

TELMA	Band 48	Seite 145 - 162	7 Abb., 1 Tab.	Hannover, November 2018
-------	---------	-----------------	----------------	-------------------------

Entwicklung von zwei konkurrierenden Revitalisierungskonzepten am Beispiel des Wietmarscher Moores – zwischen Anspruch und Realität

Development of two revitalization concepts of the Wietmarscher Moor - between claim and reality

MICHAEL UNKELBACH, ANDREAS LECHNER und BERND HOFER

Zusammenfassung

Im Wietmarscher Moor liegen auf Grund einer langjährigen, intensiven Abtorfung und Entwässerung der 160 ha großen Fläche ungünstige Voraussetzungen für eine ganzflächige Wiedervernässung vor. Auch in diesem Moor können aufgrund eines zunehmend hohen Hemerobiegrades bestimmte Leitbilder nicht mehr realisiert werden. Deswegen wurden für das Wietmarscher Moor zwei Konzepte mit unterschiedlichen Zielsetzungen entwickelt. Ein Maximalkonzept, das eine vollständige Hochmoorrevitalisierung in der gesamten Fläche anhand von bestehenden Handlungsempfehlungen (Geofakten 14) anstrebt und ein Realkonzept, bei dem eine Hochmoorrevitalisierung nur in dafür geeigneten Bereichen unter Berücksichtigung der noch vorhandenen Schwarztorfreste durchgeführt werden soll. Auf der restlichen Fläche sollen durch Pflegemaßnahmen sowie durch die Zulassung freier Sukzession alternative Niedermoor- bzw. Feuchtbiotope entstehen. Anhand einer Betrachtung der Realisierbarkeiten und der zu erwartenden Standortdiversitäten beider Konzepte wird die Umsetzung des Realkonzeptes empfohlen. Demnach wird es auf einer Fläche von 20 ha durch die Anlage von Poldern zur Hochmoorentwicklung und auf 17 ha durch den Verschluss von Gräben zur Röhricht- oder Bruchwaldbildung kommen. Die Standortdiversität wird sich beim Realkonzept im Vergleich zum aktuellen Zustand sowie zum Maximalkonzept deutlich erhöhen. Aufgrund der Betrachtung der Stratigraphie von nahe gelegenen, teils wiedervernässten Referenzflächen, kann für die geplanten Polder von guten Revitalisierungschancen ausgegangen werden.

Abstract

The Wietmarscher Moor covers about 160 ha of a former industrially, cut-over raised bog. Due to a long-term and intensive peat-extraction as well as drainage of the area, starting conditions for rewetting are unfavorable. Because of this two concepts with different aims have been developed. The maximum concept adheres to existing guidelines (Geofakten 14) for rewetting peat-extracted areas focused on bog revitali-

zation over the whole area. The real concept is based on the existing conditions in the area and aims at developing a raised bog in suitable areas as well as alternative habitats in the other sections of the Wietmarscher Moor. By comparing the feasibility and expected habitat diversity of both concepts, the implementation of the real concept is recommended. On an area of approx. 20 ha polders for precipitation retention will be created and about 17 ha will be rewetted by ditch closures. The number of different habitats will increase significantly compared to the current state and to the maximum concept. By considering the stratigraphy in nearby partly rewetted reference areas, good chances of revitalization can be assumed for the planned polders.

1. Einleitung und Untersuchungsraum

In der aktuellen öffentlichen Debatte wird der Moorschutz meist nur noch mit Klimaschutzzielen begründet. Dabei erfahren die übrigen Ökosystemfunktionen sowie -dienstleistungen nicht die Aufmerksamkeit, die auch diesen gebühren sollte. So fungieren natürliche und naturnahe Moore nicht nur als Stoffsenken für Kohlenstoff und Nährstoffe, sie dienen darüber hinaus als Filter, als Lebensraum für hochspezialisierte Arten und als regulierende Komponente für den Gebietswasserhaushalt sowie das Mikroklima. Moore können darüber hinaus eine bedeutende Rolle im Hochwasserschutz einnehmen und stellen als Geoarchive bedeutende Zeitzeugen historischer Landschaftszustände dar (DIERSSEN & HÖRMANN 1999, EIGNER 2003, ROCHEFORT 2000, SCHOPP-GUTH & GUTH 2003, SCHUMANN & JOOSTEN 2008, SUCCOW & JOOSTEN 2012).

Industriell abgetorfte Hochmoore haben teilweise eine so erhebliche anthropogene Überprägung erfahren, dass nicht mit der natürlichen Wiederentwicklung eines sich selbst regulierenden Moorsystems gerechnet werden kann. Hohe N-Depositionen aus der Luft stellen eine erwünschte Hochmoorentwicklung zusätzlich infrage. Die entstehenden wiedervernässten Flächen sind das Resultat technischer Maßnahmen, die für eine erfolgreiche Wiedervernässung von der stetigen Kontrolle und Pflege durch den Menschen abhängig sind (BLANKENBURG 2004). Aus diesen Gründen sollte darüber nachgedacht werden, inwieweit eine ganzheitliche Hochmoorentwicklung zwingend erreicht werden soll. Die Ausbildung standortangepasster Alternativlebensräume stellt eine effektive Methode da, um nachhaltig und vom menschlichen Einfluss weitgehend unabhängig die Habitatvielfalt und damit den Artenschutz zu sichern.

Das Wietmarscher Moor ist eine ehemalige 160 ha große Abtorfungsfläche in Nordwestdeutschland. Sie befindet sich im Grenzgebiet zwischen der Grafschaft Bentheim und dem Landkreis Emsland in Niedersachsen (Abb. 1).

Im Zuge des Torfabbaus wurden ab den 1970er Jahren bis 2015 der komplette Weißtorf und der Großteil des vorhandenen Schwarztorfes entnommen. Im Schnitt findet sich aktuell eine Gesamttorfmächtigkeit von $0,62 \pm 0,15$ m im Planungsgebiet. Die mittlere Niedermoortorfmächtigkeit liegt bei $0,27 \pm 0,15$ m, die Hochmoortorfmächtigkeit bei $0,21 \pm$

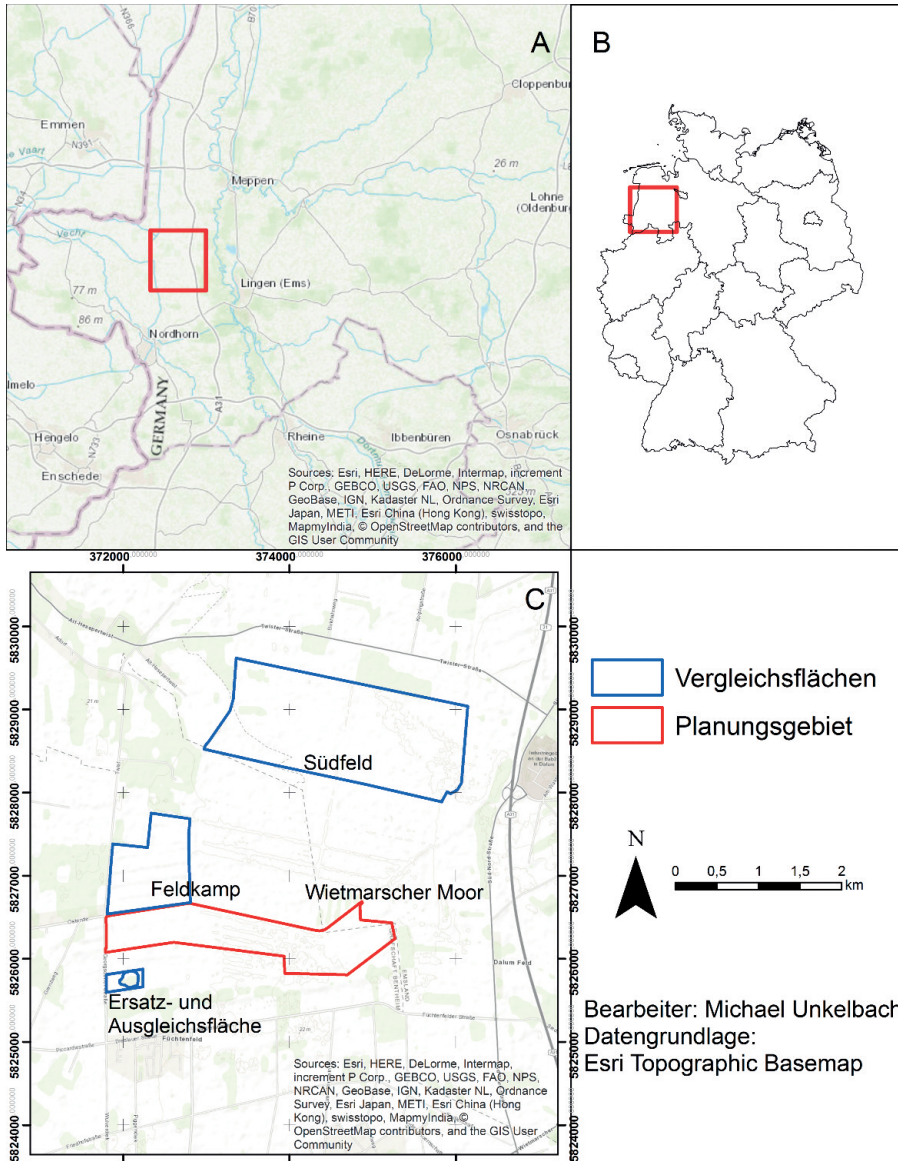


Abb 1: Räumliche Einordnung des Untersuchungsgebietes (A & B) sowie der Referenzflächen (C) Südfeld, Feldkamp und der Ersatz- und Ausgleichsfläche (E&A)
 Spatial localization of the study area (A & B) and the reference surfaces (C) Südfeld, Feldkamp and the Ersatz- und Ausgleichsfläche (E&A)

0,17 m. Die Bröckeltorfaufgabe umfasst $0,13 \pm 0,1$ m. In der vom Landkreis Bentheim 1981 erteilten Abtorfungsgenehmigung für das Wietmarscher Moor wurde das Belassen einer 0,5 m mächtigen Resttorfschicht festgeschrieben, ohne dass auf die Art des Resttorfes eingegangen wurde. Für eine erfolgreiche Wiedervernässung ist laut Literatur jedoch eine mindestens 0,5 m mächtige Schicht aus gewachsenem Schwarztorf (BLANKENBURG 2004) erforderlich. Eine solche Situation findet sich im Wietmarscher Moor jedoch nur in wenigen Bereichen. Deshalb und durch das teilweise noch aktive Entwässerungssystem im Gelände sind die Ausgangsbedingungen für eine Hochmoorrevitalisierung auf diesem Standort schlecht. Im Folgenden werden zwei Konzepte zur vollständigen oder teilweisen Wiedervernässung des Planungsgebietes vorgestellt.

Während das Maximalkonzept eine flächendeckende Hochmoorrevitalisierung anhand vorliegender Handlungsempfehlungen vorsieht, soll beim Realkonzept nur auf potentiell geeigneten Flächen – unter Berücksichtigung der Verteilung des vorhandenen Schwarztorfes in der Fläche – eine Hochmoorrevitalisierung stattfinden. Die Schaffung einer möglichst hohen Standortdiversität wird als Alternative zur ganzheitlichen Hochmoorrevitalisierung herangezogen. Ersatzbiotope werden durch gezielte Pflegemaßnahmen wie auch durch das Zulassen freier Sukzession erzeugt.

2. Material und Methoden

Grundlage für die Konzepte sind Daten von Geländearbeiten aus den Jahren 2006, 2015 sowie 2018. Diese Daten umfassen die Stratigraphie sowie die Lage und den Zustand des aktuellen Entwässerungssystems. Aus einem 50 x 50 m Bohrrasterdatensatz wurden mit ArcGis 10.3.1 von ESRI horizontweise Rasterdatensätze errechnet.

Um die Moorhydrologie und den Revitalisierungserfolg innerhalb der zu erstellenden Polder abzuschätzen zu können, wurden in drei benachbarten und teils erfolgreich wiedervernässten Flächen (Ersatz- und Ausgleichfläche (E&A), Feldkamp und Südfeld siehe Abb. 1) sowie im Untersuchungsgebiet an zufällig generierten Messpunkten der Wasserstand, der pH-Wert und die elektrische Leitfähigkeit monatlich zwischen März und Juni 2017 ermittelt. Dabei wurde der Wasserstand ausgehend von der Geländeoberkante mit einem handelsüblichen Zollstock gemessen. Die Bestimmung des pH-Wertes und der Leitfähigkeit erfolgte mittels des Handmessgerätes Multiline P4 (WTW). Zusätzlich wurde die Stratigraphie an allen Bohrpunkten anhand der Bodenkundlichen Kartieranleitung aufgenommen (ADHOC AG BODEN 2005).

Die Konzeptionierung der Polderplanungen erfolgte in ArcGis 10.3.1. Die Maximalplanung hält sich an die Handlungsempfehlungen der Geofakten 14 (BLANKENBURG 2004). Planungsbasis stellte die Oberkante des Niedermoortorfes bzw. bei fehlendem Niedermoor der mineralische Untergrund dar (B-Ebene). Da in den Handlungsempfehlungen

eine 0,5 m mächtige Schwarztorfschicht vorausgesetzt wird, wurden der B-Ebene in einem ersten Schritt 0,5 m hinzuaddiert und auf dieser Grundlage das Planungsgebiet grob in Polder gleichen mittleren Niveaus unterteilt. Unter der Voraussetzung, abgeleitet aus den Geländeerhebungen in den Referenzflächen, dass die Schwarztorfschicht stets mindestens $\geq 0,25$ m mächtig sein muss, wurden die Poldergrenzen soweit verschoben, bis eine ausreichend mächtige Deckung an den Polderrändern erreicht wurde. Mit ArcGis wurde dann der benötigte Torfbedarf für die Gestaltung der Geländeoberflächen, für den Verschluss der Gräben sowie für die Polderdämme ermittelt.

Für die Planung des Realkonzepts bilden die B-Ebene sowie die Hochmoortorfverteilung die Grundlagen für eine erste manuelle Polderplanung. Zur Ermittlung der neuen Geländeoberfläche werden für jeden Polder die B-Ebene und die Hochmoortorfmächtigkeit gemittelt und addiert. Größere Flächen mit geringer Hochmoortorfmächtigkeit ($< 0,1$ m) in den Randbereichen der Polder sowie Durchragungen der B-Ebene wurden lokalisiert und durch Verschiebungen der Poldergrenzen eliminiert bzw. minimiert. Mit Hilfe von ArcGis wurde der Torfbedarf polderweise bilanziert. Um eine positive Torfbilanz zu erhalten, wurde bei Bedarf das Niveau der zu erstellenden Geländeoberfläche reduziert. Das Torfvolumen für Grabenverschlüsse sowie für Verwallungen wurde ermittelt und mit dem Torfbedarf für die Oberflächengestaltung verrechnet. Anschließend wurde der Torfbedarf mit den vorhandenen Hochmoortorfresten in einer 150 m breiten Zone um die Polder verglichen. In dieser Entfernung kann der Schwarztorf für eine Nutzung noch wirtschaftlich herangeschoben werden (mündl. HOFER 2018). Sowohl beim Maximalkonzept, wie auch beim Realkonzept werden die Polder kaskadenartig entwässert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Polderplanung Maximalkonzept

Im Zuge des Maximalkonzeptes wird es zur Gestaltung von acht Poldern kommen. Durch die Einwallung eines kleinen Pfeifengras-Birken- und -Kiefern-Moorwaldes im Südosten der Abtorfungsfläche entsteht ein neuer Polder (Abb. 2).

Die mittlere Gesamtorfmächtigkeit wird in den Poldern zwischen 0,5 m - max. 0,9 m betragen. Die mittlere Schwarztorfmächtigkeit wird von mindestens 0,4 - 0,6 m reichen. Innerhalb der einzelnen Polder ist dem Relief folgend ein Gradient in Bezug auf die Gesamtorfmächtigkeit von Ost nach West, bzw. im östlichen Abschnitt von West nach Ost zu verzeichnen. Für die Modellierung der Geländeoberfläche wird mit einem Torfbedarf von 38.500 m³ gerechnet. Die Verwallungen mit einer 5 m breiten Basis, einer Höhe von einem Meter und einer Kronenbreite von 3 m, benötigen 5 m³ Torf pro laufenden Meter. Verluste durch Sackung und Oxidation bedingen einen Mehrbedarf an Torf von 30 - 50 % (BLANKENBURG 2004). Für den Bau der Dämme sind demnach mindestens 54.500 m³ Torf zu ver-

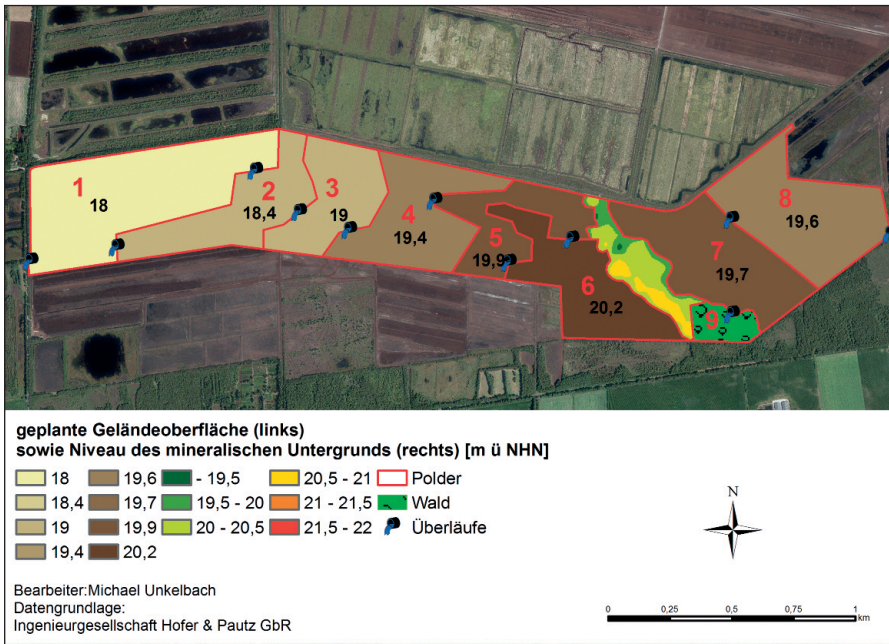


Abb 2: Maximalkonzept mit Niveau der zu erstellenden Geländeoberflächen sowie Lage der B-Ebene im Bereich der mineralischen Erhebung
 Polder localisation and surfacelevel with niveau of the B-plane in the area of mineralic elevation of the maximum concept

anschlagen. Dem stehen 16.000 m³ Bröckeltorfe in der Fläche gegenüber, die für die Errichtung der Wälle verwendet werden. Da eine Oberflächenmanipulation auf der gesamten Fläche stattfindet, ist es nötig alle Gräben zu verschließen. Für einen vollständigen Verschluss werden 5.600 m³ Torf benötigt. In der Summe ergibt sich für die Umsetzung des Maximalkonzeptes ein Schwarztorfbedarf von 82.600 m³.

Ausgehend von der als Wasserscheide fungierenden mineralischen Rippe, die das Planungsgebiet entlang des östlichen Drittels von Südost nach Nordwest durchzieht, werden die Polder nach Westen bzw. nach Osten hin entwässern. Aufgrund des Verschlusses des Hauptentwässerungsgrabens, der entlang der nördlichen Gebietsgrenze die mineralische Erhebung passiert, ist für die östlichen Polder eine alternative Entwässerungsmöglichkeit notwendig. Darum wird ein nach Süden verlaufender Graben reaktiviert (Abb. 3).

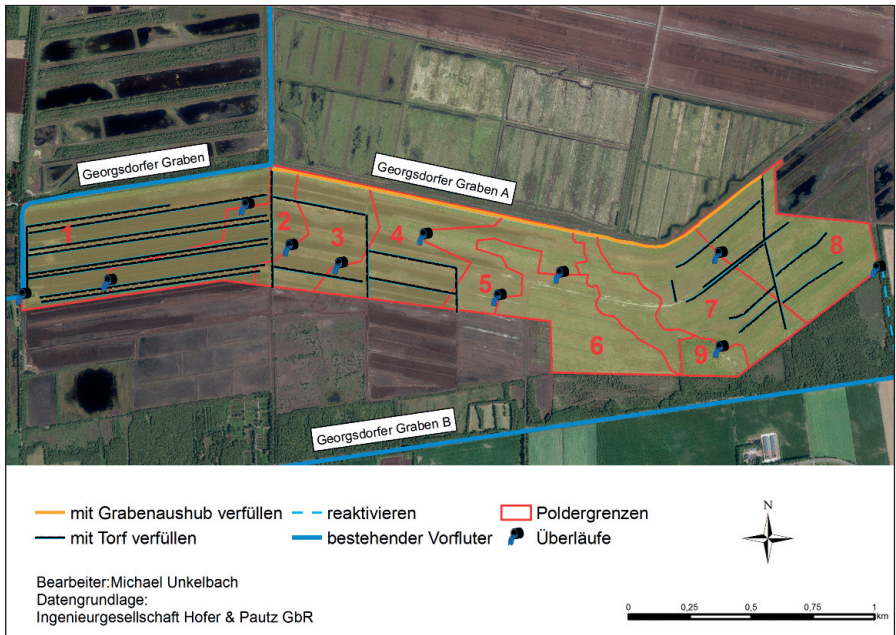


Abb 3: Maximalkonzept im Entwässerungssystem
Interventions in the water drainage system of the maximum concept

3.2 Polderplanung Realkonzept

Da sich das Realkonzept sowohl am Relief der B-Ebene, wie auch an der Verteilung und Menge des vorhandenen Schwarztorf orientiert, fällt die Anzahl und Fläche der zu errichtenden Polder weitaus geringer aus. In der Fläche werden fünf Polder erstellt. Ein sechster Polder wird durch die Umwallung des Pfeifengras-Birken- und Kiefern-Moorwaldes entstehen. Insgesamt werden die Polder eine Fläche von 20 ha und damit 12 % des Planungsgebietes einnehmen (Abb. 4).

Der östlichste Polder wird eine mittlere Gesamttorfmächtigkeit von 0,6 m aufweisen. Die Schwarztorfmächtigkeit wird im Schnitt bei 0,4 m liegen. Die Gesamttorfmächtigkeit, wie auch die Schwarztorfmächtigkeit, wird bei den vier kaskadenartig miteinander verbundenen Poldern von Ost nach West stetig abnehmen. Beträgt die Gesamttorfmächtigkeit im östlichen der vier noch 0,6 m, reduziert sie sich auf 0,3 m im westlichen Polder. Die Hochmoortorfmächtigkeit nimmt von 0,6 m auf 0,15 m ab.

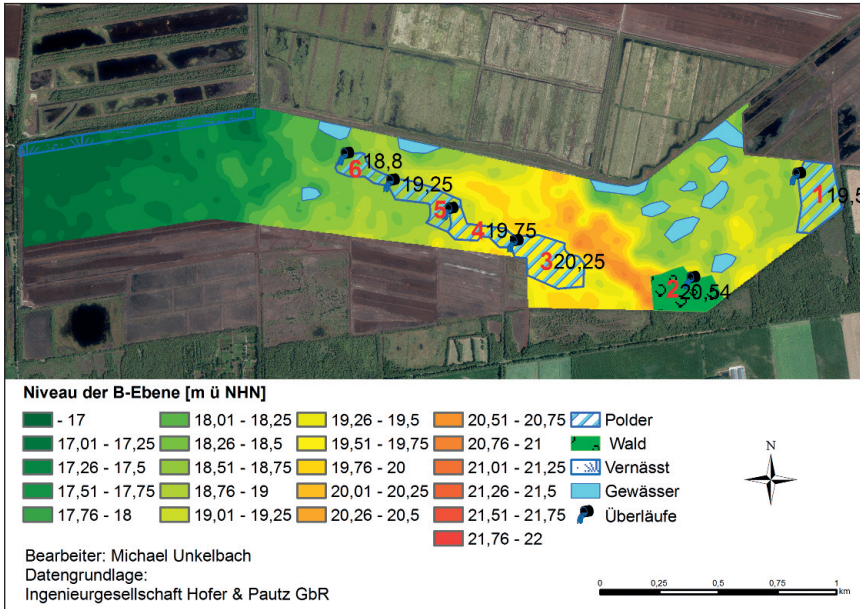


Abb 4: Realkonzept mit Niveau der zu erstellenden Geländeoberflächen sowie Lage der B-Ebene Polder localisation and surfacelevel with niveau of the B-plane of the real concept

Da das Planungsgebiet nur partiell bearbeitet wird, müssen nicht alle Gräben verschlossen werden. So reicht es aus, die aktiven Hauptentwässerungsgräben zu verschließen, um die Wasserretention in der Fläche zu erhöhen. (Abb. 5).

Durch den Verschluss des westlichen Vorfluters wird es künftig zu einer weiteren Vernäsung von insgesamt 17 ha im westlichen Drittel kommen. Die einleitenden Gräben werden durch diese Maßnahme angestaut und bilden Kleingewässer. Dadurch tragen sie zu einer Erhöhung der Heterogenität in der Landschaft bei. Entlang des nordwestlichen Grenzverlaufes gibt es einen 1 km langen und 30 m breiten Streifen eines feuchteren Pfeifengras-Moores, das als Quellregion für die Neubesiedlung der umgebenen Flächen dienen wird. Durch das Verschieben von Torfmaterial werden sich kleine, offene flache Wasserflächen ausbilden.

Der für den Bau der Verwallungen sowie für die Gestaltung der Oberfläche nötige Schwarztorf soll aus einer maximal 150 m breiten Zone um die Polder angeschoben werden. Bei einem Sackungs- und Oxidationsverlust von 30 % ergibt sich so ein Fehlbetrag von 6.500 m³ Schwarztorf. Für den Verschluss der Gräben kann mit 1.000 m³ Schwarztorf gerechnet werden, sodass sich der Fehlbetrag auf 7.500 m³ erhöht. Dem stehen 19.200 m³ Hochmoor- und Brückeltorfe außerhalb der 150 m Zone gegenüber, die, unter maschinellen und finanziellen Mehraufwand, ebenfalls verwendet werden könnten.

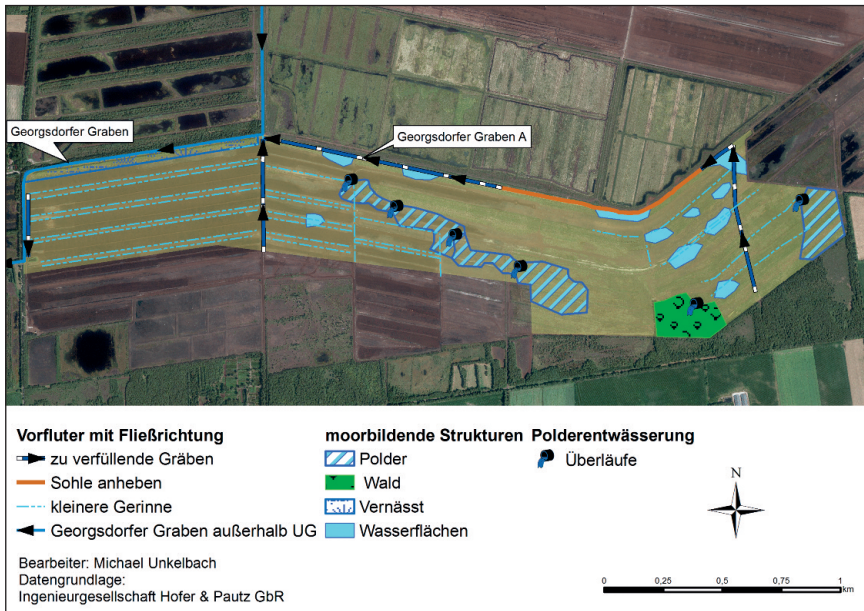


Abb 5: Realkonzept im Entwässerungssystem
 Interventions in the water drainage system of the real concept

3.3 Diversität Maximalkonzept

Durch die Umsetzung des Maximalkonzeptes wird es in allen Poldern bei einem ersten winterlichen 30 cm hohen Überstau zur Ausbildung von Biotop 6.6.1 „Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche“ (MIW) nach Biotopkartieranleitung Niedersachsen (DRACHENFELS 2016) kommen. Sollten sich „Ammenpflanzen“ – z. B. *Eriophorum vaginatum* – ansiedeln, werden sich „Hochmoor-Renaturierungsflächen mit lückiger Pioniervegetation“ (MIP, 6.6.2) entwickeln. Anschließend werden die Polder von Biotop 6.3.2 „Sonstige Torfmoos-Wollgras-Moorstadien“ (MWT) und Biotop 6.3.1 „Wollgras-Torfmoos-Schwingrasen“ (MWS) langfristig, dem Leitbild der Planung entsprechend, zu Biotop 6.1 „Naturnahes Hochmoor des Tieflandes“ (MH) übergehen. Auf dem mineralischen Rücken entstehen, nach einem Torfabtrag, relativ trockene und sandige Böden. Daher ist zu erwarten, dass sich trockene Sandheiden (HCT, Biotop 8.1.1) entwickeln. Polder 9 wird sich in Biotop 1.12.1 „Birken- und Kiefern-Bruchwald nährstoffarmer Standorte des Tieflands“ (WBA) wandeln (DRACHENFELS 2016).

3.4 Diversität Realkonzept

Die Standortdiversität, als Summe von unterschiedlichen Lebensraumtypen nach DRACHENFELS (2016), würde sich durch das hier vorgestellte Realkonzept im Vergleich zum aktuellen Zustand und zum Maximalkonzept deutlich erhöhen. In den Poldern 1 und 3 wird sich im ersten Winter durch einen 30 cm hohen Überstau ein Biotop 6.6.1 „Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche“ (MIW) einstellen. Kommt es zur Ansiedlung von „Ammenpflanzen“ geht dieser Biotoptyp in 6.6.2 „Hochmoor-Renaturierungsfläche mit lückiger Pioniervegetation“ (MIP) über. Die Gesamttorfmächtigkeit nimmt von Polder 4 bis Polder 6 stetig ab, sodass sich hier zeitnah kein Hochmoor bildet. Diese Polder sind stärker durch wechselfeuchte Bedingungen gekennzeichnet. Es stellen sich „Wollgrasstadien von Hoch- und Übergangsmooren“ (6.3 (MW)) oder „Pfeifengras-Moorstadien“ (6.5 (MP)) ein. Aufgrund der guten Anpassung von *Molina* an schwankende Wasserstände ist die Entwicklung von Biotop 6.5 eher zu erwarten.

Polder 1 und 3 werden sich über die Biotope 6.3.2 „Sonstige Torfmoos-Wollgras-Moorstadien“ (MWT), 6.3.1 „Wollgras-Torfmoos-Schwingrasen“ (MWS) langfristig zu einem naturnahen Hochmoor (6.1 (MH)) entwickeln. Polder 2 wird sich in Biotop 1.12.1 „Birken- und Kiefern-Bruchwald nährstoffarmer Standorte des Tieflands“ (WBA) wandeln.

Im westlichen Drittel kommt es durch den Verschluss des Hauptentwässerungsgrabens zur Entwicklung von Landröhrichtern (5.2 (NR)) und/oder zur Ausbildung eines „Birken-Bruchwaldes mäßig nährstoffreicher Standorte des Tieflandes“ (1.12.3 (WBM)). Die Bildung eines basen- und nährstoffarmen Sauergras-/Binsenried“ (5.1.1 (NSA)) ist ebenfalls denkbar.

In tieferen Senkenlagen werden sich offene Wasserflächen entwickeln, die als 4.17 „Verlandungsbereich nährstoffarmer Stillgewässer“ (VO) angesprochen werden können.

In den restlichen Bereichen des Planungsgebietes gibt es kleinere Flächen mit geringerer Überstauhöhe, in denen es zur Ausbildung von unterschiedlichen Wollgrasstadien von Hoch- und Übergangsmooren (6.3 (MW)) kommen wird. In trockeneren Bereichen werden sich die Biotope 6.4.2/6.4.3 („Trockenes Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium“ (MGT)/„Besenheide-Hochmoordegenerationsstadium (MGB)“) oder 6.5.2 („Trockenes Pfeifengras-Moorstadium“ (MPT)) einstellen, wenn nicht schon vorhanden. Aufgrund der relativ trockenen und sandigen Bedingungen wird es auf dem mineralischen Rücken zur Entwicklung des Biotops 8.1.1 „Trockene Sandheiden“ (HCT) kommen, falls der vorliegende Torf für den nahegelegenen Dammbau abgeschoben wurde.

3.5 Wasserstand, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Stratigraphie sowie Entwicklungschancen

Wasser ist einer der wichtigsten Faktoren für den Erhalt einer moortypischen Vegetation und wird aus diesem Grund oft als Indikator für den Zustand von Moorstandorten herangezogen (SLIVA 1997). Nach SUCCOW & JOOSTEN (2012) liegen in natürlichen Hochmooren Wasserstände von 0 m bis 0,35 m unter Flur vor. Für Wiedervernässungen wird ein Wasserstand von 0,1 m unter Flur angestrebt. Höhere Wasserstände würden zu verstärkten Methan-Emissionen, niedrigere zu erhöhter Torfmineralisierungen führen (DRÖSLER et al. 2011).

Die Ergebnisse zeigen, dass die beiden wiedervernässten Flächen E&A und Feldkamp im Schwankungsbereich für natürliche Hochmoore liegen und damit geeignete Bedingungen für eine Ansiedlung von Ammenpflanzen bieten (BLANKENBURG 2004, SUCCOW & JOOSTEN 2012, TOMASSEN et al. 2010, ZERBE 2009). In den beiden gestörten Standorten Wietmarscher Moor und Südfeld finden sich, erwartungsgemäß, tiefere Wasserstände mit größeren Schwankungsamplituden (LÜTT 1992). In beiden Gebieten reduziert sich die Anzahl an Bohrpunkten mit einem messbaren Wasserstand über den Messzeitraum um 70 bis 80 %. Abbildung 6 stellt die mittleren Wasserstände in den untersuchten Flächen im Messzeitraum dar.

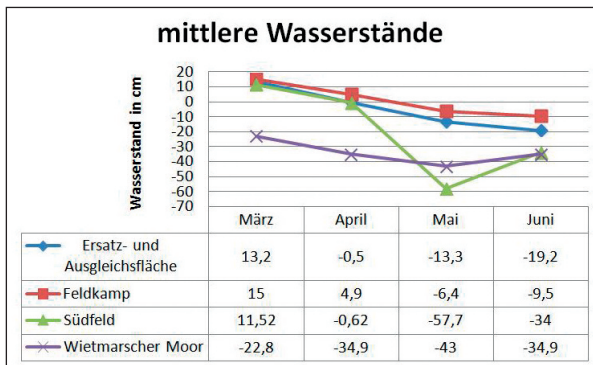


Abb 6: Mittlere Wasserstände im Untersuchungsgebiet sowie den Vergleichsflächen
Average water level in the study area and the comparative surfaces

Die gemessenen pH-Werte liegen im Wietmarscher Moor und in den Vergleichsflächen zwischen 3,3 - 4,7 und befinden sich damit in den von ELLENBERG & LEUSCHNER (2010) angegebenen pH-Amplituden ausgewählter *Sphagnen*-Arten wie z. B. *Sphagnum magel-*

lanicum, *S. cuspidatum* oder *S. fallax*. Anhand der Messungen konnte kein Zusammenhang zwischen dem pH-Wert, der Gesamttorfmächtigkeit oder der Hochmoortorfmächtigkeit gefunden werden. Zu vermuten ist, dass der pH-Wert mit der Zeit nach Aufgabe der Abtorfung sinkt.

Die elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S cm}^{-1}$) des Kapillarwassers wird oft als Maß für die Nährstoffverfügbarkeit sowie als Indikator für den anthropogenen Einfluss herangezogen (PFADENHAUER 1997, SLIVA 1997). Abbildung 7 zeigt den zeitlichen Verlauf der über alle Messpunkte gemittelten Leitfähigkeiten für die jeweiligen Flächen.

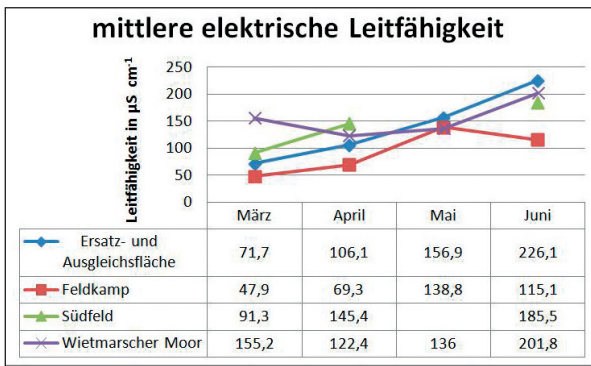


Abb 7: Mittlere elektrische Leitfähigkeit im Untersuchungsgebiet sowie in den Vergleichsflächen
Average electrical conductivity in the study area as well in the comparative surfaces

So wird im Messzeitraum eine steigende Tendenz in der mittleren Leitfähigkeit festgestellt, was sich mit Geländebeobachtungen von DRÖSLER (2005) deckt. Die elektrische Leitfähigkeit übersteigt bei allen untersuchten Gebieten schon im März die für wachsende natürliche Hochmoore angegebenen Werte von 10 bis 30 $\mu\text{S cm}^{-1}$ (EGGELSMANN 1990). Damit wird die offensichtliche anthropogene Überprägung bestätigt. Auch bei der elektrischen Leitfähigkeit konnte kein Zusammenhang zwischen der Gesamttorfmächtigkeit oder vorhandenen Hochmoortorfmächtigkeiten gefunden werden.

Anhand der Betrachtung der Stratigraphie sowie der vorliegenden Torfarten in den wiedervernässten Flächen E&A und Feldkamp, kann für die zu erstellenden Polder 1 und 3 des Realkonzeptes von guten Entwicklungschancen ausgegangen werden. Im E&A und Feldkamp liegt im Mittel eine Gesamttorfmächtigkeit von 54 cm bzw. 41 cm aus überwiegend Niedermoor torfen über Sand- oder Schluffmudden vor. Obwohl keine 0,5 m mächtige gewachsene Schwarztorfschicht vorzufinden ist, scheinen die Flächen für die Wiederansiedlung von hochmoortypischen Arten gute Bedingungen zu bieten. So finden sich im Feld-

kamp in fast allen untersuchten Poldern *Eriophorum angustifolium*, *E. vaginatum* sowie *Sphagnum cuspidatum*. Letzteres bildet in weiten Teilen schon dichte Torfmoosteppiche aus, die als Basis für eine Ansiedlung torfbildender *Sphagnen* dienen können. In den Poldern 1 und 3 wird die Gesamttorfmächtigkeit im Schnitt 58 cm bzw. 66 cm betragen. Davon werden durchschnittlich 37 cm bzw. 56 cm aus stark zersetzten natürlich gewachsenen Hochmoortorfen bestehen. Anhand der Geländeaufnahmen ist von einer Sand- oder Schluffmudde unter den Niedermoortorfen auszugehen. Aufgrund dieses Aufbaues wird der Versickerungsverlust ausreichend stark reduziert, um mit einem geeigneten Wasserstandsmanagement die Entwicklung eines wachsenden Hochmoores anzustoßen. So werden die Polder 1 und 3, zusammen mit dem wiedervernässten Hochmoorkomplex in Polder 2, als Ursprung für eine neue Hochmoorentwicklung im Planungsgebiet fungieren. Für die Polder 4, 5, 6 ist wegen der geringeren Gesamttorfmächtigkeit keine klare Aussage zu treffen. Die mittlere Gesamttorfmächtigkeit liegt in den drei Poldern bei 30 cm. Aufgrund des Reliefs des mineralischen Untergrundes gibt es innerhalb der Polder ein Gesamttorfmächtigkeits-Gradient von Ost nach West. Dabei reduziert sich die durchschnittliche Hochmoortorfmächtigkeit von 26 cm in Polder 4 bis zu 15 cm in Polder 6. Aufgrund der geringeren Mächtigkeiten des gewachsenen Schwarztorfes stellen sich wechselfeuchte Bedingungen ein, die zur Entwicklung von *Molinia*-dominierten Übergangsmooren führen.

4. Fazit

Die Autoren empfehlen die Umsetzung des Realkonzeptes, da es sich an der Prämisse der Umsetzbarkeit orientiert (EIGNER 2003). Wird die vorhandene Schwarztorfmenge mit dem Bedarf verglichen, ist die Umsetzung des Maximalkonzeptes unmöglich. Aus diesem Grund muss, wie im Realkonzept geplant, die zu revitalisierende Fläche auf geeignete Bereiche reduziert und entsprechend dem Hochmoortorfangebot verkleinert werden.

In Bezug auf die Diversität und den Schutz vorhandener Artengemeinschaften ist das Realkonzept ebenfalls zu bevorzugen. Durch eine einseitige Fokussierung auf die vollständige Wiederherstellung von Hochmooren wird es zur Zerstörung von allen sekundär entstandenen Lebensgemeinschaften kommen (EIGNER 2003). Schnelle und großflächige Veränderungen führen zu einer rapiden Verringerung der Heterogenität in der Landschaft, was viele Tierarten nicht tolerieren können, sogenannter Schock-Effekt (VERBERK et al. 2006).

Auch wenn erfolgversprechende physikalische (geringer vertikaler k_f -Wert) und chemische Parameter (pH) in den Poldern zu erwarten sind, werden die Erfolgsaussichten durch hohe atmosphärische Nährstoffeinträge (NH_4^+ und NO_x) getrübt. So stellt die intensive landwirtschaftliche Nutzung in der Region eine zusätzliche Belastung für degradierte Moorflächen dar (MOHR et al. 2015). Stickstoff- und Ammoniumdepositionen können die Dominanzverhältnisse zwischen den zu erwartenden Arten beeinflussen. So wurde das torfbildende *Sphagnum magellanicum* bei steigendem Nährstoffangebot durch *Sphagnum*

fallax verdrängt (TWEINHÖVEN 1992). Für das Naturschutzgebiet Dalum-Wietmarscher Moor wurden von MOHR et al. (2015) anhand von Messungen und Modellberechnungen für das Jahr 2010 folgende N-Depositionen sowie deren Quellenanteile errechnet.

Tab 1: Mittlere Depositionen von $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_x\text{-N}$ und Gesamt-N im Dalum-Wietmarscher Moor und Anteile ihrer Quellen im Jahr 2010. Angaben in $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$.
Average deposition of $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_x\text{-N}$ and total N in Dalum-Wietmarscher Moor and their sources for the year 2010. Data in $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$.

$\text{NH}_4\text{-N}$ [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]				$\text{NO}_x\text{-N}$ [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]	N [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
Tierhaltung	Düngung	Hintergrund	Gesamt		
2,2	2,7	8,9	13,8	6,6	20,4

Mit einem Gesamt-N-Eintrag von $20,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$, übersteigt der Input deutlich die critical loads für natürliche Moore, die mit 5 - 10 kg pro Hektar und Jahr angegeben werden (BOBBINK & HETTELINGH 2011).

Trotz dieser erschwerenden Bedingungen wird die Umsetzung der im Realkonzept vorgestellten Maßnahmen empfohlen, da die Chance besteht, zumindest in Teilen ein Hochmoorwachstum zu initiieren. Wie von SCHUMANN & JOOSTEN (2008) angemahnt wird, ist jeder Versuch zu unternehmen, um zumindest die weiter fortschreitende Mineralisierung und Degradierung der vorhandenen Resttorfe soweit wie möglich zu reduzieren. Da durch die Umsetzung zusätzlich die räumliche Standortdiversität gefördert würde, können sowohl die Avifauna wie auch Amphibien, Reptilien und Insekten von der Umsetzung der im Realkonzept vorgestellten Maßnahmen profitieren.

Am Beispiel des stark bis völlig anthropogen überprägten Wietmarscher Moores wird deutlich, dass ohne künstliche Pflege- und Steuerungseingriffe eine natürliche Entwicklung eines Hochmoores nicht mehr zu erreichen ist. Da der Grundwasserspiegel durch großflächige Entwässerungen und Flussbegradigungen in der Region abgesenkt wurde, werden nur durch technische Maßnahmen Bedingungen geschaffen, die durch Niederschlagsretention eine erneute Hochmoorentwicklung zulassen. Dabei müssen die Polder einer kontinuierlichen Kontrolle unterliegen. Durch Eisgang, Erosion oder auch Vandalismus, wie 2016 im Geestmoor geschehen, kann es zu Schäden an den Überläufen und Dämmen der Polder kommen, die schnellstmöglich entdeckt und behoben werden müssen (BÖCKERMANN 2016).

Ziel von Revitalisierungsmaßnahmen ist die Wiederherstellung der Ökosystemfunktionen mit den damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen für Menschen, Tiere und Pflanzen. Abgetorfte und entwässerte Hochmoore wurden irreversibel zerstört. Ihre

Ökosystemfunktionen sind nicht mehr existent oder in ihrer Wirkung verändert. So dient das Wietmarscher Moor nicht mehr als Kohlenstoffsенke sondern als CO₂-Quelle, es bietet keinen Lebensraum für typische, hochspezialisierte Hochmoorarten und wirkt nicht ausgleichend auf das regionale Kleinklima uvm.. Selbst bei einer effektiven Wiedervernässung kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Moor seine Ökosystemfunktionen zeitnah wieder übernimmt, denn die „Wiederherstellbarkeit des Torfwachstums bedeutet nicht, dass der Ausgangszustand wiederhergestellt werden kann. Auch die Regeneration im Sinne der Wiederherstellbarkeit des ursprünglichen hydrologischen Moortyps ist in den seltensten Fällen erreichbar. Der Schutz intakter Moore hat daher absolute Priorität (SCHOPP-GUTH 1999: 124).

Dennoch sollte jeder Versuch unternommen werden, um möglichst viele Funktionen wiederherzustellen. Da Moorschutz und Klimaschutz untrennbar miteinander in Verbindung stehen, ist es zwingend notwendig degradierte Moore sowie Moorflächen unter landwirtschaftlicher Nutzung zu revitalisieren oder mindestens zu extensivieren. Die landwirtschaftliche Nutzung von Mooren ist für 1/3 (40 Millionen Tonnen CO₂/a) (BARBARA, PLÄTTNER & GRÜNDEL 2011) der landwirtschaftlichen THG-Emissionen in Deutschland verantwortlich und macht damit einen großen Anteil an den gesamtdeutschen Emissionen aus (SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN 2012). Da mit der landwirtschaftlichen Nutzung eine stetige, erhebliche Torfzehrung einhergeht, ist es umso wichtiger, zeitnah die Moorflächen aus der landwirtschaftlichen Nutzung zu nehmen, die heute noch ein Revitalisierungspotential aufzeigen.

Die Funktion als Kohlenstoffsенke für den Klimaschutz sollte nicht die einzige Motivation für Revitalisierungsmaßnahmen sein. So stellen Hochmoore extreme Lebensräume dar, von denen hochspezialisierte Arten abhängig sind. Demnach sollte neben dem Klimaschutz unter anderem auch der Artenschutz eine treibende Kraft für den Moorschutz darstellen.

5. Danksagung

Ich danke der Staatlichen Moorverwaltung, ohne die ich nicht auf diese interessante Thematik gestoßen wäre. Weiter gilt mein Dank dem Büro Hofer & Pautz GbR, deren Mitarbeiter mich bei allen Fragen und Unklarheiten sowie mit Daten unterstützt haben. Desweiteren Prof. Dr. Lechner, der sich ebenfalls mit viel Zeit und Interesse meiner Arbeit widmete und mich unterstützte. Zuletzt geht mein Dank an die Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr für ihre Daten und Informationen.

6. Literaturverzeichnis

- ADHOC AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung [KA 5]. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland Hannover. 5. Auflage; Stuttgart (Schweizerbart).
- BARBARA, M., PLÄTTNER, O., & GRÜNDEL, F. (2011): Klima-Hotspot Moorböden. vTI Forschungsreport, 2. Online unter: https://www.thuenen.de/media/ti_themenfelder/Wasser/Organische_Boeden/ForschungsReport_2-11-Moor.pdf (13.12.2017)
- BLANKENBURG, J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Wiedervernässung von Torfabbaulflächen – Geofakten **14**: 1-12.
- BOBBINK, R., & HETTELINGH, J.-P. (2011): Review and revision of empirical Critical Loads and dose-response relationships. Proceedings of an Expert Workshop Noorderwijkerhoud 23-27 Juni 2010. Online unter: http://www.rivm.nl/en/Documents_and_publications/Scientific/Reports/2011/mei/Review_and_revision_of_empirical_critical_loads_and_dose_response_relationships_Proceedings_of_an_expert_workshop_Noordwijkerhout_23_25_June_2010 (22.11.2017).
- BÖCKERMANN, T. (2016): Vandalismus gefährdet Naturschutz im Geestmoor. NOZ. Online unter: <https://www.noz.de/lokales/geeste/artikel/786532/vandalismus-gefaehrdet-naturschutz-im-geestmoor-1#gallery&0&3&786532> (24.11.2017).
- DIERSSSEN, K., & HÖRMANN, G. (1999): Bedeutung und Entwicklungsmöglichkeiten von Grünland auf vererdeten Hochmoortorfen – Perspektiven des Naturschutzes aus ökosystemarer Sicht. – *Telma* **29**: 213-224; Hannover.
- DRACHENFELS, O. VON. (2016): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN).
- DRÖSLER, M. (2005): Trace Gas Exchange and Climatic Relevance of Bog Ecosystems, Southern Germany.
- DRÖSLER, M., FREIBAUER, A., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., ... WEHRHAN, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis – Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006-2010. vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung. Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung; Braunschweig, Berlin, Freising, Jena, Müncheberg, Wien.
- EGGELSMANN, R. (1990): Moor und Wasser. – In: Moor- und Torfkunde: 288-320; Stuttgart.
- EIGNER, J. (2003): Möglichkeiten und Grenzen der Renaturierung von Hochmooren. – Laufener Seminarbeiträge **1(3)**: 23-36.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht: 203 Tabellen; Stuttgart (Ulmer).
- LÜTT, S. (1992): Produktionsbiologische Untersuchungen zur Sukzession der Torfstichvegetation in Schleswig-Holstein. – Mitt. Der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein u. Hamburg **43**.

- MOHR, K., SUDA, J., KROS, H., BRÜMMER, C., KUTSCH, W. L., HURKUCK, M. & WESSELING, W. (2015): Atmosphärische Stickstoffeinträge in Hochmoore Nordwestdeutschlands und Möglichkeiten ihrer Reduzierung – eine Fallstudie aus einer landwirtschaftlich intensiv genutzten Region. – Thünen Rep. **23**.
- PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie: ein Skriptum (2.,); Eching bei München (IHW-Verlag).
- ROCHEFORT, L. (2000): *Sphagnum* – A Keystone Genus in Habitat Restoration. – The Bryologist **103**(3): 503-508.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (2012): Umweltgutachten (2012) – Verantwortung in einer begrenzten Welt; Berlin (Erich Schmidt Verlag).
- SCHOPP-GUTH, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften: Naturschutzfachliche Anforderungen aus bundesweiter Sicht. – Bundesamt für Naturschutz; Bonn-Bad Godesberg.
- SCHOPP-GUTH, A. & GUTH, C. (2003): Moorrenaturierung-Grundlagen und Anforderungen. Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Hrsg.). – Laufener Seminarbeiträge **1**(03): 7-22.
- SCHUMANN, M. & JOOSTEN, H. (2008): Global Peatland Restoration Manual. Institute of Botany and Landscape Ecology, Greifswald University, Germany.
- SLIVA, J. (1997): Renaturierung von industriell abgetorften Hochmooren am Beispiel der Kendlmühlfilzen; Herbert Utz Verlag.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. (2012): Landschaftsökologische Moorkunde (2. Auflage); Stuttgart (Schweizerbart).
- TOMASSEN, H. B. M., SMOLDERS, A. J. P., VAN DER SCHAAF, S., LAMERS, L. P. M., & ROELOFS, J. G. M. (2010): Restoration of raised bogs: mechanisms and case studies from the Netherlands. – M. EISELTOVÁ (Ed.), Restoration of Lakes, Streams, Floodplains, and Bogs in Europe: 223-330; Dordrecht (Springer Niederlande).
- TWENHÖVEN, F. L. (1992): Competition between two *Sphagnum* species under different deposition levels. – Journal of Bryology **17**(1): 71-80.
- VERBERK, W. C. E. P., VAN DUINEN, G. A., REMKE, E. S., & ESSELINK, H. (2006): Schrittweise zu Renaturierungsmaßnahmen in Hochmooren – Tierperspektive und interdisziplinärer Ansatz. – NUA-Heft **23**: 47-53.
- ZERBE, S. (2009): Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa; Berlin, Heidelberg (Springer Spektrum).

Anschriften der Verfasser:

M. Sc. M. Unkelbach
Roopstraße 1a
D-49088 Osnabrück
E-Mail: michaelunkelbach@gmail.com

Prof. Dr. A. Lechner
Universität Osnabrück Institut für Geographie
Seminarstraße 19 a/b
D-49074 Osnabrück
E-Mail: alechner@uni-osnabrueck.de

Dipl. Geogr. B. Hofer
Hofer & Pautz GbR Ingenieurgesellschaft für Ökologie Umweltschutz
und Landschaftsplanung
Buchenallee 18
D-48341 Altenberge
E-Mail: hofer@hofer-pautz.de

Manuskript eingegangen am 31. Mai 2018