkirchen. 12/2000.



Foto 16. Einrammen der senkrechten Stützhölzer („Piloten“). Fotos 16-18: Sindelsbachfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau. 1/2002.



Foto 17. Einbau der querliegenden Rundhölzer.



Foto 18. dto.



Foto 19. Fertiger Holzunterbau.



Foto 20. Torfverfüllung des Holzunterbaus. Foto 19/20 Röhrenbachfilze, Landkreis Garmisch-Partenkirchen; 12/2000.



Foto 21. Verfüllung und Sodenüberdeckung an Stauwehr.

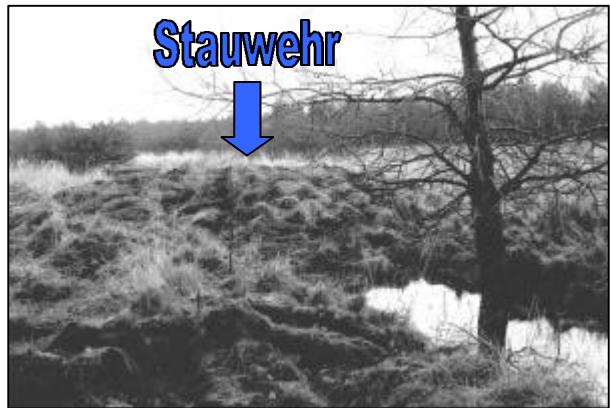


Foto 22. Fertiges Stauwehr. Fotos 21/22 Schwarzes Moor, Landkreis Rhön-Grabfeld; 12/2001.

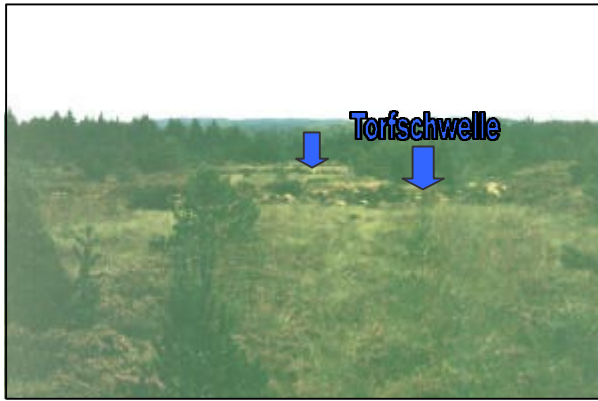


Foto 23. Flache Torfschwelle ohne Holzunterbau (Pfeile) (Maßnahme 8.2.2); direkt nach Bau. 8/2001.

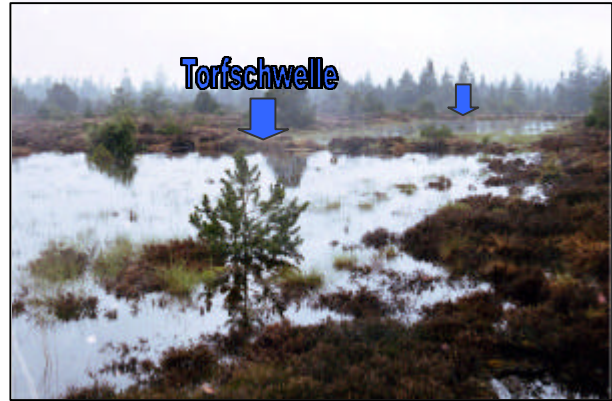


Foto 24. dto. mehrere Monate nach Einbau; 4/2002. Fotos 23/24 Schechenfilz, Landkreis Weilheim-Schongau.



Foto 25. Einschlagen von massiven Holzspundwänden (Maßnahme 8.2.3).



Foto 26. dto. – Ansicht der doppelreihigen Bauweise der massiven Nut- und Feder-Spundwände.



Foto 27. Fertiges Wehr aus massiven Holzspundwänden im Graben; hell: Jutenetz zur Sicherung des Torfes vor Erosion.

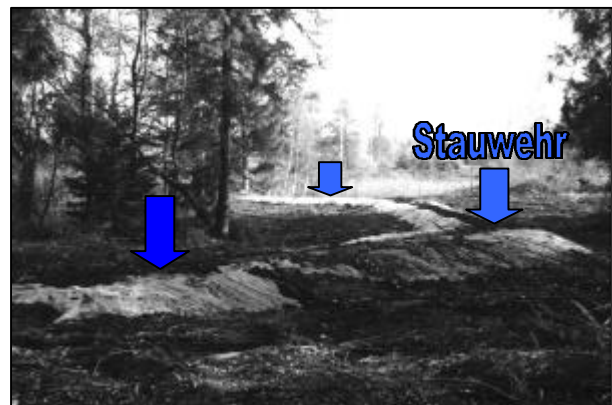


Foto 28. dto. – jedoch als quasi endlos gebautes Wehr. Fotos 25-28 (D. Patalong) aus dem Wurzacher Ried, Baden-Württemberg; 1995.

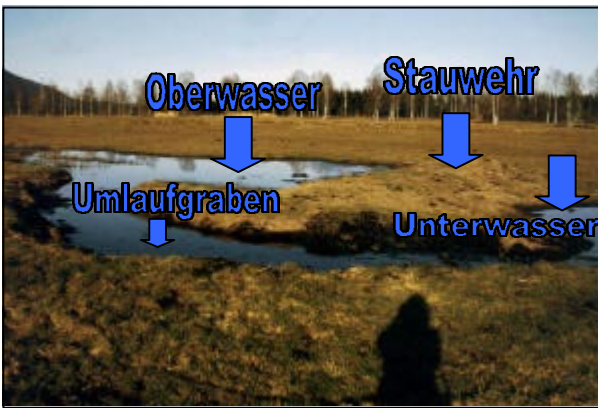


Foto 29. Umlaufgraben um Wehr mit Holzunterbau und Sodenabdeckung in Hochmoorgrünland (Maßnahme 8.3.2)

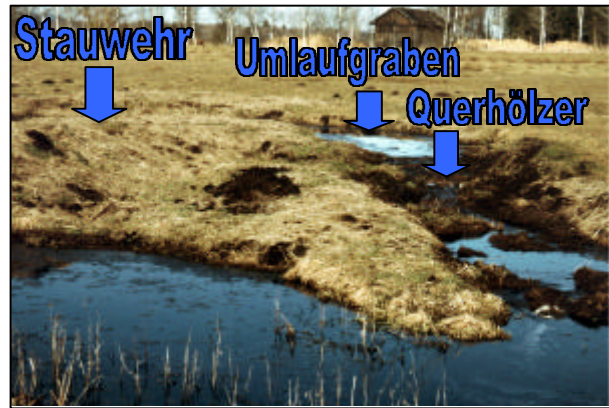


Foto 30. Umlaufgraben mit quer eingebauten Fichtenrundhölzern (Pfeil) zur Sohlsicherung.



Foto 31. Angestauter Grabenabschnitt zwischen 2 Stauwehren in Hochmoorgrünland. Fotos 29-31: „Klosterland“ des Zentrums für Umwelt und Kultur, Benediktbeuern, Lkrs. Bad Tölz-Wolfratshausen; 2/2002.



Foto 32. Angestauter Grabenabschnitt zwischen 2 Stauwehren in naturnahem Hochmoor (hemerobischer Moortyp B): Schwingdeckenbildung aus *Sphagnum cuspidatum*, 7 Jahre nach SW-Bau; Weidfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau; 4/2002.

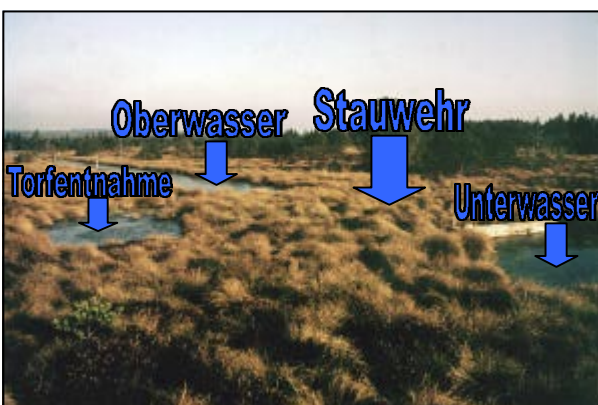


Foto 33. Zwei angestaute Grabenabschnitte (im Hintergrund Oberwasser, im Vordergrund rechts Unterwasser – in der Mitte Stauwehr). Im Mittelgrund links Torfentnahmestelle (als Tümpel ausgebildet), diese jeweils als leichte Mulde mit den angestauten Grabenabschnitten verbunden. 7 Jahre nach SW-Bau; Weidfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau; 12/2001.

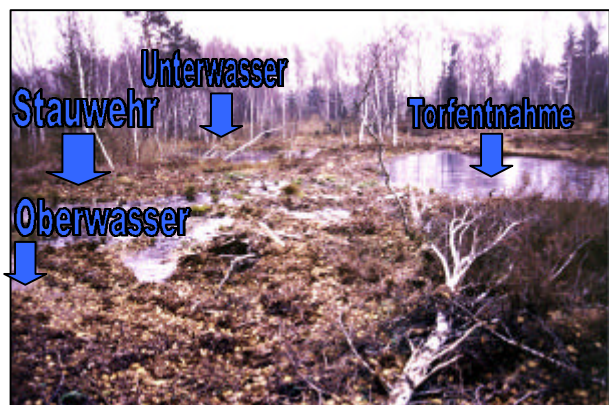


Foto 34. Angestauter Grabenabschnitt (links Vordergrund) im Übergang zu Torfentnahmestelle (rechts Mittelgrund) dazwischen Stauwehr (links Hintergrund). Röthenbachfilze, Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Dez. 2000 (direkt nach Bau). Starkniederschläge können über den Tümpel der Torfentnahmestelle in die angrenzende Fläche und in den unteren, angestauten Grabenabschnitt abfließen



Foto 35. Einbau von massiven Holzspundwänden zur Sohlensicherung von Bächen im Randlagg (Maßnahme 8.3.4)



Foto 36. dto.



Foto 37. Fertige Sohlschwellen aus massiven Holzspundwänden; Randbereich des Wurzacher Rieds, Baden Württemberg. Fotos 35-37 D. Patalong, 1997.



Foto 38. Holztransport vor Ort mit dem Traktor. Streuwiese östlich des Sindelsbachfilz, Lkrs. Weilheim-Schongau; 1/2002.



Foto 39. Holztransport mit dem Bagger. Röthenbachfilz, Lkrs. Garmisch-Partenkirchen; 12/2000.

Beispiele missglückter bzw. nicht empfehlenswerter Maßnahmen:



Foto 40. Manuell eingebautes Stauwehr in Schlitzgraben aus senkrechten Holzstämmen ohne Torfhinterfüllung: undicht. Spatenbräufilz, Lkrs. Bad Tölz-Wolfratshausen; 1/2002.



Foto 41. Stauwehr aus Nut- und Federbrettern (manuell eingebaut mit manueller Torfhinterfüllung): SW hält dem Wasserdruck seitlich nicht stand; Nut- und Federbretter werden auseinander gebogen (Pfeil).



Foto 42. dto. Nahaufnahme.



Foto 43. dto. seitliche Aufnahme. Verformung des Stauwehrs in Richtung Unterwasser. Fotos 41-43 Mühleckerfilze, Lkrs. Weilheim-Schongau; 1/2002.



Foto 44. Bretterwehr (mit Kleinbagger eingebaut) mit zu geringer Anstaubreite – daher von unterhalb liegendem Stauwehr mit Holzunterbau (mit Moorbagger eingebaut) „überstaut“. Altenbergfilz bei Dietramszell, Lkrs. Bad Tölz-Wolfratshausen. 1/2002.



Foto 45. Bagger in altem Handtorfstich „versunken“ – er musste mit 2 Seilwinden und 2 Traktoren geborgen werden. Röthenbachfilze, Lkrs. Garmisch-Partenkirchen; 12/2000.

Anhang II

Leistungsrahmen für Planungskonzepte der Hochmoorrenaturierung

(im Einzelfall anzupassen und zu ergänzen)

Grundlage: Leitfaden von C. Siuda (2002) in Zusammenarbeit mit W. Meier, LfU

1. Zusammenstellung und Auswertung von Sekundärdaten

- Daten zum Standort (Geologische Karte, Konzeptbodenkarte etc.)
- Biotopkartierung, ASK, ABSP-Landkreis-Band
- Naturschutzfachliche Gutachten zum Moorgebiet (NSG-ZE, FFH-Managementplan etc.)
- Besitzverhältnisse: Unterscheidung hinsichtlich Privateigentum (ohne Einzelangaben), Eigentum öffentlicher Eigentümer (einschließlich Staatsforstflächen), Eigentum von Naturschutzorganisationen etc.

2. Geländeerhebungen/Kartierungen

- Hydrologisches Einzugsgebiet, Vorfluter, Grabensystem (ggf. Nivellement)
- Nutzungen, Schäden
- Vorhandene Torfstiche
- Pflanzendecke mit Kennartengruppen und Dominanzverhältnissen
- Fotodokumentation (ca. 30 Fotos als Dias oder in digitaler Form auf CD-ROM)

3. Ausarbeitung der Planung in Text und Karte (möglichst auf Grundlage von Ortholuftbildern mit integrierter Flurkarte)

- Festlegung des Moortyps (nach Hemerobiegrad) und Darstellung des Renaturierungsziels
- Beschreibung des Maßnahmenpakets (Grabenverfüllung, Anstau, Entbuschung etc.) mit Vorgehensweise
- Material-, Maschinen- und Personaleinsatz
- Kostenschätzung der Maßnahmen
- Vorschlag für das Monitoring

4. Sonstige textliche Hinweise

- Abstimmungsbedarf mit zuständigen Fachbehörden/ Wasserrechtsverfahren
- Geeignete Firmen für die Umsetzung
- Maßnahmenträger



**Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz**

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