



Praxishilfe zur Regeneration von Hochmooren im Kanton Zürich

**Herausgeber**

Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz
Dezember 2009

Autoren

Fridli Marti, quadra Mollis gmbh
Xaver Jutz, pluspunkt Natur
Roland Haab, Naturplan

Titelbild

Einbringen einer Spundwand für den Grabenaufstau im Ambitzgi- / Bändlerried
(Foto: Xaver Jutz)

Inhaltsverzeichnis

Ziel der Praxishilfe	4
1. Einleitung	5
2. Ziele einer Hochmoorregeneration	6
3. Übersicht Massnahmen im Kanton Zürich	7
4. Erfahrungen zum Projektablauf	8
4.1 A - Abklärungen	9
4.2 B - Projektierung	10
4.3 C - Bau	10
4.4 D - Erfolgskontrolle	12
4.5 Hinweise zu Pflegemassnahmen	12
5. Beispiele von Regenerationsmassnahmen und erste Erfahrungen damit	13
5.1 Erfahrungen zur Erfolgskontrolle	21
5.2 Probleme	21
6. Gehölzpflege	21
7. Fazit und Empfehlungen	22
8. Literatur	23

Ziel der Praxishilfe

Die vorliegende Praxishilfe bietet einen Überblick zu den bisherigen Hochmoor-Regenerationen im Kanton Zürich. Im Vordergrund steht bei den Projekten die Wiederherstellung der hydrologischen Verhältnisse eines intakten Hochmoores. Je nach Situation sind unterschiedliche Massnahmen und Vorgehensweisen angezeigt. Es werden ein genereller Ablauf von den nötigen Vorabklärungen bis zur Erfolgskontrolle der erfolgten Massnahmen vorgestellt und einige konkrete Massnahmen und die damit gemachten Erfahrungen präsentiert.

Die Ausführungen richten sich an Personen in Fachstellen oder Beratungsbüros, welche an Hochmoor-Regenerationen interessiert oder bereits in entsprechenden Projekten involviert sind. Die Praxishilfe soll den Stand der Kenntnisse einem breiteren Kreis zugänglich machen und dazu beitragen, weitere Hochmoor-Regenerationen möglichst erfolgreich umzusetzen.



Einbringen von Spundwänden als Regenerationsmassnahmen im Hochmoor Wildert.
(Foto: Xaver Jutz)

1. Einleitung

- 90% der Schweizer Hochmoore sind vom Menschen beeinflusste, meist entwässerte oder abgetorfte Moore. Im Kanton Zürich sind heute noch 30 Hochmoorobjekte mit einer Gesamtfläche von annähernd 50 Hektaren zu finden. Damit ist der Kanton Zürich heute der bedeutendste Hochmoor-Kanton im Mittelland. Seine Hochmoorfläche entspricht etwa einem Drittel der gesamten mittelländischen Restfläche.
- Der Druck auf die noch verbliebenen Moorflächen hält aber weiter an. Die aktuellen Ergebnisse der Wirkungskontrolle des BAFU zum Moorschutz in der Schweiz zeigen weiterhin deutliche Tendenzen Richtung Verbuschung, Austrocknung und Nährstoffanreicherung auf.
- Vordringlich ist daher der umfassende Schutz der noch vorhandenen einigermaßen intakten Hochmoore und das Verhindern oder Vermeiden von Eingriffen und Beeinträchtigungen, zum Beispiel durch die Ausscheidung von Pufferzonen.
- Da allerdings der grösste Teil der Moorflächen im Kanton Zürich bereits Beeinträchtigungen aufweist, sind Aufwertungen im Sinne von Regenerationen zur Wiederherstellung der hochmoortypischen Hydrologie nötig, um die besonderen Lebensbedingungen für die Moorbewohner wieder herzustellen.
- In der Regel handelt es sich bei den Massnahmen zur Regeneration um Vorkehrungen zur Wiederherstellung der ursprünglichen Hydrologie. Dies kann durch den Einbau von Sperren aus Holz, Torf oder Lehm erfolgen. Auch werden Entwässerungsgräben mit geeignetem Material aufgefüllt oder Dämme angelegt sowie weitere wasserlenkende Massnahmen ergriffen.
- Zahlreiche Projekte in der ganzen Schweiz und im Ausland zeigen, dass entsprechende Massnahmen Erfolg bringen. Wieder hergestellte Moore werden so nass, dass kaum Bäume und Sträucher wachsen. Die typischen Hochmoorbewohner gedeihen dafür wieder und können sich ausbreiten. Gleichzeitig entfallen langfristig die Pflegekosten.
- Seit 1991 werden im Kanton Zürich Regenerationsprojekte in Hochmooren realisiert. Seitdem konnten in 10 Hochmooren verschiedene Massnahmen realisiert werden. Aus diesen Regenerationsprojekten sollen hier einige wichtige Erfahrungen für die weitere Praxis der Hochmoor-Regeneration vorgestellt werden.



Sonnentau und Torfmoose können teilweise relativ rasch von Regenerationen profitieren.
(Foto: Fridli Marti)

2. Ziele einer Hochmoorregeneration

In der Regel haben die zürcherischen Hochmoore aufgrund der verschiedenartigen Nutzungen der vergangenen Jahrzehnte und Jahrhunderte den Charakter eines Emmentaler Käses. Gräben, Rinnen und Torfstiche bewirken viel zu tiefe Wasserstände in den Mooren. Neben diesem quantitativen Problem gibt es meist auch qualitative Probleme. Durch die Torfentnahme haben die Hochmoore die natürlicherweise konvexe Form verloren. Das Wasser fliesst statt vom Zentrum nach aussen nun in umgekehrter Richtung von aussen ins Zentrum. Durch die Umkehr der Wasserfließrichtung wird das Hochmoor mit mineral- und nährstoffreichem Wasser versorgt. Dadurch werden die hochmoortypischen, an saure und nährstoffarme Verhältnisse angepassten Pflanzen verdrängt.

Aufgrund dieser Ausgangslage ergeben sich für Hochmoor-Regenerationen folgende übergeordneten Ziele:

- Ganzjährig hohe Wasserstände, das heisst der Wasserspiegel liegt idealerweise immer 0 bis 10 cm unter der Bodenoberfläche (Überstau ist auch nicht erwünscht).
- Ombrotrophe Verhältnisse, das heisst die Wasserversorgung erfolgt ausschliesslich durch Regenwasser.
- Typische Tiere und Pflanzen der Hochmoore können sich ausbreiten.
- Torfwachstum findet wieder statt.

Grundsätzlich wird angestrebt, heute beeinträchtigte Hochmoore aus topografisch-hydrologischer und wasserchemischer Sicht wieder einem Zustand zuzuführen, aus welchem das regenerierte Hochmoor wieder die Möglichkeit hat, allmählich und auf möglichst grosser Fläche einen hochmoortypischen Wasserhaushalt und eine hydrologisch möglichst optimale Form anzunehmen. Dies bedeutet im Kanton Zürich, in welchem viele Resthochmoorflächen wegen der Abtorfung nur noch in „Senkenlage“ vorkommen, dass Einflüsse aus dem Umfeld (vor allem mineral- oder nährstoffreicher Wasserzustrom) verhindert werden müssen. Es ist jedoch bei allen Hochmoor-Regenerationsprojekten zu prüfen, ob nicht andere, übergeordnete Ziele (zum Beispiel des Artenschutzes) bestehen, die ein etappiertes Vorgehen verlangen oder eine Hochmoor-Regeneration an diesem Ort nicht sinnvoll machen.

3. Übersicht Massnahmen im Kanton Zürich

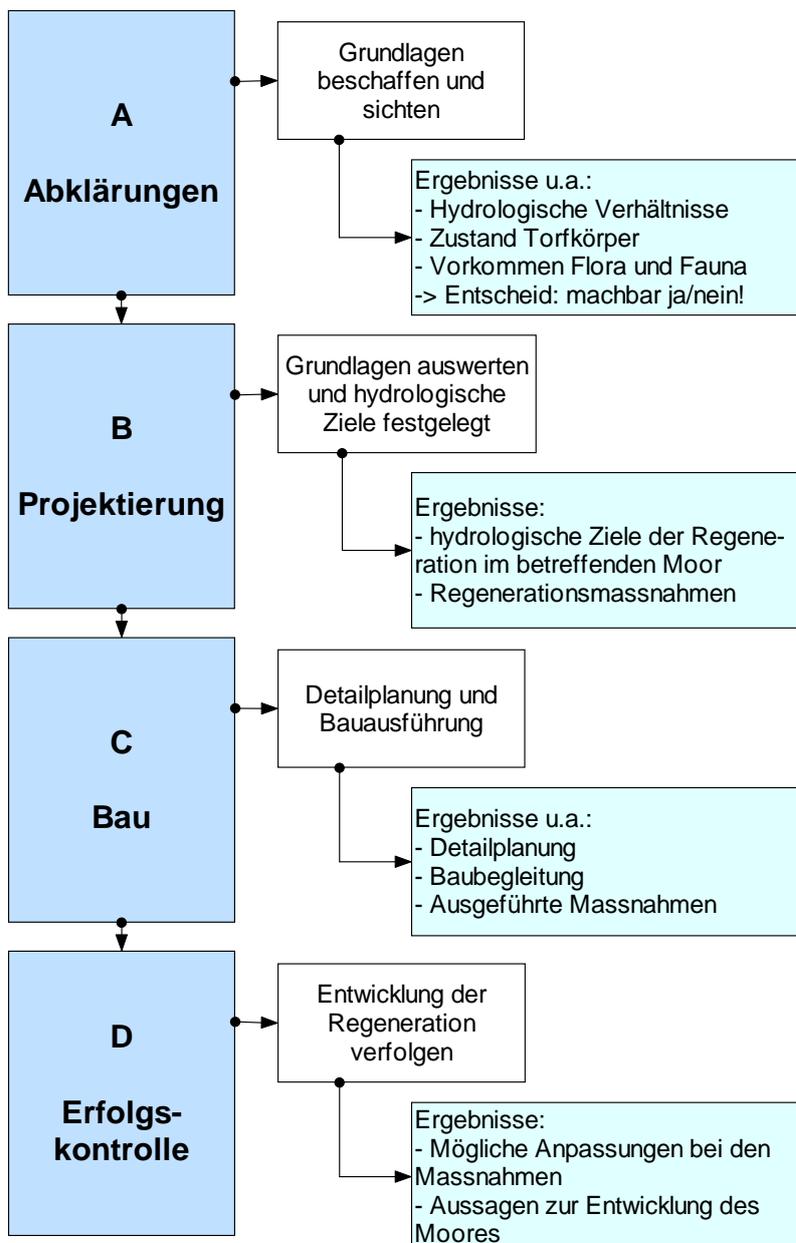
Die in den vergangenen Jahren im Kanton Zürich durchgeführten Regenerations-Projekte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Alle Projekte wurden durch Roland Haab beziehungsweise Xaver Jutz umgesetzt und begleitet. Die durchgeführten Projekte wurden jeweils durch eine Erfolgskontrolle begleitet, welche nun Grundlagen für die weitere Auswertung liefert.

Hochmoor / Nummer	Massnahmen
Gurisee 81	1999: Abdichtung des alten Ablaufs
Mettmenhasler See 97	2004: Abdichtung Torfstichweiher und Anheben des Wasserspiegels im Hochmoor
Wildert 100	2002/03: Abdichtung von Entwässerungsgräben / Verlegung des mineral- und nährstoffreichen Hauptgrabenabflusses / Wasserrückhalt am Hochmoorrand, Einbau Wehr
Torfried 102	2003/04: Einstau von Gräben, Torfstichen und Rinnen / Ablenkung von mineralstoffreichen Entwässerungsgräben / Steuerung Wasserhaushalt an 3 Wehrüberläufen
Ambitzgi- / Böndlerried 104	2004/05: Abdichtung von Gräben und Rinnen / Anstau des Wassers im Hochmoorrandbereich / Anlegen von Randgräben um Einfluss des mineralstoffreichen Wassers zu unterbinden / Errichten von Fischsperrern, um das Einwandern von Fischen in wichtige Libellengewässer zu verhindern
Hinwiler Riet 106	1996: Einbau von 2 regulierbaren Metallwehren mit dran anschliessenden PE-Folien zum Anstau des Wassers
Seeweidsee 109	2005: Einbau eines regulierbaren Stauwehres beim Gebietsausfluss und Ausbaggerung des Abflussgrabens zur Erhöhung der Abflusskapazität
Abflussgraben Rütliwald 112	1998: Einbau eines regulierbaren Stahlwehres, mit seitlich anschliessenden, ebenfalls in die Stauschicht eingebundenen PE-Spezialfolien
Chruzelen 115	2001/02: Abspundung und Teilverfüllung des Hauptgrabens sowie Anstau von kleinen Seitengräben / Verrohrung des kalkreichen Wasserzufflusses / Anlage und vertikale Abdichtung eines 100 m langen Oberflächendamms
Hagenmoos 117	1991-96: Verschiedene Abdichtungsversuche am Ableitungsgraben 2001: Verlängerung des bestehenden Lehmdamms, regulierbarer Überlauf eingebaut
Robenhauserriet / Pfäffikersee 103	in Planung
Oberhöflerriet 105	in Planung

4. Erfahrungen zum Projektablauf

Neben den Erfahrungen zu den eigentlichen Regenerationsmassnahmen konnten mit den in den letzten Jahren durchgeführten Projekten auch Erfahrungen zu einem sinnvollen Projektablauf gesammelt werden. Allgemeine Hinweise sind auch in der Praxishilfe zur Regeneration von Hochmooren des BAFU (1999) sowie im Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern (2002) bzw. im Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern (2003) zu finden. Daneben existiert eine grosse Zahl weiterer Literaturangaben und interner Arbeitspapiere zu solchen Massnahmen.

Auch diese Vielzahl von Grundlagen kann jedoch die persönlichen Erfahrungen im Umgang mit dem Einzelfall vor Ort nicht ersetzen. Daher sollen die folgenden Angaben zu einem Projektablauf einer Hochmoorregeneration nur als grobe Richtschnur dienen:



Projektablauf einer Hochmoorregeneration
Weitere Erläuterungen zu den einzelnen Schritten sind auf den folgenden Seiten zu finden.

4.1 A - Abklärungen

- Trägerschaft und Finanzierung klären
- Vorhandene Grundlagen zu Biologie, Hydrologie, Geografie, Geologie, Bodenkunde und Nutzung sichten:
 - Biologische Daten (Vegetationskartierungen, Vorkommen seltener Arten, Vorkommen von Störungszeigern, Pflegepläne, etc.)
 - Hydrologische Daten (Grabenkartierungen, Drainagepläne, Wassereinzugsgebiete, Grundwasserdaten, Pegelmessungen, Niederschlags- und Verdunstungsdaten, historische Gewässerkarten)
 - Geografische, geologische und bodenkundliche Daten (alte und aktuelle Luftbilder, Torfmächtigkeiten und –grenzen, Torfbeschaffenheit, geologische Karten, standortkundliche Bodenkarten)
 - Landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Daten (Nutzungen früher und heute, forstliche Standortkarten)
 - Literatur (Fachgutachten, Diplomarbeiten, Dissertationen, etc.)
- Zustimmung von Grundeigentümer und evtl. benachbarten Grundbesitzern einholen
- Soweit noch nicht vorhanden: Terrainmodell erstellen (terrestrisch oder mittels Befliegung, abhängig von der Projektgrösse. Mit den DTM-AV-Daten [Digitales Terrainmodell der Amtlichen Vermessung] liegt eine gute Grundlage vor für die Grobplanung von Regenerationsmassnahmen)
- Hydrologische Grundlagen soweit nötig ergänzen:
 - Wassereinzugsgebiet abgrenzen; Abschätzung der Veränderungen im Einzugsgebiet gegenüber dem ursprünglichen Zustand und der Auswirkungen auf das Moor
 - Kartierung von Lage und Ausdehnung hydrologisch relevanter Strukturen (Gräben, Torfstiche, Zu- und Abflüsse, etc.) im Moor und im Einzugsgebiet
 - Erfassung der Fliessrichtungen in den Gräben
 - Klassierung der Gräben nach Prioritäten hinsichtlich hydrologischer Bedeutung im Hinblick auf eine Regeneration
 - Stichprobenartige Messungen von pH, Leitfähigkeit und ev. Nährstoffen in stehendem und fliessendem Wasser
 - Falls notwendig quantitative Messungen von Zu- und Abflüssen
- Torfkörper und aktuelle Stratigraphie erfassen (sofern keine brauchbaren Sekundärdaten zum stratigraphischen Aufbau des Moores vorliegen, sind eigene Bohrungen zu empfehlen)
- Messstellen einrichten zur Erfassung von Wasserständen, Leitfähigkeit und ev. pH. Erfahrungen zeigen, dass meist während ein bis zwei Jahren gemessen werden muss, damit brauchbare Grundlagen für eine Regeneration zur Verfügung stehen
- Falls noch nicht vorhanden, Daten zu Flora, Fauna und Vegetation erfassen. Vorkommen von schützenswerten Pflanzen und Tieren erfassen, welche allenfalls durch die Massnahmen beeinflusst werden könnten

- Grundsätzliche Eignung des Moores zur Regeneration prüfen sowie Erfolgsaussichten der Regenerationsmassnahmen abschätzen – vor allem aufgrund des Terrainmodells, der aktuellen Vegetation und hydrologischen Situation, der hydrologischen Messungen und der Niederschlags- und Verdunstungsdaten sowie allenfalls weiteren Daten.

4.2 B - Projektierung

- Auswertung der Daten in einem Bericht Auswertung und Berichterstattung über die Untersuchungsergebnisse mit massnahmenbezogenen Schlussfolgerungen für die Projektierung von baulichen Massnahmen. Wichtige Berichtsinhalte sind etwa:
 - Resultate der Wasserstandmessungen und der wasserchemischen Analysen
 - Terrainmodell
 - Resultate von quantitativen Wasserabflussmessungen (sofern Bestandteil der Untersuchungen)
 - Resultate der stratigrafischen Messungen
 - Analyse der bestehenden Grabensysteme, Wasserflüsse und wasserchemische Aspekte zusammen mit der Topografie und dem Untergrund (Art und Mächtigkeit von Torfkörpern, stauenden Schichten oder allenfalls auch Vorkommen von Grund- oder Hangwasserleitern.
 - Angaben zu allfälligen Überschwemmungsflächen und evtl. hydraulische Berechnungen
 - Beurteilung der Risiken (Überstau bzw. Situation bei Hoch- und Niedrigwasser, Mineral- und Nährstoffeintrag, Einfluss auf die Vegetation und die Gefährdung seltener Arten)
 - Vorschlag der Regenerationsmassnahmen mit Prioritäten und Kostenschätzung
- Ziele festlegen (im Bericht integrieren)
 - Leitbild für Regeneration skizzieren: Was für ein Moor soll wiederhergestellt werden? Was ist ein realistisches Entwicklungsszenario? Im Wesentlichen geht es darum, ein auf das jeweilige Moor abgestimmtes, langfristig ausgelegtes Massnahmen- und Entwicklungskonzept zu erarbeiten.
 - Zielsetzung auf der Basis der anzustrebenden Wasserstände und Wasserqualitäten definieren sowie hinsichtlich Vegetation umreissen
- Konzept für eine Erfolgskontrolle mit den wesentlichen Parametern aufgrund der oben definierten Zielsetzung skizzieren

4.3 C - Bau

- Detailplanung für die Bauausführung
 - Ermittlung der genauen Lage, Höhe und Breite der baulichen Massnahmen auf einem Plan
 - Stratigrafische Messungen zur Erfassung der notwendigen Tiefe der Bauten
 - Berechnung des Materialbedarfs
 - Varianten von Massnahmen prüfen und geeignete auswählen: Grabenverfüllung, Oberflächendämme, regulierbare Wehrüberläufe, Zuflüsse regeln bzw. umleiten etc. Dabei sollten sowohl wasserhaltende wie auch wasserleitende Massnahmen geprüft werden.
 - Angaben zur bautechnischen Ausführung der Massnahmen

- Weil auch bei relativ ausführlichen Grundlagenabklärungen stets Unsicherheiten darüber bleiben, wie der Wasserhaushalt auf die Regenerationsmassnahmen reagiert, ist es zweckmässig, dass wenn möglich und vertretbar Massnahmen so ausgeführt werden, dass die Massnahmen in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Wirkungs-/Erfolgskontrolle nachträglich ohne grösseren Aufwand noch feinjustiert werden können (z.B. mittels regulierbaren Stauhöhen).
- Planung der Bauausführung
 - Zufahrten festlegen und gegebenenfalls markieren (vor allem wesentlich, wenn ein Bagger-einsatz geplant ist)
 - Auszuführende Arbeiten im Gelände markieren
 - Abfolge der Arbeiten sorgfältig planen (Moor möglichst wenig begehen und befahren, auf Einstau durch die Massnahmen achten)
 - Meilensteine und zeitlichen Ablauf festlegen
- Hinweise für konkrete Ausführung
 - Bewährt haben sich kleinere Raupenbagger (Gesamtgewicht bis ca. 10 t), eventuell mit Schaufelarmverlängerung
 - Für den Bau Zeiten mit niedrigem Wasserstand und wenn möglich gefrorenem Boden wählen (Spätsommer/Herbst oder Januar/Februar)
 - mit Matratzenlagen arbeiten (mit Seilen zusammengehängte Holzbalken)
 - Evtl. weiteres
- Ausführung der baulichen Massnahmen
 - Die ausführliche Instruierung der Bauunternehmer über die baulichen Massnahmen und die fachkundige Begleitung der baulichen Massnahmen ist sehr wichtig
 - Fotodokumentation zum Zustand vor und nach den Massnahmen



Spundwände zum Grabenaufstau wurden im Kanton Zürich am häufigsten eingesetzt.
(Foto: Xaver Jutz)

4.4 D - Erfolgskontrolle

- Umsetzung des vor den baulichen Massnahmen erarbeiteten Erfolgskontrolle-Konzeptes. Der Aufwand dafür ist mit dem Projektumfang abzustimmen. Im Minimum sollen Wasserstandsveränderungen erfasst werden
- Fotodokumentation erstellen

4.5 Hinweise zu Pflegemassnahmen

Das Ziel ist, dass nach der Regeneration (langfristig) gar keine Pflege mehr nötig ist. Aufgrund der Erfahrungen fallen aber auch nach den Massnahmen Pflegearbeiten an, die aber sukzessive abnehmen:

- Beschränkung der Mahd auf torfmoosfreie Flächen
- Büsche können weiterhin aufkommen, das Wachstum ist wegen des hohen Wasserstands aber geringer.

Der Aufwand für Pflegemassnahmen reduziert sich 1-5 Jahre nach der Regeneration auf geschätzte 75%, 6-10 Jahre nach der Regeneration auf 50%. In den Folgejahren dürfte sich der Aufwand weiter reduzieren auf etwa 10-25% im Vergleich zum Aufwand vor Beginn der Regeneration.

Unter Berücksichtigung der Reduktion des Pflegeaufwands amortisiert sich eine Regeneration im Zeitraum von etwa 50 Jahren.

5. Beispiele von Regenerationsmassnahmen und erste Erfahrungen damit

Auf den folgenden Seiten werden steckbriefartig einige Beispiele zu Regenerationsmassnahmen im Kanton Zürich kurz vorgestellt.

Massnahmentyp

Grabeneinstau mit Holzspundwand und Überdeckung mit Torf

Zweck der Massnahme

Aufstau im bestehenden Graben / Rückhaltung des Niederschlagswassers

Beispiel aus dem Kanton Zürich



Beispiel einer Spundwand mit Überdeckung und Folie im Hochmoor Wildert (Nr. 100)
(Foto: Xaver Jutz)

Erfahrungen

Die Methode mit Holzspundwänden ist im Kanton Zürich die am häufigsten verwendete Massnahme, die sich sehr bewährt hat. Die Einzelbretter können sehr dicht schliessend eingebaut werden. In der Regel werden die Bretter bis in den mineralischen Untergrund gerammt. Im Torf konserviertes Holz kann beim Rammen Probleme verursachen, weil es (meist aufwändig) ausgebaggert werden muss (ist aber selten der Fall). Gute Abdichtung durch die Holzspundwand; bisher keine Probleme mit Verrotten von Holz; aus Kostengründen ist meist Tannenholz verwendet worden, wobei Eiche oder Lärche bezüglich Beständigkeit besser wäre.

Empfehlungen

Überdeckung muss wegen Zersetzung des Torfes genug hoch sein (30-50 cm über die Spundwand); mit Torf darf nur bei trockenen Verhältnissen gearbeitet werden und er muss dicht eingebaut werden (nicht nur lose einfüllen), geeignet dafür ist relativ stark zersetzter Schwarztorf; Erosionsschutz anbringen (Fasermatten), da ansonsten bei Starkniederschlag der Torf weggespült wird. Teilweise wurde zusätzlich eine Folie über die Holzspundwand gestülpt, damit bei allfälligem Verrotten des Holzes die Folie die Funktion übernimmt.

Massnahmentyp

Grabeneinstau mit Holzspundwand ohne Überdeckung

Zweck der Massnahme

Aufstau im bestehenden Graben / Rückhaltung des Niederschlagswassers

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Beispiel einer Spundwand ohne Überdeckung im Hochmoor Böhler/Ambitzgi (Nr. 104)
(Fotos: Xaver Jutz)

Erfahrungen

2004 zum ersten Mal angewandt mit bisher guten Erfahrungen.

Empfehlungen

Auf die Überdeckung wurde verzichtet, damit nicht grosse Kubaturen an Torf durch empfindliche Vegetation zu den Spundwänden gebracht werden musste. Sollte die Spundwand mit der Zeit Risse aufweisen, wird die Überdeckung nachträglich gemacht. Diese Methode wird nur empfohlen, wenn die Höhenunterschiede gering sind (< 10 cm).

Massnahmentyp

Grabenaufstau und (Teil-) Verfüllung

Zweck der Massnahme

Aufstau in bestehenden Hauptentwässerungsgräben / Rückhaltung des Niederschlagswassers

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Beispiel eines Grabenaufstaus mit Verfüllung
(Foto: Xaver Jutz)

Erfahrungen

Im Kanton Zürich wurde eine (Teil-)Verfüllung eines Grabens erst einmal angewandt, in Kombination mit einer Durchleitung, die in den Graben eingebaut wurde.

Empfehlungen

Grabenverfüllungen sind vor allem dann angezeigt, wenn das Gefälle zu gross ist und dadurch mit Spundwänden zu wenig Wirkung erzielt wird.

Massnahmentyp

Grabenaufstau mit Lehm verfüllt

Zweck der Massnahme

Aufstau im bestehenden Ausfluss zur Wasserstandsregulation der ganzen Moormulde

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Wehr im Wildert (Nr. 100), welches in Lehm gesetzt und teilweise oberflächlich mit Torf wieder überdeckt worden ist (Foto: Roland Haab)

Erfahrungen

Im Gurisee wurde in den 80er Jahren ein neuer Auslauf mit Schacht gebaut, um den Wasserstand regulieren zu können (hoher Wasserstand von Winter bis Sommer, tiefer Wasserstand zur Mahd von Flachmoorbereichen im Herbst). Der hohe Wasserstand wurde aber kaum erreicht. Abklärungen Mitte 90er Jahre offenbarten undichte Stellen im alten Ablauf, der daraufhin mit Lehm abgedichtet wurde.

Im Hagenmoos wurde zur Abtorfung des Moores ein tiefer Graben in die umgebende Moräne gegraben. Dieser Auslauf wurde mit Lehm abgedichtet (ebenfalls über Schacht regulierbar). Der angestrebte Wasserstand wird nur nach Niederschlägen erreicht, ansonsten ist er ca. 15 cm zu tief. Die Gründe sind hier unklar. Vermutlich sickert Wasser diffus durch die kiesig-lehmige Möräne, in die seinerzeit der Graben gebaut wurde

Empfehlungen

Lehmverfüllungen am mineralischen Rand eines Hochmoors sind grundsätzlich sehr effizient, weil der Wasserstand der gesamten Moormulde gesteuert werden kann; Lehm muss sehr sorgfältig eingebaut und sehr gut verdichtet werden und er muss qualitativ hochwertig sein.

Massnahmentyp

Einbau von regulierbaren Stauwehren

Zweck der Massnahme

Oft in Kombination mit Spundwänden / zur Regulation des Wasserspiegels grösserer Flächen

Beispiel aus dem Kanton Zürich



Regulierbares Stauwehr im Wildert mit Oberflächendammbauwerk.
Fasermatten als Erosionsschutz
(Fotos: Xaver Jutz)



Regulierbares Stauwehr im Wildert (Nr. 100)

Erfahrungen

In der Regel handelt es sich um Metallwehre, die kombiniert sind mit Holzspundwänden oder Kunststofffolien. Durch die Regulierbarkeit lässt sich der Wasserspiegel optimal einstellen und den Erfordernissen anpassen. Kontrolle der Wasserstands mit Autopegelmesser empfehlenswert. Die Regulation erfolgt über 5-10 cm hohe Einsatzplatten, die angeschraubt werden können. Zwischen den Platten kann es zu geringen Wasserverlusten kommen, welche aber in sommerlichen Trockenphasen unerwünscht sind, weshalb die verschiedenen Einzelplatten durch eine Platte ersetzt werden sollen, wenn der optimale Wasserstand bekannt ist.

Empfehlungen

Richtige Dimensionierung des Metallwehres wichtig, damit Abflusskapazität bei Starkniederschlägen gewährleistet ist. Unbedingt Auskolkungsschutz anbringen mit (ingenieurbiologischen) Massnahmen, wie etwa Matten, Steinplatten oder Holz (je nach Situation).

Massnahmentyp

Oberflächendämme

Zweck der Massnahme

Einsatz zum Beispiel zur Verhinderung eines seitlichen Abfliessens oder Umfliessens eines neu erstellten Überlaufs

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Oberflächendamm im Wildert (Nr. 100)
(Foto: Xaver Jutz)

Erfahrungen

Neben dem Rückhalt des Regenwasser spielt der optimale Anstau des Wassers im Hochmoorumfeld eine wichtige Rolle. Durch Torfabbau und -schwund ist teilweise die Anlage eines längeren Oberflächendamms notwendig, um die gewünschte Stauhöhe zu erreichen. Reine Torfdämme eignen sich nicht, da sie früher oder später undicht werden. Daher sollte in Oberflächendämme aus Torf eine stauende Holzspundwand oder Kunststoffolie eingebaut werden. Reine Lehmdämme hingegen sind möglich. Bisher wurden sehr gute Erfahrungen mit Oberflächendämmen gemacht.

Empfehlungen

Die Bauart eines Oberflächendamms ist von der Situation abhängig. Ein Lehmdamm ist einfacher und billiger als ein Torfdamm, kann aber nicht überall eingesetzt werden. Lehmdämme können dort eingesetzt werden, wo sie mit dem mineralischen Untergrund in Verbindung stehen. Dagegen sind Lehmdämme auf Torf-Untergrund nicht zu empfehlen.

Massnahmentyp

Anlegen von randlich gelegenen laggartigen Abflussrinnen und Randgräben

Zweck der Massnahme

Zur Eindämmung des Einflusses mineralstoffreichen (kalkreichen) Wassers (vor allem am Rande des Moors)

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Beispiel einer neugeschaffenen Abflussrinne
(Foto: Xaver Jutz)

Erfahrungen

Durch die diversen Eingriffe in die Moore, vor allem Abtorfung, hat das Hochmoor die konvexe Form verloren. Wasser fliesst nicht mehr, wie natürlicherweise, vom Zentrum an den Rand sondern umgekehrt. Dabei dringt mineralstoffreiches Wasser in das eigentlich saure Milieu des Hochmoors. Durch das Anlegen von Gräben am Rand des Moors wird das qualitativ schlechte Wasser abgefangen und abgeleitet. Sehr gute Resultate. Mineralstoffeinflüsse sind innerhalb weniger Monate verschwunden (Messungen der elektrischen Leitfähigkeit). Die bauliche Ausführung ist einfach.

Empfehlungen

Abklärungen müssen zeigen, ob Abzugsgräben am Rand notwendig sind. Solche Randgräben dürfen nicht entwässernd wirken. Wenn möglich sind sie so zu gestalten, dass sie die Funktion eines Randlaggs haben. Der Grabenverlauf ist vorgängig zu kartieren, um zu vermeiden, dass Vorkommen seltener Arten zerstört werden. Der Torfkörper soll durch den neuen Graben nicht erneut zerschnitten werden.

Massnahmentyp

Verbesserung der Abflussverhältnisse durch Grabenausweitung und -abtiefung.

Zweck der Massnahme

Erhöhung der Abflusskapazität zur Verhinderung von Überstau bei Starkniederschlägen; erfolgt in der Regel beim Ausfluss.

Beispiel aus dem Kanton Zürich

Ausgebaggerter Auslaufgraben am Seeweidsee (Nr. 109)
(Foto: Xaver Jutz)

Erfahrungen

Der Seeweidsee hat ein recht grosses Einzugsgebiet. Wasserstandsmessungen haben gezeigt, dass die Moormulde bei Starkniederschlägen regelmässig überstaut wird (mehrmals jährlich). Dadurch werden die Hochmoorflächen mit mineralstoffreichen Wasser überschwemmt. Durch die Ausbaggerung des Hauptabzugsgrabens konnten Überstauereignisse stark minimiert werden.

Empfehlungen

Grabenunterhalt hat in der Regel eine Entwässerung des Moors zur Folge. Deshalb wurde am Seeweidsee am Ausfluss ein Wehr eingebaut, welches den Wasserspiegel auf optimalem Niveau einstaut. Die breite Überlaufkante des Wehrs gewährleistet, dass bei Starkniederschlägen grosse Wassermengen abgeleitet werden können.

5.1 Erfahrungen zur Erfolgskontrolle

Die Erfolgskontrolle basiert auf 3 Säulen: a) abiotische Wirkungskontrolle, b) vegetationskundliche Wirkungskontrolle, c) zoologische Wirkungskontrolle.

- Bei der abiotischen Wirkungskontrolle wird überprüft, ob Wasserquantität und -qualität den gesetzten Zielen entsprechen. Die Untersuchungen zeigen, dass die hydrologischen Verhältnisse in den meisten Fällen verbessert werden konnten. Teilweise waren allerdings korrigierende Massnahmen nötig, um etwa das Aufstauniveau anzupassen. Auch die Ziele zur Wasserqualität konnten in verschiedenen Fällen erreicht werden. Allerdings gibt es auch Moore, bei denen der Mineralstoffgehalt im Wasser weiterhin zu hoch ist.
- Bei der vegetationskundlichen Wirkungskontrolle werden die Gefässpflanzenarten vor und nach den Regenerationsmassnahmen erfasst. Da die erste Wiederholung erst 10 Jahre nach der Ersterhebung angesetzt ist, liegen noch keine Resultate vor. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Universität Zürich (konnte aber gezeigt werden, dass im Objekt «Chrutzelen» (Rifferswil, Hausen am Albis) ein gutes Jahr nach den Regenerationsmassnahmen vor allem die Torfmoose signifikant zugenommen hatten.
- Eine zoologische Wirkungskontrolle erfolgte bisher noch nicht. Die Ausrichtung einer solchen Wirkungskontrolle richtet sich nach den entsprechenden Zielarten und muss spezifisch auf den Einzelfall zugeschnitten konzipiert werden.

5.2 Probleme

- Im Hinwiler Riet, eines der ersten Regenerationsprojekte im Kanton Zürich, wurde dem Aspekt des Mineralstoffeintrags zu wenig Bedeutung beigemessen. Der Wasserstand ist heute zwar auf dem angestrebten Niveau, vom Rand werden aber zu viele Mineralstoffe eingetragen, was dazu führt, dass der Ausdehnung der Torfmoose und damit dem Wachstum des Hochmoors Grenzen gesetzt sind.
- Im selben Gebiet sind durch die Erhöhung des Wasserstands Elritzen aus dem Hauptgraben in Torfstiche eingewandert, was einer artenreichen Libellen-Fauna abträglich ist. Dieses Problem muss auch bei anderen Projekten beachtet und kann allenfalls mit Fischsperrern oder ähnliches angegangen werden.

6. Gehölzpflege

Neben den dargestellten Regenerationsmassnahmen wurde in den vergangenen Jahren auch ein Entbuschungsversuch mit einer Erfolgskontrolle begleitet. Es handelt sich um das Entfernen von aufkommenden Gehölzen – vor allem Birke und Faulbaum im Hinwiler Riet und im Hochmoor Wildert (Illnau-Effretikon). Die Erfolgskontrolle zeigt, dass der Schnitt von Gehölzen während der Vegetationszeit ihre Biomasse deutlich reduziert. Die Gehölze können nicht mehr hoch aufwachsen und beschatten die typischen Hochmoorpflanzen nicht (mehr). Wichtig ist, dass der erste Schnittzeitpunkt früh genug im Jahr angesetzt wird: Der frühe erste Schnitt soll beim Austreiben der Blätter, in der Regel in der zweiten Aprilhälfte erfolgen. Ausserdem ist mit einer Dauer von mind. 4 bis 5 Jahre zu rechnen, bis sich eine Entwicklung abzeichnet.

7. Fazit und Empfehlungen

Aus den verschiedenen bisher im Kanton Zürich durchgeführten Projekten zur Hochmoorregeneration lassen sich einige generelle Erfahrungen und Empfehlungen ableiten:

- Hochmoor-Regenerationen benötigen genügend Abklärungen in der Vorbereitungsphase. Dabei sind insbesondere ein genaues Terrainmodell sowie quantitative und qualitative Wasserstandsmessungen im Hochmoor und in Umfeld von zentraler Bedeutung. Für kleinere bis mittlere Regenerationsprojekte (bis maximal wenige ha Grösse) kann davon ausgegangen werden, dass die Kosten für Planung und Umsetzung ähnlich hoch sind.
- Die Zielsetzung der Regeneration muss sauber abgeklärt werden. Dabei muss unterschieden werden, ob der Wasserhaushalt eines Hochmoors umfassend regeneriert werden kann oder ob lediglich einzelne Aufwertungsmassnahmen möglich sind.
 - Im Falle einer umfassenden Regeneration soll die Entwicklung in Richtung eines intakten Hochmoors mit geschlossener Torfmoosdecke, Bodenoberflächennahen Wasserständen, Torfwachstum, Zunahme der typischen Hochmoorarten gehen. Die Massnahmen sind langfristig ausgerichtet (> 100 Jahre). Der Pflegeaufwand reduziert sich beträchtlich.
 - Falls keine umfassende Regeneration möglich ist, beschränken sich Verbesserungen auf einzelne Teilflächen.
- Aus dem Kanton Zürich, aber auch aus anderen Kantonen und angrenzenden Ländern liegen viele Erfahrungen zu geeigneten Massnahmen vor. Daher lassen sich für unterschiedliche Situationen im Moor jeweils angepasste und erprobte Massnahmen finden.
- Bei der Umsetzung ist eine professionelle, erfahrene Begleitung der Bauarbeiten wichtig. Details in der Ausführung können darüber entscheiden, ob ein Bauwerk dicht ist oder nicht, ob Erosionsschäden auftreten können oder nicht. Bei der Auswahl der ausführenden Firma ist der sorgfältigen Arbeitsweise grosse Bedeutung beizumessen.
- Mindestens 1-5 Jahre nach Ausführung der Massnahmen sind diese regelmässig auf allfällige Mängel zu überprüfen. Zu Wasserständen, -qualitäten und eventuell Vegetation ist eine Erfolgskontrolle durchzuführen. Bewährt hat sich auch, wenn Massnahmen nachträglich ohne grösseren Aufwand zum Beispiel via regulierbaren Stauhöhen entsprechend der effektiv eingetretenen Entwicklung feinjustiert werden können.
- Es ist wichtig darauf zu achten, dass die Massnahmen so konzipiert und umgesetzt werden, dass das Umfliessen von Stauwehren oder die Erosion des Torfkörpers auch langfristig und bei hohen Wasserständen vermieden werden können. Kann dies nicht ausgeschlossen oder allenfalls aufgrund von Nachkontrollen nicht nachgebessert werden, so können erodierende Umläufigkeiten den Erfolg von Stau- und Wasserlenkungsmassnahmen bald wieder zunichte machen.

8. Literatur

- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2002): Leitfaden der Hochmoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz - Bearbeitung durch Siuda, C. Zollner, A. 65 S.
- Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg.) (2003): Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern für Fachbehörden, Naturschutzorganisationen und Planer. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz - Bearbeitung durch Wagner, A. und Wagner, I. 169 S.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1999): Praxishilfe: Technische Massnahmen zur Regeneration von Hochmooren. Nachtrag 1999. Vollzug Umwelt. 80 S.
- Haab, R. & Jutz, X. (2003): Konsequenzen aus ersten Hochmoor-Regenerationsprojekten im Kanton Zürich: Konzeption und Umsetzung eines kantonalen Regenerationsprogrammes. In: Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, ANL (Hrsg.), 2003: Moorrenaturierung - Praxis und Erfolgskontrolle. Laufener Seminarbeiträge 1/03, S. 63-87.