



Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



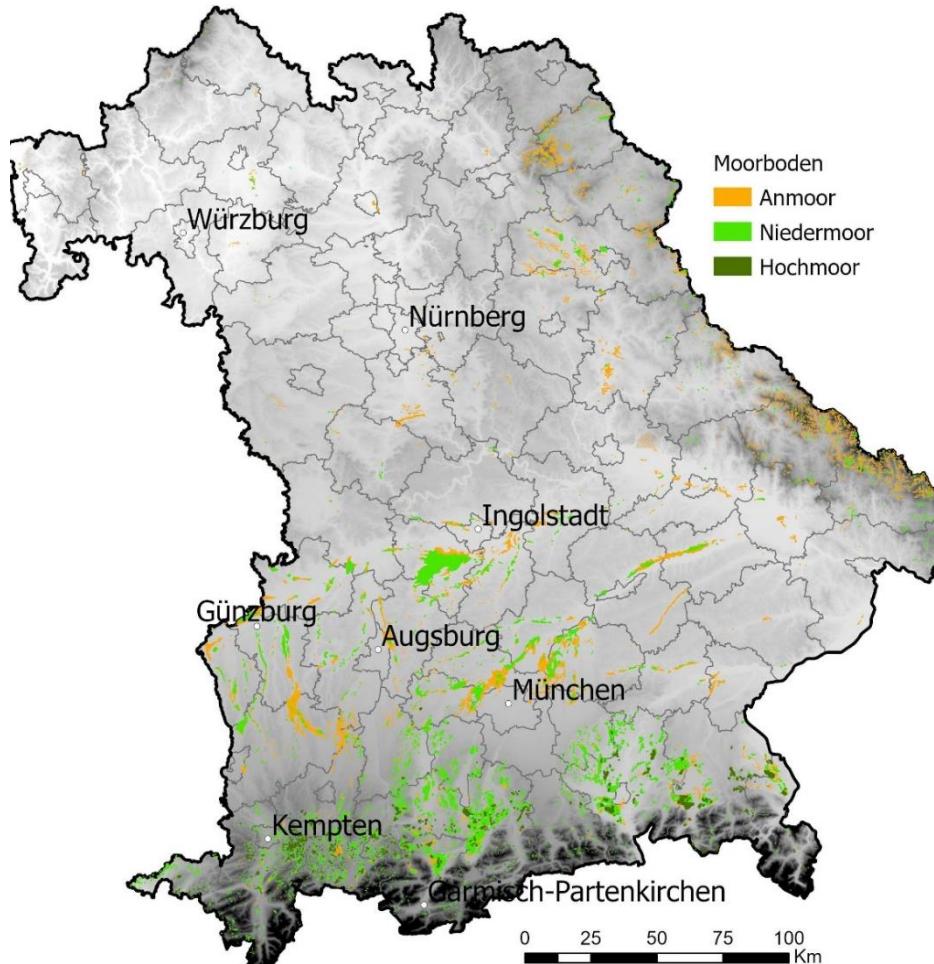
Moorrenaturierung in Bayern

Staatlich geförderte Maßnahmen zur Moorrenaturierung seit 2008
Angepasste Vorgehensweise bei Planung und Umsetzung mit
Beispielen

Cornelia Siuda

07.11.2024

Moore in Bayern*



Moorbodenkarte, (MBK 1:25.000 - LfU Bayern, Stand 2018)

Moor-Bodenart	Fläche in ha (Quelle LfU)
Hochmoor	23.500
Niedermoor	92.700
Anmoor	105.000

~ 221.000 ha Moore in Bayern

*Klatt & al. (2023): Klimarelevanz der Moore Bayerns.
Klimaschutz- und Anpassungspotenziale in Mooren Bayerns.
Online-Vortrag Peat-Talks PSC am 26.07.2023



Moorrenaturierung in Bayern

Klimaschutzinduzierte Moorrenaturierung wird in Bayern staatlicherseits seit 2008 mit staatlicher Förderung betrieben:

- Staatliches Förderprogramm des Bayerischen Umweltministeriums STMUV „Klip2020“ (Klimaprogramm Bayern Moore 2020)
- Fortgeschrieben ab 2014 als „Klip2050“
- Seit April 2020 in das bereits zuvor existierende Förderprogramm LNPR (Landschaftspflege- und Naturparkrichtlinie) mit gesondert ausgewiesenen Finanzmitteln integriert



Moorrenaturierung in Bayern

Klimaschutzinduzierte Moorrenaturierung wird in Bayern seit 2008 auch ständig durch eine Expertengruppe um das StMUV und das Bayerische Landesamt für Umwelt fachlich begleitet. Dazu wurde das Projekt MOORclimb und dessen Vorläuferprojekte an das Team um Prof. M. Drösler (HSWT/PSC) vergeben, um u.a. den Erfolg der Maßnahmenplanung im Rahmen der Berechnung von Klimaeinsparleistungen zu bilanzieren.



Moorrenaturierung in Bayern

Zielrichtung von Klip2050/LNPR Moorschutz:

Renaturierung von Moorflächen, durch

- Flächensicherung / Ankauf / dingliche Sicherung / langfristige Pacht / vertraglich festgelegte kostenlose Bereitsstellung von arrondierten hydraulisch zusammengehörenden Moorkulissen in allen Moortypen auf privaten, kommunalen oder staatlichen Flächen
- Nicht dazu gehören Flächen der staatlichen Forstverwaltung (BaySF), die eine eigenständige Moorrenaturierung betreibt
- Seit 2023 entstanden in den Wasserwirtschaftsämtern Donauwörth, Landshut und München sowie an Ämtern für Landwirtschaft und Forsten sowie im Rahmen der Ländlichen Entwicklung ebenfalls Moorschutzstellen; hier sind natürlich zeitbedingt noch keine Moorprojekte in Umsetzung



Moorrenaturierung in Bayern

Klip2050/LNPR Moorschutz: Durch Installation von Stellen für Moorfachleute an den unteren und höheren Naturschutzbehörden (der moorreichen Regierungsbezirke) mit folgenden Aufgaben:

- Flächenaquisition von arrondierten hydraulisch zusammengehörenden Moorkulissen in allen Moortypen auf privaten, kommunalen oder staatlichen Flächen durch Einzelgespräche, Ortstermine mit Eigentümern, Öffentliche Vorträge
- Moorfachplanungen durchführen oder an geeignete Fachbüros nach Ausschreibung zu vergeben
- Maßnahmenumsetzungen zu realisieren (incl. ökologischer Bauleitung)
- Fachliche Bearbeitung der Förderanträge zur Finanzierung dieser Maßnahmen über die gesonderten Mittel des StMUV, die über die höheren Naturschutzbehörden an die unteren Naturschutzbehörden vergeben werden
- Moderation der Moorrenaturierung vor Ort mit anderen Behörden (z.B. Wasserwirtschaft, Amt für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten), Naturschutzorganisationen, Landschaftspflegeverbänden



Renaturierung – wie geht's in der Realität ?

warum – was – wo ?

Angepasste Planung und Umsetzung



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



**Peatland
Science
Centre**

Leitbilder der Hochmoor-Renaturierung

Ausgangszustand

hemerobischer Moortyp A:

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

Zielsetzung

- Wiederherstellen der natürlichen Hochmoor-Wasserspiegellagen, zugleich
- Sicherstellen der Erhaltung des natürlichen Artengefüges mit Dominanz von Torfmoosrasen
- Erhaltung der Habitatfunktionen für hochspezialisierte Floren- und Faunenelemente
- Erhaltung und Förderung des (noch vorhandenen) Akrotelms und seiner klimawirksamen Funktionen
- Optimierung der Verzögerung von Niederschlagsspitzen



Leitbilder der Hochmoor-Renaturierung

Ausgangszustand

hemerobischer Moortyp B:

- Stärker entwässerte Hochmoore mit deutlicher Dominanz-verschiebung zugunsten von Trockniszeigern, 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. CO_2 und N_2O -[Lachgas]-Quelle).

Zielsetzung

- Rückhalt von Niederschlagswasser auf der Mooroberfläche,
- möglichst Anstau bis zur Geländeoberfläche (im Jahresmittel);
- dadurch Neutablierung eines Akrotelms aus Seggen oder Röhrichtpflanzen und / oder Torfmoosen über dem degradierten Oberboden;
- Stoppen der Kohlenstoff-Dioxid- und Lachgas-Freisetzung und allmähliche Wiederbelebung der klimawirksamen Funktionen
- Deutliche Verzögerung von Niederschlagsspitzen.
- Erhaltung und Optimierung der Habitatfunktionen für hochspezialisierte Floren- und Faunenelemente.



Leitbilder der Hochmoor-Renaturierung

Ausgangszustand

hemerobischer 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

Zielsetzung

- Rückhalt von Niederschlagswasser auf möglichst großen Teilen der Mooroberfläche, dabei möglichst Anstau bis zur Geländeoberfläche.
- Etablierung eines Akrotelms über dem degradierten Oberboden, je nach Trophiegrad aus Röhricht, Binsenartigen, Seggen und/oder Moosen, oder Paludikulturen.
- Stoppen der Kohlenstoff-Dioxid- und Lachgas-Freisetzung und allmähliche Wiederbelebung der Funktion als Stoffsenke.
- 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.**



Angepasste Vorgehensweise

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



Angepasste Vorgehensweise: Bautypen

- + Vollständige Grabenverfüllung mit Torf durch Bagger
- + Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, mit dem Bagger
- + Partieller, abschnittsweiser Grabenanstau, vorwiegend von Hand (manuelle Verfahren) – nur bei Eigentümerbeteiligung sinnvoll





Moortyp A

vollständige Grabenverfüllung



Moortyp A

Grabenanstau mit Torfpropfen aus dem anstehenden Torf: kein Transport vor Ort notwendig, Dichtung bei mittleren Zersetzungsgrenzen so gut, dass ein Anstau eintritt
Stau muss überhöht gebaut werden, damit nach Sackung kein Überfließen, jedoch eine flächenhafte Vernässung eintritt





Moortyp A

Grabenanstau mit Torfpropfen

Kläperfilz – Ostteil (35 ha):

Aufwand: Planung, dingliche Sicherung

Umsetzung zusammen ca. 150.000 €



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



Peatland
Science
Centre

Moortyp A

Grabenanstau mit Torfpropfen



Technik der Moorrenaturierung

Einbau von Holzspunddielen für kleinere Grabenprofile

Zur vollständigen Abdichtung, zur Minderung des Torfbedarfs oder bei nicht geeigneten Torfen (durchlässige gering zersetzte Torfe haben eine gesättigte Durchlässigkeit wie Kies)

Die Spunddielen werden extra für die Maßnahme entsprechend des Bedarfs angefertigt, mind. Stärke 5 cm)

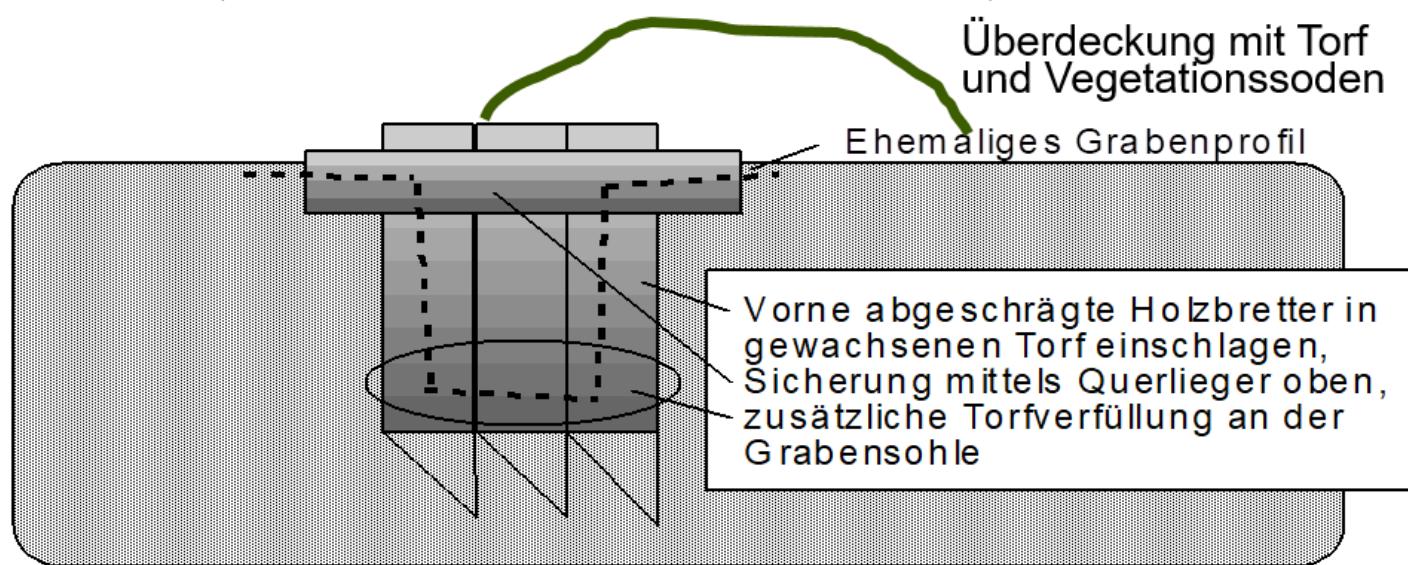
- Tanne, Fichte, Lärche
- anschließend mit Überdeckung mit mind. 0,5 m starken, möglichst großen Torfpaketen
 - zur Konservierung des Holzes („Einwachsen“)
 - Um eine Feinjustierung des Niederschlagsabflusses im Umgriff des Dammbauwerks zu ermöglichen



Bautyp Torfdamm mit innenliegender Holzspundung

Schematisierter Aufbau des Torfdamms mit innenliegender Holzspundung

Kronen breite an der gewachsenen Grabenschulter: 0,50 - 1,20 m
Grabentiefe (einschließlich weicher Tortschlammsschichten): 1,00 - 1,30 m





Moorrenaturierung in Bayern: Beispiele



Toteisloch Türkenfeld/ FFB
Gesamtvolume
der Umsetzung: 8.000 €



Angepasste Vorgehensweise

Moorbereiche Typ B

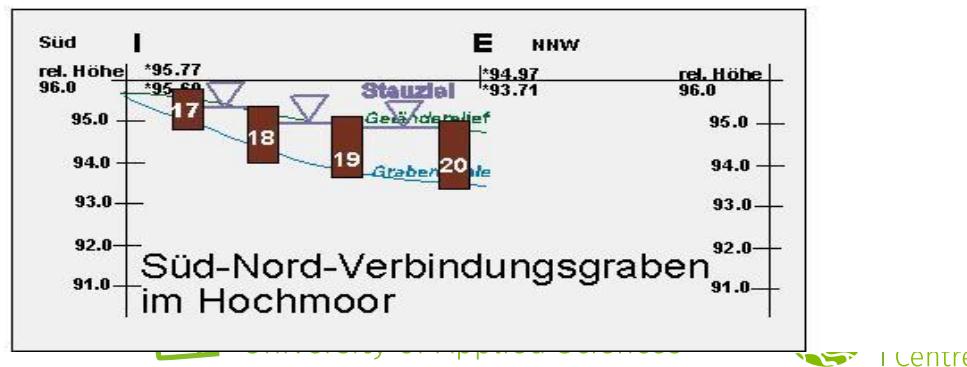
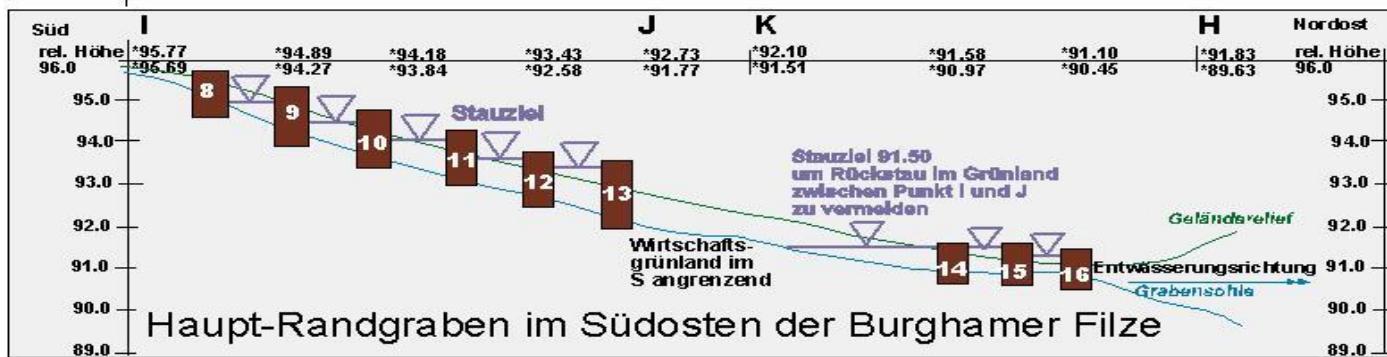
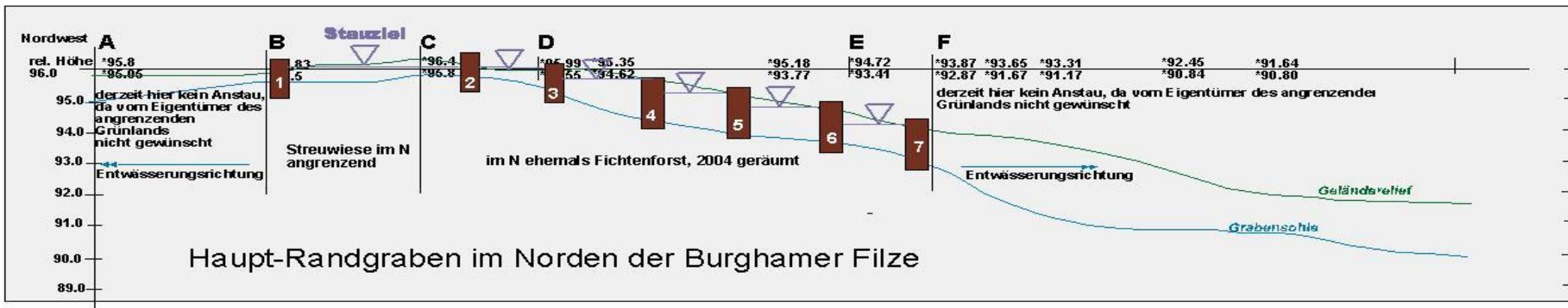
- Hochmoore bzw. Hochmoorbereiche dieses Typs wurden durch ausgedehnte Schlitzgrabensysteme, große bzw. tiefere Gräben und größere Torfstiche vom Randbereich her bis in die zentrale Hochmoorweite verändert.
- Bei einzelnen kleineren Gräben oder Schlitzgrabensystemen wird entsprechend der Moorbereiche Typ A verfahren. Zielsetzung ist hier die Wiederherstellung der natürlichen Moorwasserspiegellagen durch Aufheben der Entwässerungswirkung dieser Gräben.



Angepasste Vorgehensweise

Moorbereiche Typ B

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).



Geländeschnitt: Planung Burghamer Filze

Renaturierungsplanung Burghamer Filze Karte 4: Geländeschnitte - Planung

8 Stauwehr (mit Nr.) aus vor Ort gebrachten Hochmoortorf, innen mit verstärkten Fichten-Rundhölzern

Maßstab 1:3.750/1:100 Länge/Höhe

Auftraggeber: Landratsamt Rosenheim, L. Biotopeverbund Eggstätt-Högl, Seerömer Seen, Projektleiter

Auftragnehmer: Dipl. Ing. C. Siuda, Fritz-Erhard, 82140 Olching/Neu-Esting,

Oktober 2004

Angepasste Vorgehensweise

Moorbereiche Typ B - Grundlegend ist:

- Die Verlangsamung des gesamten Abflusses nach Niederschlagsereignissen.
- Die allmähliche Anhebung des Moorwasserspiegels auf ein Niveau im gesamten Moorkörper, das weitgehend dem natürlichen Zustand des Moores entspricht.
- Die Wiederherstellung der ursprünglichen Moorwasserspiegellagen im Umgriff der Stauwehre (im Oberwasser).
- Die Anzahl der Stauhaltungen richtet sich nach dem Geländerelief; dabei sind 1 m als maximale Höhendifferenz der Wasserspiegel zwischen Ober- und Unterwasser eines Stauwehres sinnvoll (in steilem Gelände). Günstiger ist eine Differenz von weniger als 0,5 Metern, um möglichst großflächig hohe Moorwasserspiegellagen zu erreichen.



Anangepasste Vorgehensweise

Moorbereiche Typ B

Der natürlicherweise stattfindende Abfluss von Niederschlagswasser nach Starkregenereignissen soll möglichst flächenhaft über die angrenzenden Torfrücken mit gewachsener Vegetationsdecke erfolgen; dazu müssen die Stauhaltungen dauerhaft 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 (z.B. Hochmoorgrünland mit noch teilweise intakten Dränagesystemen), da hier schnell Erosionsrinnen entstehen.

Schematisierter Aufbau eines Torfdamms mit Stammholzarmierung

Maschinell einzubauen mittels Bagger (schematisiert)

Kronenbreite an der gewachsenen Grabenschulter:

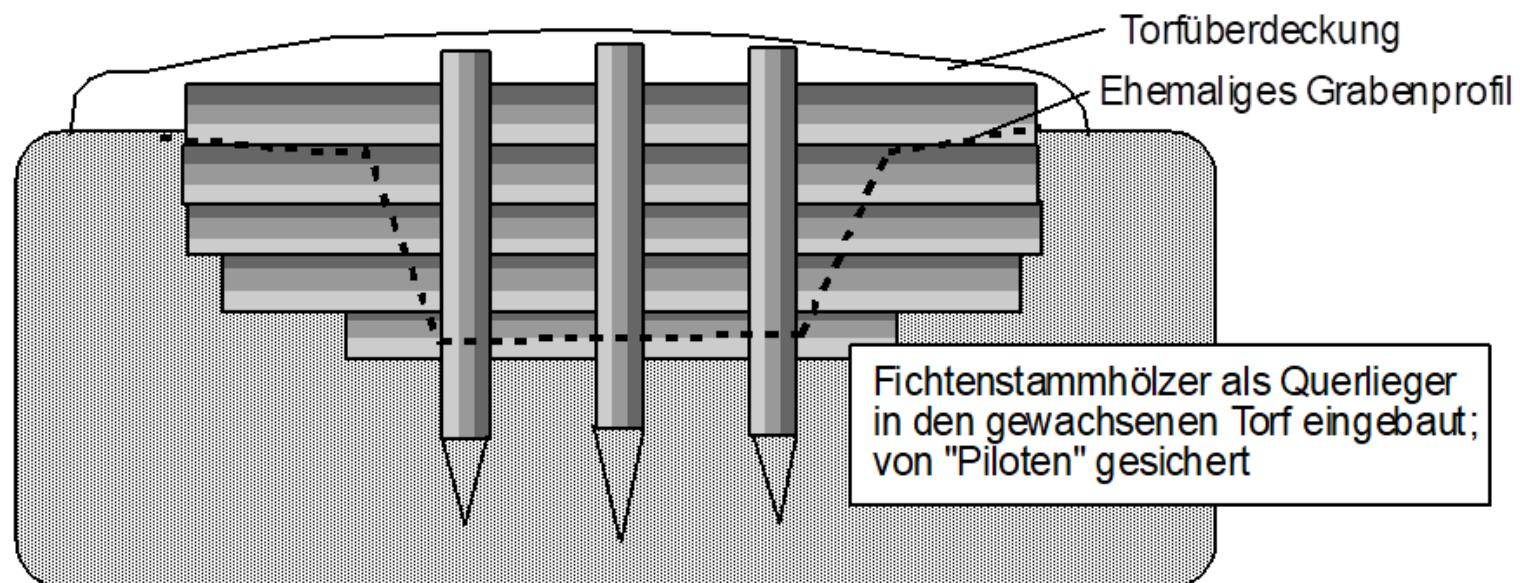
7- 12 m

Grabentiefe (einschließlich weicher Tortschlammsschichten):

1,90 -3,50 m

Bauprinzip:

Einbau von querliegenden Fichtenstammhölzern, Sicherung mit senkrechtstehenden Piloten; Torfentnahme für die Torfüberdeckung der Holzkonstruktion aus dem direkten Umgriff des Stauwehrs (Greifarmreichweite des Baggers)







Maßnahmen-Umsetzung:
Stammholzarmierter
Torfdamm



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



Peatland
Science
Centre

C.Siuda | 29

Technik der Moorrenaturierung

Einbau von Holz- und Hartvinyl-oder Stahl-Spunddielen in größere und tiefere Entwässerungsprofile

Faustformel für den Bau statisch standsicherer Dämme bei größeren Grabenprofilen oder Torfstichen: auf jeden Fall Einbindung in den mineralischen Horizont unter dem Moor notwendig, Länge der Spunddielen nach Faustformel festzulegen

$(\text{Stauzielhöhe} + \text{Moortiefe}) + [(\text{Stauzielhöhe} + \text{Moortiefe}) * 1,3] = \text{Spunddielen(m)}$

z.B. 0,5 m Stauziel + 1,5 m Moortiefe = $(2\text{m}) + [(2\text{m}) * 1,3] = 4,6 \text{ m}$

Die Materialwahl hängt wesentlich von der Qualität des mineralischen Untergrunds ab (rel. weich oder mit steinigen Anteilen): daher sind hier zuvor geotechnische Rammsondierungen erforderlich



Maßnahmen-Umsetzung:
Breite und tiefe
Holzspundung, vor
anschließender
Torfüberdeckung





Technik der Moorrenaturierung



Einbau von Hartvinyl-Recycling-Spunddielen:
Leicht zu transportieren,
Auch bis 6 m noch relativ gut
einzubauen; überfließbar, falls
jedoch mit Torf überdeckt,
nicht überfließbar



Technik der Moorrenaturierung



Dammbauwerk aus
Metallspunddielen

Technik der Moorrenaturierung



Metall-Spunddamm mit
anschließender
Überdeckung mit
Torfpaketen



**Eglinger Filz Aufwand:
Dingliche Sicherung 36 ha
Dammbaumaßnahmen 180.000€**



Einbau von Metall-
spunddielen –
mit anschließender
Andeckung mit
Torfpaketen und
Überlauf

Eingesetzte Geräte: Herkömmlicher Kettenbagger auf Matratzen



Eingesetzte Geräte: Herkömmlicher Kettenbagger auf Matratzen



Eingesetzte Geräte: Kettenbagger mit extrem verbreiterem, ggf. verlängertem Laufwerk



Angepasste Vorgehensweise

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 (Verfahrensweise s. Typ B)

ist zunächst die Rücknahme einer nichtstandortgemäßigen dichten Bestockung (Zielsetzung: Minderung der Evapotranspiration und Beschattung zur Etablierung eines Akrotelms über dem degradierten Oberboden).





vorher

Breitfilz Tradlenz (WM)
Aufwand: Ankauf, Dingliche Sicherung
Umsetzung: ca. 50.000 €



nachher



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



Peatland
Science
Centre



Waldbauliche Maßnahmen

Eine vollständige Räumung ist in Erwägung zu ziehen, sofern es sich um geschlossene hohe Fichtenbestockung (z.B. Altersklassenwald aus Aufforstung) in zentralen Moorstandorten (ehemals Hochmoorweite z.B.) handelt (s. Zollner & Cronauer 1999)

Vorgehensweise der Renaturierung bzw. Leitbild der damit eingeleiteten gelenkten Sukzession:

- Baumentnahme
- Wiedervernässung durch Anstau
- Wiederetablierung von Gehölzbeständen über einer standortgemäßen Moos- und Krautschicht entsprechend der neu eingestellten Standortbedingungen entsteht dann erneute eine standortangepasste Bestockung (Arten und Herkünfte, Dichte der Bestockung)



Moorbereiche Typ C

Manuelle Verfahren der Gehölzentnahme sind bei Bestockungsgraden ab dreißig Prozent meist zu teuer und zeitaufwendig. Hier kommt der Einsatz von Harvestern in Frage.







Waldbauliche Maßnahmen

Eine partielle Räumung ist v.a. angebracht:

- bei Randlagen des Moores (oberes und unteres Randgehänge) bei autochthonen Beständen,
 - die aber durch die Vorentwässerung unnatürlich dicht geworden sind
 - die konkurrenzschwache Gehölze unterdrücken (Spirken)

Vorgehensweise v.a. mit motomanuellen Verfahren

- Spirken(Moorkiefern) und mattwüchsige Bestockung sollten zur Erhaltung des Mikroklimas nur mosaikartig und im Umgriff der Dammstandorte (Zugänglichkeit) entnommen werden



Technikeinsatz: Moorraupe und Moorbagger

Zu den besonders stark denaturierten Mooren (Moortypus C) gehören auch ehemalige Frästorffabbaufelder



Moorrenaturierung in Bayern: Beispiele



Anangepasste Vorgehensweise

Moorbereiche Typ C

Ebenso gehören intensiv genutzte Grünlandstandorte zu den am stärksten degenerierten Moorflächen (hier nicht weiter thematisiert)

Technisch aufwändig sind **mineralische Dammbauwerke („Wasserbaudämme“)**, die dann notwendig werden, wenn aus

- Gründen der Standsicherheit oder
- bei festem mineralischen Untergrund

andere Bautypen nicht in Frage kommen; ein Einbau in gering degradierte Moore kommt allerdings aus naturschutzfachlichen und stoffhaushaltlichen Gründen nicht in Frage.



Technikeinsatz: Bau von Wasserbaudämmen im Moor

Vorbereitung:

- Erfassung der Moortiefe
- Genaue Vermessung des Standortes
- Technische Planung mit Standsicherheitsberechnung
- Geotechnische Untersuchung des Mooruntergrunds
(Rammkernsondierung)
- Planung der Zufahrt des Materials

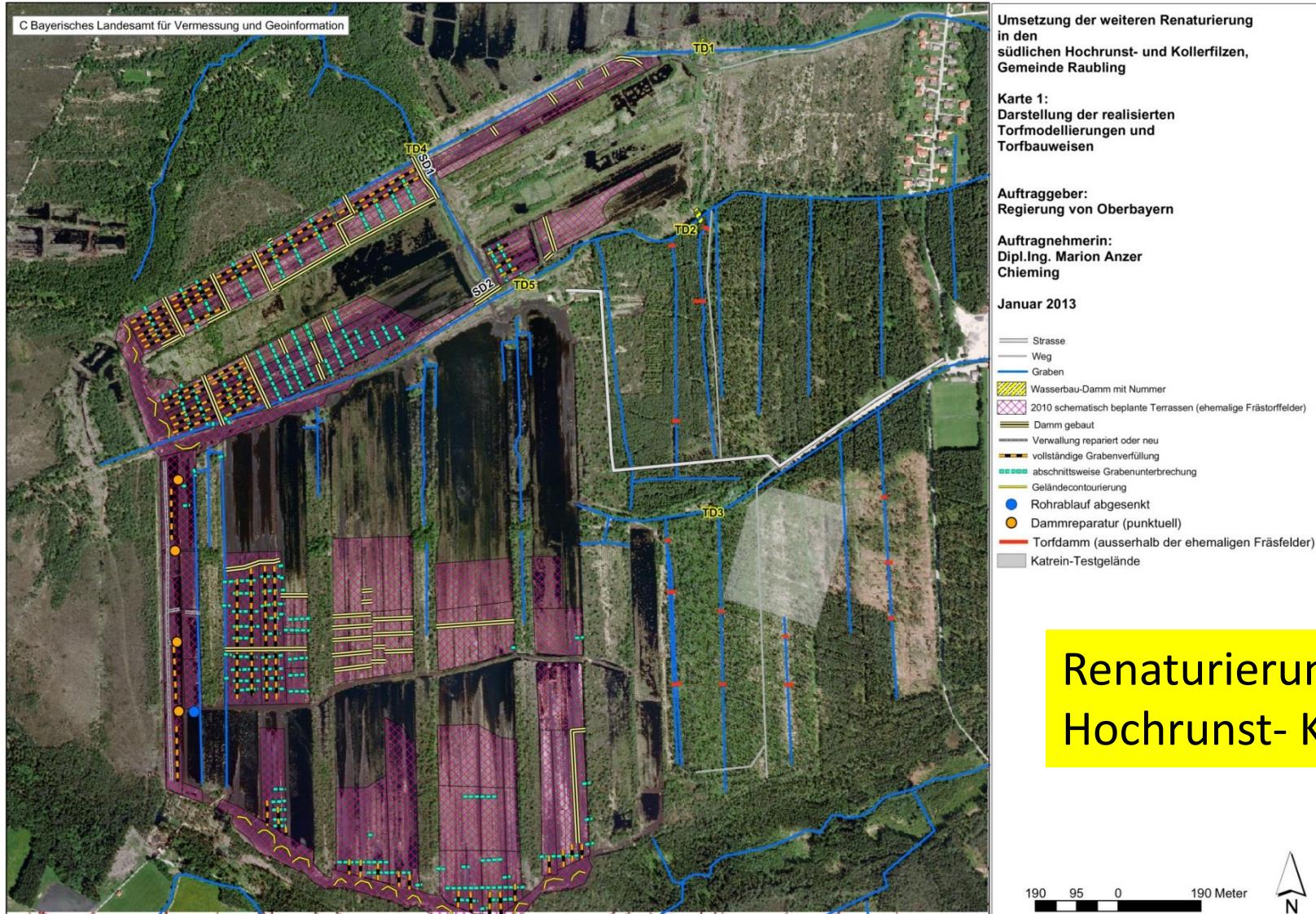


Technikeinsatz: Bau von Wasserbaudämmen im Moor

- Schwierigkeiten: Torfentnahme bis in den mineralischen Untergrund
- Transport des mineralischen Substrats vor Ort
- Lagenweiser, trockener Einbau bedarf Pumpsysteme
- Material muss ständig auf Eignung (Einhalten der vorgesehenen Korngrößenverteilung) geotechnisch geprüft werden (extern durch Gutachter und intern durch Baufirma)



Moorrenaturierung in Bayern: Beispiele



Technikeinsatz: Bau von Wasserbaudämmen im Moor

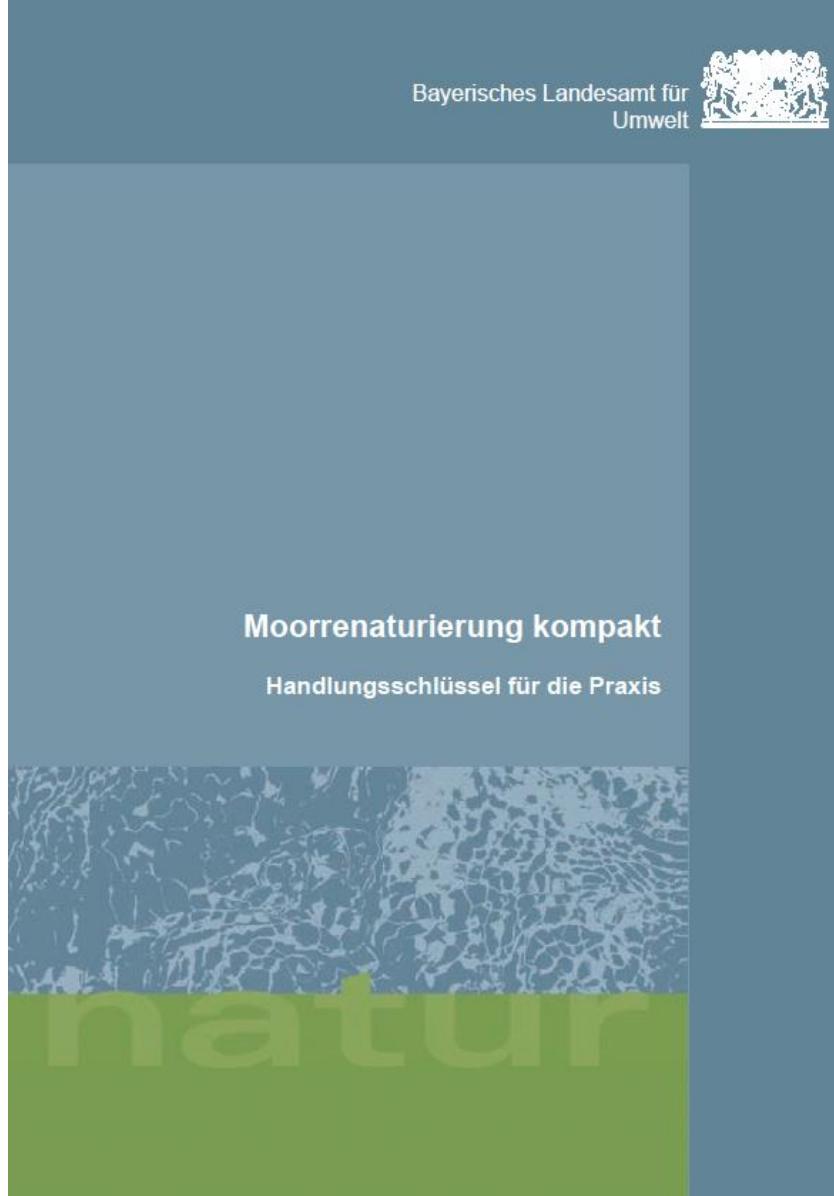


Technikeinsatz: Moordumper und mobile Baustrasse



Moorrenaturierung in Bayern: Beispiele







Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences



Peatland
Science
Centre

C.Siuda | 58