

TELMA	Band 49	Seite 165 - 180	1 Abb.	Hannover, November 2019
-------	---------	-----------------	--------	-------------------------

Bericht zum Workshop zur Sanierung landwirtschaftlich vorge nutzter Hochmoorstandorte

Report on the workshop on the peat bog restoration after intensive
agricultural use

ANNA BARTEL, VYTAS HUTH, GERALD JURASINSKI,
STEFANIE HEIZE und KARIN ULLRICH

1. Hintergrund und Ziele des Workshops

Die entwässerungsbasierte Nutzung von Moorstandorten führt einerseits zu einer erheblichen Emission von Treibhausgasen und andererseits zum Verlust der Ökosystemdienstleistungen und Lebensraumfunktionen eines naturnahen Moores. Zur Wiederherstellung von landwirtschaftlich vorge nutzten Hochmoorbiotopen fehlen bisher strukturierte, wissenschaftliche Erkenntnisse. Anders als ehemalige Torfabbau- oder Ödlandflächen waren intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen bisher nicht Ziel von großflächigen und wissenschaftlich begleiteten Wiederherrichtungsmaßnahmen. Vorrangiges Ziel des Projekts „OptiMoor – Erprobung und Entwicklung der Sanierung von landwirtschaftlich vorge nutzten Hochmooren zur Erhöhung der Biodiversität und Kohlenstoffspeicherung“ ist die Entwicklung eines Leitfadens für die Wiederherstellung von Hochmoorbiotopen nach intensiver landwirtschaftlicher Nutzung. Darin werden Maßnahmen beschrieben, die sich als erfolgsversprechend für die Umwandlung von Hochmoorgrünland zurück in ein naturnahes Hochmoorökosystem erwiesen haben. Das Projekt wird gefördert im Rahmen eines „Erprobungs- und Entwicklungsvorhabens“ des Bundesamts für Naturschutz sowie im durch das EFRE Förderprogramms „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ des Landes Niedersachsen.

Im Zuge des Projekts fand am 25. Juni und 26. Juni 2019 in Rastede bei Oldenburg ein Workshop statt, in dem Inhalte und Konzeption der Sanierungsanleitung diskutiert wurden. Da die Sanierungsanleitung nicht ausschließlich aus den Ergebnissen der projekteigenen Untersuchungen abgeleitet werden kann und soll, sind Erfahrungen und Ergebnisse aus anderen Regionen und Projekten zur Sanierung von landwirtschaftlich vorge nutzten Hochmoorstandorten von großem Interesse. Im Rahmen des Workshops wurde

auf die Themen Hydrologie, Stoffbilanzen und Biodiversität eingegangen. Es wurde von Erfahrungen und Ergebnissen aus anderen Regionen und Projekten berichtet, die bereits langfristige oder großmaßstäbige Umsetzungserfahrungen gemacht haben. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, in wieweit sich die Ergebnisse des OptiMoors im kleinen Maßstab auf die Umsetzung im großflächigen Maßstab übertragen lassen, welche Herausforderungen bei diesem Upscaling zu meistern sind und welche Wissenslücken an welchen Stellen noch bestehen.

2. Kurzbeschreibung des Projekts

Das Projekt besteht aus einem Hauptvorhaben (HV) und einer wissenschaftlichen Begleitung (WB). Das HV umfasst u. a. die Flächeneinrichtung, und -pflege. Es wird vom Europäischen Fachzentrum Moor und Klima Wagenfeld GmbH durchgeführt. Die WB wird von der Universität Rostock geleitet und umfasst ein umfangreiches, dreijähriges Monitoring. Erfasst werden im Projektverbund die Vegetations- und Nährstoffentwicklung, die Veränderungen im Relief, der Hydrologie, der Fauna und der Treibhausgasemissionen.

Dazu werden in einem Feldversuch (1 ha) mit einem definierten Wassermanagement sechs Varianten und eine Referenzfläche mit verschiedenen Kombinationen von Wiedervernässung, Oberbodenabtrag und Beimpfung mit Zielvegetation erprobt und wissenschaftlich begleitet (vgl. Abb. 1; siehe auch Artikel „Feldversuch OptiMoor“ in dieser Ausgabe).

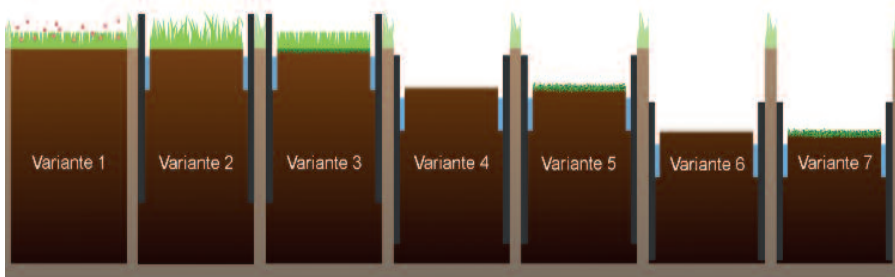


Abb. 1: Schematische Darstellung der eingerichteten Varianten im Versuchsdesign des Projekts OptiMoor

3. Zusammenfassungen der Tagungsbeiträge

3.1 Themenblock: Hydrologie

Wassermanagement im OptiMoor (Referentin: ANNA BARTEL, Europäisches Fachzentrum Moor und Klima gGmbH)

Die Wasserversorgung der Varianten V2 - V7 erfolgt im Versuchsdesign des OptiMoor-Projekts automatisch und wird gesteuert durch Sensoren und regulierbare Überläufe. Fällt der Wasserstand unter ein definiertes Niveau, springt eine Pumpe an, die das Wasserdefizit ausgleicht, bis der Sollwasserstand wieder erreicht ist. Das zugeführte Wasser entstammt aus dem Wasserreservoir, das sich überwiegend aus Regenwasser speist. In Zeiten extremen Wassermangels wird es zusätzlich durch Grundwasser aufgefüllt. Die Wasserhaltung in den Varianten wird durch Spundwände realisiert. Innerhalb der Varianten erfolgt die Bewässerung durch einen Ringgraben entlang der Spundwände. Um Überstau durch Starkregen zu vermeiden wird überschüssiges Wasser durch einen Rohrüberlauf abgeführt.

Trotz des sehr trockenen Sommers 2018 konnte die Wasserversorgung der Varianten V2 - V7 weitgehend sichergestellt werden. Der Zielwasserstand von 0 - 5 cm unter Geländeoberkante wurde bis auf wenige Ausnahmen eingehalten. In Anbetracht des hohen Wasserdefizits im Jahr 2018 ist von einer guten Wasserversorgung zu sprechen. In Variante 1 fallen die Wasserstände mit Beginn der Vegetationsperiode sehr rapide auf unter 1 m ab. Die Wasserstände werden regelmäßig an die sich verändernde Geländeoberfläche angepasst, sei es aufgrund des aufquellenden Torfs oder aufwachsender Torfmoose, sodass immer der Zielwasserstand gehalten wird. Das digitale Geländemodell liefert die Datengrundlage zur Nachjustierung der Wasserstände. Die Daten zum Höhenmodell zeigen zudem, dass die auf die Trockenheit zurückzuführende Sackung der Versuchsfläche in der Variante 1 um stellenweise mehr als 20 cm im Sommer 2018 durch das Wassermanagement in den Varianten V2 - V7 effektiv verhindert werden konnte.

Entwicklungen nach Wiedervernässungsmaßnahmen auf ehemaligem Hochmoorgrünland in Schleswig-Holstein (Referentin: JUTTA WALTER, Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein)

Die Referentin bot einen umfassenden Einblick in die Entwicklungen von wiedervernässtem Hochmoorgrünland stiftungseigener Flächen, welche überwiegend in der Eider-Treene-Sorge-Niederung liegen. In den Jahren 2011 - 2019 hat die Stiftung Naturschutz in Schleswig-Holstein auf etwa 1.750 ha Wiedervernässungsprojekte durchgeführt. Durch die Maßnahmen sollen die Voraussetzungen für das Wiedereinsetzen von Moorwachstum und die Regeneration hochmoortypischer Lebensräume geschaffen werden (bis zu 30.000 ha in Schleswig-Holstein). Die Nutzung der Flächen begann meist im 19. Jahrhundert durch den Bau von Schöpfwerken. Angebaut wurden Heu, Roggen, Hafer oder Rüben worauf oftmals eine Grünlandnutzung folgte. Manche Flächen wurden auch von Beginn an zur Gewinnung von Heu genutzt. Durch die vielfach nicht so intensive Vornutzung auf Stiftungsflächen in Schleswig-Holstein ist im typischen Moorprofil unter dem stark zersetzten Oberboden meistens noch eine wenig zersetzte Weißtorfauflage vorhanden. Dieser Umstand erleichtert und verbessert die Renaturierungschancen der Flächen deutlich, da der Weißtorf eine deutlich bessere Wasserspeicherkapazität als der

Schwarztorf aufweist. Aufgrund der relativ geringen Intensität der vorherigen Landnutzung ist das gebietseigene Potential für die Wiederherstellung von Hochmoorbiotopen günstig, da noch vorhandene Relikte des Hochmoores als Initiale für die Wiederherstellung dienen können.

In der Umsetzung der Maßnahmen spielt der Bau von Dämmen zur Wasserhaltung und dem Verschluss ehemaliger Entwässerungsstrukturen eine maßgebliche Rolle. Gute Erfahrungen wurden hier mit Dämmen gemacht, die eine zentrale Verdichtungsgrube, bestehend aus wasserundurchlässigem Material (z.B. Schwarztorf), aufweisen, worüber ein Damm aus seitlich abgetragenem Aushub angelegt wird. Auf Dämmen aus oberflächlich nacktem Torf siedeln sich häufig schnell Birken an. Bestehen die Dämme aus vererdetem und abgeschobenem Oberboden, begrünen diese schnell ohne Gehölzaufwuchs. Grundsätzlich können in den Vernässungsgebieten oberflächennahe Wasserstände mit geringen Wasserstandsschwankungen von ca. 20 cm generiert werden. Wichtig ist hierbei jedoch, möglichst alle vorhandenen Drainagen zu entfernen, da diese auch nach Vernässung die Wasserleitung beschleunigen. In extremen Hitzeperioden wie im Sommer 2018 sinken jedoch auch dort die Wasserstände vereinzelt auf Werte bis zu 40 cm unter Flur ab. In Gebieten mit mächtigen, gering zersetzten Weißtorfschichten quellen die Torfe nach der Wiedervernässung bis zu 40 cm hoch. Dort findet wieder eine Oszillation der Mooroberfläche statt. Diese und ähnliche Beobachtungen regten Diskussionen zur notwendigen Mächtigkeit der Schichtdicke einer oszillierenden Weißtorfauflage für eine erfolgreiche Re-Etablierung hochmoortypischer hydrologischer Selbstregulation an. Es besteht Forschungsbedarf.

Nach der Vernässung breiten sich zunächst meist schnell Flatterbinsen-Bestände aus. Zwischen den Binsen keimen jedoch oft spontan Torfmoose (meist *Sphagnum cuspidatum*, *S. fimbriatum*, *S. fallax* und *S. palustre*). Die zunächst vereinzelt Vorkommen können sich jedoch in wenigen Jahren zu großflächigen Beständen ausbreiten in denen die Flatterbinsen absterben. In alten Vernässungsgebieten konnten 30 Jahre nach der Umsetzung von Wiedervernässungsmaßnahmen sogar auf der ehemaligen Grünlandnarbe junge, 20 cm mächtige Torfe aus *Sphagnum palustre* nachgewiesen werden. Auch die gezielte Ausbringung von Torfmoosen zur Wiederansiedlung im Offenbüttler Moor zeigte gute Erfolge. Dort wurden in den Jahren 2014 und 2015 an etwa 600 Stellen händisch Torfmoose ausgebracht. Ein Monitoring im Jahr 2018 zeigte überwiegend die Etablierung von bis zu über 100 m² großen Torfmoosbeständen. Auch das Animpfen von Torfmoosen bei überstauten Verhältnissen auf ehemaligem Grünland war teilweise erfolgreich. Diese ersten Erfahrungen machen Hoffnung auf zukünftige Entwicklungen. Eine Begleitung durch intensiveres Monitoring auf wissenschaftlicher Basis ist wünschenswert, um die Ergebnisse gezielter für weitere Umsetzungen nutzen zu können.

Wiedervernässung von landwirtschaftlich vorgenutzten Hochmoorflächen in der Diepholzer Moorniederung – Einige Beispiele (Referent: PETER GERMER, BUND Diepholzer Moorniederung)

PETER GERMER präsentierte am Beispiel von vier ausgewählten Flächen im Neustädter Moor, einem zentral in der Diepholzer Moorniederung gelegenen Hochmoor, die Entwicklungen auf landwirtschaftlich vorgenutzten Standorten. Oftmals war auf diesen Flächen die landwirtschaftliche Folgenutzung nach Torfabbau vorgesehen, welche dann nach kurzer Zeit aufgegeben wurde. In anderen Fällen kam es aufgrund der Sicherung der Flächen für den Naturschutz im Rahmen der Umsetzung der Niedersächsischen Moorschutzprogramme nicht zur landwirtschaftlichen Nutzung. Diese Flächen zeigen sich aus heutiger Sicht in vielerlei Hinsicht als problematisch. Die Flächen in Moorrandlage besitzen infolge eines (zu) tiefen Torfabbaus nur noch geringmächtige Torfrestauflagen, die nach unten hin häufig nicht ausreichend dicht sind und so für einen starken Wasserverlust durch Versickerung sorgen. Auch die damals angelegten Dämme entsprechen nicht dem heutigen Standard, sodass auch die horizontalen Wasserverluste groß sind.

Die Folge ist eine deutlich unzureichende Vernässungssituation, die dazu führt, dass sich Binsendominanzbestände ausprägen. Torfmoose sind noch vereinzelt zu finden, allerdings schaffen sie es auf den zu trockenen Flächen nicht, der Binsendominanz entgegenzuwirken. Das Problem wird noch verstärkt durch die hohe Nährstoffbelastung der landwirtschaftlich vorgenutzten und damit nährstoffreichen Flächen, da der landwirtschaftliche Oberboden nach Ende des Torfabbaus wieder in die Flächen gebracht wurde. Ein Eindämmen der Binsen durch regelmäßige Pflegemahd wäre sehr aufwändig, da das Mahdgut konsequent aus der Fläche gebracht werden muss, um die Vermehrung von Binsen und Gehölzen nicht noch zu verstärken. Solche Flächen im Nachhinein zu optimieren, ist jedoch ungleich schwerer als es zu Beginn der Nutzungsaufgabe der Flächen gewesen wäre. Dabei spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Zentral ist dabei, dass der Zustand einer Fläche vor einer Maßnahmenplanung genau analysiert werden muss. Dazu gehört auch, dass die Historie der Fläche bekannt sein sollte oder in Erfahrung gebracht werden muss. Je länger Torfabbau und/oder landwirtschaftliche Nutzung jedoch zurück liegen, umso schwieriger ist die Rekonstruktion relevanter Informationen wie Abbautiefe, Resttorfauflage oder verlegte Drainagen.

Grundsätzlich wäre eine nachträgliche Verbesserung des Zustands solcher Flächen möglich, jedoch ist dies mit sehr hohem Aufwand verbunden. Voraussetzung für eine erfolgreiche Optimierung ist, dass genug Wasser vorhanden ist und auch gehalten werden kann (z. B. in Form von hydrologischen Pufferzonen). Die Nährstoffvorbelastung darf jedoch nicht zu hoch sein und es müssen sehr wahrscheinlich (siehe Erfahrungen in SH) Initiale der Zielvegetation geschaffen werden. Da die landwirtschaftlich vorgenutzten Flächen in der Diepholzer Moorniederung oft sehr klein sind, steht der Aufwand einer Maßnahme zunächst einmal in einem schlechten Verhältnis zur Effektivität der Wiedervernässung bezogen auf die Gesamtfläche. Aus diesem Grund lag der Fokus der Entwicklung von Moorflächen in der Vergangenheit nicht auf diesen Flächen. Dieser Umstand wird sich nach aktueller Einschätzung in absehbarer Zeit wahrscheinlich nicht ändern, auch wenn die potenzielle Funktion auch kleinerer Flächen als Trittsteinbiotope zur Sicherung der Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen außer Frage steht.

Vor allem über das Problem, wie unzureichende Wiedervernässung vermieden werden kann, wurde im Auditorium des Workshops auf Basis dieses Vortrages ausgiebig diskutiert. Es gab unterschiedliche Meinungen darüber, wie gut Drainagen nach Nutzungsaufgabe zu finden sind z. B. durch Luftbilder oder Höhenmodelle bzw. Grundwasserströmungsmodelle. Vorgeschlagen wurden Überstau- bzw. Polderkaskaden und künstliche Schwimmdecken für die Torfmoose sowie eine zeitliche Staffelung von Sanierungsflächen, was die Wassermangelproblematik nach und nach auflösen könnte.

3.2 Themenblock: Stoffumsetzung

OptiMoor - Biogeochemie und Treibhausgase (Referent: VYTAS HUTH, Universität Rostock)

Die Varianten des OptiMoor-Projekts (siehe Beitrag in diesem Heft) zeigen einige sehr deutliche Unterschiede bei der Betrachtung der Wasserchemie und den THG- und Stoffbilanzen. Besonders der Oberbodenabtrag verursacht deutliche Unterschiede zwischen den Varianten, z. B. im Porenwasser: Im Porenwasser der Varianten V4 - V7 (mit Oberbodenabtrag) sind die pH-Werte geringer und das Redoxpotential höher als in den Varianten V1 - V3 (ohne Oberbodenabtrag). Gelöster Kohlenstoff (DOC) und Nährstoffgehalte (NO_3^- , NH_4^+ und PO_4^{3-}) zeigen hingegen nur schwach ausgeprägte Muster zwischen den Varianten. Die höchsten DOC-Gehalte sind dabei in Variante V2 zu finden, während NO_3^- und PO_4^{3-} in der Variante V1 aufgrund der Düngung naturgemäß am höchsten sind. Erhöhte NH_4^+ -Gehalte im Porenwasser, also Stickstoff in anaerober Form, sind auf den vernässten Varianten V2, V3 und V6 zu finden. Bei den wiedervernässten Varianten V2 und V3 dürfte das auf den Nährstoffüberschuss des landwirtschaftlichen Oberbodens zurückzuführen sein, bei Variante 6 vermutlich auf die fast vollständig fehlende Vegetation und des damit verbundenen, sehr geringen Stickstoff-Bedarfs. An den Dauerquadraten der Treibhausgasmessungen konnte zudem ein Höhenwachstum der Torfmoose der Varianten V5 und V7 seit dem Frühjahr 2018 erfasst werden. Diese punktuellen Aussagen werden durch die digitalen Geländemodelle der Drohnenbefliegungen für die Varianten V5 und V7 bestätigt.

Für die betrachteten Treibhausgase CO_2 , CH_4 und N_2O wurden erstmals Jahresbilanzen von September 2017 bis September 2018 vorgestellt. Innerhalb der Varianten V2 - V3 verursacht die Vernässung etwa eine Halbierung der CO_2 -Emissionen. Diese sind in den Abtragsvarianten ohne Torfmoosbeimpfung (V4 und V6) nahe Null, während in den Varianten mit Torfmoosbeimpfung (V5 und V7) bereits Netto- CO_2 -Aufnahmen zu finden sind. CH_4 -Emissionen sind in relevanter Größenordnung ausschließlich auf den Varianten ohne Oberbodenabtrag zu finden. Die Vernässungsvarianten V2 und V3 zeigen dabei die höchsten Werte, allerdings kann auch die entwässerte Variante 1 zu einer erheblichen CH_4 -Quelle werden, wenn es witterungsbedingt zu Überstau kommt. Dies ist auf das hohe CH_4 -Produktionspotential des landwirtschaftlichen Oberbodens und den darin in hohen Anteilen vorkommenden Methanogenen geschuldet. Hotspots für CH_4 -Emissionen sind des-

halb periodisch oder dauerhaft überstaute Bereiche des landwirtschaftlichen Oberbodens und Moorgrünlands. Damit hängen die CH_4 -Emissionen nach Wiedervernässung von Moorgrünland vom überstaute Anteil an der Gesamtfläche ab. Durch Oberbodenabtrag können CH_4 -Emissionen fast vollständig vermieden werden. Beachtlich sind auch die ersten Ergebnisse der N_2O -Jahresbilanzen. Trotz großer Unsicherheiten lassen die Ergebnisse darauf schließen, dass die Varianten ohne Oberbodenabtrag eine N_2O -Quelle sind, während die Abtragsvarianten N_2O aufzunehmen. Dies könnte mit dem (wahrscheinlich extremen) Mangel an leicht abbaubarem Substrat für die mikrobielle Lebensgemeinschaft zu tun haben, wodurch N_2O -Reduktion für diese eine wichtige Energiequelle darstellt.

Betrachtet man den Kohlenstoffexport durch den Oberbodenabtrag, so entspricht dieser auf den Varianten 4 und 5 in etwa 30 Jahren intensiver Nutzung (Kohlenstoffverluste wie V1) oder auch 100 Jahren Torfmooswachstum unter optimalen Bedingungen (Kohlenstoffaufnahmen der Varianten V5 und V7). Für die Varianten 6 und 7 verdoppeln sich diese Zahlen entsprechend auf ca. 60 Jahre intensive Nutzung und ca. 200 Jahre Torfmooswachstum. Bedenkt man, dass die optimalen Wachstumsbedingungen durch den Versuchsaufbau die Produktivität der Torfmoose stark überhöht und in natürlicheren Systemen wahrscheinlich viel niedriger ausfällt, verlängert sich die Kompensationszeit um ein Vielfaches. Wie der Kohlenstoffexport durch Oberbodenabtrag anzurechnen ist, welche Abbauraten anzunehmen ist, ob der vererdete Torf des landwirtschaftlichen Oberbodens überhaupt „noch zu retten“ ist und wie eine Nutzung des abgetragenen Materials aussehen kann, wurden im weiteren Verlauf den Teilnehmern als Diskussionsgrundlage in den Workshop mitgegeben. Dies wird in Abschnitten zur Gruppenarbeitsphase näher ausgeführt.

Großflächige Torfmooskultivierung in Niedersachsen als Folgenutzung nach Schwarztorf-Abbau und ihr Potenzial für Klimaschutz und Biodiversität (KlimDiv-Moos, MoosKult) (Referent: JAN OESTMANN, Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig)

Die hohen Treibhausgasemissionen landwirtschaftlich genutzter organischer Böden einerseits und der hohe wirtschaftliche Flächendruck andererseits verlangen nach alternativen Landnutzungsstrategien. Eine Möglichkeit ökologische und ökonomische Ziele auf organischen Böden zu vereinen ist die Paludikultur, die produktive Nutzung unter nassen und torferhaltenden Bedingungen. In Gebieten mit Torfabbau oder intensiver landwirtschaftlicher Nutzung von Hochmooren ist die Kultivierung von Torfmoosen als alternativer Ausgangsstoff hochwertiger Kultursubstrate im Gartenbau vielversprechend.

Über einen Zeitraum von zwei Jahren (März 2017 - März 2019) wurden die drei Treibhausgase CO_2 , CH_4 und N_2O auf einer naturnahen Referenzfläche (ein verlandender Hochmoor-See mit Wollgras-Torfmoos-Schwingrasen und einer Torfmächtigkeit von 4 m) und zwei Torfmoos-Kultivierungsflächen mit der manuellen Haubenmethode gemessen. Die Kultivierungsflächen waren ehemalige Torfabbau-Flächen mit einer ver-

bleibenden Torfmächtigkeit von ca. 50 cm Schwarztorf und ohne landwirtschaftliche Vornutzung. Ein Teil der Flächen wurde über Gruppen (DG), der andere Teil über Bewässerungsschläuche (DT) bewässert. Eine dritte Variante war die Bewässerung über Gruppen in Kombination mit einer vorherigen mehrjährigen Wiedervernässung (GW).

Trotz aller Bemühungen konnten vor allem im heißen Sommer 2018 die Flächen nicht ausreichend bewässert werden. Insgesamt wurde durch die Tröpfchenbewässerung mit Bewässerungsschläuchen ein leicht höherer Wasserstand erreicht als in der Gruppen-Variante. Dies wirkte sich auch auf das Wachstum der Torfmoose und auf die Treibhausgasbilanzen aus. Die niedrigsten Emissionen wurden in Variante GW gemessen, gefolgt von DT und DG. Diese Ergebnisse decken sich mit der Entwicklung der Torfmoosbiomasse. Die Treibhausgasbilanzen der unterschiedlichen Kultivierungsflächen reichten dabei von -2 bis 10 t CO₂-äq ha⁻¹ a⁻¹. Der trockene Sommer 2018 verursachte in allen Varianten eine deutliche Zunahme der CO₂-Emissionen. Im Bewässerungspolder waren die CO₂- und CH₄-Emissionen höher als auf den Kultivierungsflächen, die CH₄-Emissionen waren aber niedriger als die der naturnahen Referenzfläche. In Variante DG wurden im ersten Messjahr nach einer längeren Trockenperiode hohe N₂O-Flüsse gemessen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die zu diesem Zeitpunkt spärliche Vegetation den Stickstoff aus der Torfmineralisation nicht aufnehmen konnte und N₂O bei unvollständiger Denitrifikation entweichen konnte. Eine passive Erwärmung einzelner Plots durch oben offene Kunststoffhauben als Simulation potentieller zukünftiger Klimawandelbedingungen erhöhte die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu den Kontrollflächen leicht.

Die Kultivierung von Torfmoosen auf Schwarztorf ist trotz der schwierigen hydrologischen Bedingungen möglich. Ein optimales Wachstum der Torfmoose und ein maximales Treibhausgaseinsparpotential werden aber nur bei gleichmäßig hohen Wasserständen erreicht, Voraussetzung ist also ein solides Bewässerungsmanagement.

3.3 Themenblock: Biodiversität

Vegetationsentwicklung im OptiMoor (Referentin: EVA ROSINSKI, hofer&pautz GbR)

Die Entwicklung der Vegetationszusammensetzung der Varianten (siehe Beitrag in diesem Heft) folgt im Wesentlichen dem Trend des ersten Untersuchungsjahres. Die Transektaufnahmen zeigen, dass sich die Flutrasenvegetation in den ehemaligen Drainagestreifen, den Gruppen, der Varianten V1 - V3 bis an die Ränder der Beete vorgeschoben hat und dort etabliert ist. In den Varianten V1 - V3 ist der Unterschied zwischen Gruppen und Beeten noch immer ausgeprägter als zwischen den Varianten. Erste Änderungen zeigen sich bei den Varianten V1 und V2 weniger in der Artenzusammensetzung sondern der Vegetationsstruktur. Besonders die hochwüchsigen Binsenhorste in Variante 2 sind sehr auffällig. In Variante 3 hingegen nehmen Arten des mesophilen und extensiven Grünlands zu. Die Binsenhorste sind hier, bedingt durch die Aushagerungsmahd, weniger hochwüchsig als in Variante V2. Insgesamt finden sich jedoch keine moortypischen Arten in den Varianten V1 - V3.

Die ausgebrachten Torfmoose in den Abtragsvarianten V5 und V7 etablieren sich weiterhin gut. Seit Sommer 2018 findet eine messbare Höhenzunahme des Torfmoosrasens statt (s. auch Vortrag Treibhausgase und Höhenmodell). Im Verlauf der ehemaligen Gruppen in Variante 5 dominieren noch immer Arten des Wirtschaftsgrünlands. Hingegen unterscheiden sich die Beete der Variante 5 und die Variante 7 nicht signifikant hinsichtlich dem Vorkommen moortypischer Arten und des anteiligen Binsenaufwuchses. Daraus wird deutlich, dass die Entfernung des Oberbodens und damit der Nährstoffe und Diasporen wichtige Grundvoraussetzungen für die erfolgreiche Etablierung des Spendermaterials sind. Ob die moortypische Vegetation im Stande ist, die Vegetation des Wirtschaftsgrünlands in den Gruppen zu verdrängen oder umgekehrt, kann bislang nicht abgeschätzt werden und wird im Rahmen der Projektlaufzeit höchstwahrscheinlich nicht geklärt werden können. Im Vernetzungsworkshop wurde diskutiert, dass es durchaus Anzeichen in anderen Projekten, z.B. in Schleswig-Holstein, gibt, dass die Torfmoosrasen in der Lage sind, Binsen zu überwachsen, wenn die Bedingungen ausreichend gut sind.

Bei den Torfmoosen hat sich die Artenzusammensetzung und deren Häufigkeit gegenüber 2017 nicht verändert (mit abnehmender Häufigkeit: *Sphagnum fallax* > *Sphagnum palustre* > *Sphagnum cuspidatum* > *Sphagnum papillosum*). Der erste Untersuchungsdurchgang im Mai 2019 deutet einen zunehmenden Anteil von Laubmoosen in den Varianten V5 und V7 an, wie sich das Verhältnis von Torfmoosen und Laubmoosen entwickelt, muss weiter beobachtet werden. Bemerkenswert ist das Auftreten von Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*) in den Varianten V4 und V6, dessen Herkunft vorerst ungeklärt bleibt. Die Art tritt weder in V5 noch in V7 auf. Erstmals ist außerdem die hochmoortypische Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) in einem Dauerquadrat vorgekommen.

Erste Erfahrungen mit der Ansiedlung von Torfmoosen in Niedersachsen (Referent: JOACHIM BLANKENBURG, Geologischer Dienst Bremen)

Herr BLANKENBURG referierte über die Meilensteine zu Versuchen der Torfmoosansiedlung, die bisher in Niedersachsen auf ehemaligen landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten erfolgt sind. Genauer beleuchtet wurden dabei drei Vorhaben: erste Testversuche zur Vermehrung von Torfmoosen in Gefäßen im Gewächshaus am Bodentechnologischen Institut Bremen, die Anlage einer mit Torfmoosen beimpften Fläche in Twist-Südfeld und die Anlage einer Torfmoos-Paludikultur in Ramsloh. In den Testversuchen des Bodentechnologischen Instituts in Bremen wurden im Jahr 2002 die optimalen Wuchsbedingungen unterschiedlicher Torfmoosarten untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass sich Torfmoose in kontrolliert bewässerten Gefäßen schnell etablieren und bereits nach kurzer Zeit große Zuwachsraten zeigen. Die Torfmoose wuchsen über den Rand der Gefäße hinaus und erhoben sich über den maximal einstellbaren Wasserstand und generierten so eine Miniaturform eines Hochmoors.

Im Twist-Südfeld wurde im Jahr 2002 in Zusammenarbeit mit der Staatlichen Moorverwaltung die großflächige Ausbringung und Etablierung von Torfmoosen getestet. Die Torfmoose wurden maschinell geerntet und ausgebracht. Anschließend erfolgte eine Abdeckung mit Stroh. Allerdings war die Vernässungssituation der Versuchsfläche zu Projektbeginn nur unzureichend, sodass eine Etablierung der Torfmoose nicht, oder nur sehr schleppend verlief. Die nachträgliche Installation einer Solarpumpe, die eine Bewässerung mit Grundwasser ermöglichte, schaffte Abhilfe. Im Jahr 2004 wurde gemeinsam mit dem Torfwerk Moorkultur Ramsloh und der Universität Greifswald in der Esterweger Dose eine Versuchsfläche angelegt, auf der Torfmoose als nachwachsender Rohstoff zum Weißtorfersatz für die Substratproduktion angebaut werden sollen. Die Fläche war etwa 1000 m² groß und besaß noch eine Resttorfauflage von 0,5 m stark zersetztem Hochmoortorf. Die Bewässerung war durch Grabenwasser oder durch Grundwasser sichergestellt. Die Bewässerungsgruppen wurden im Abstand von 5 m angelegt. Für die Beimpfung mit Torfmoosen wurden 10 m³ Torfmoosmasse händisch aus einem naturnahen Bestand entnommen. Innerhalb weniger Jahre war ein Torfmooswachstum von 10 - 15 cm zu verzeichnen.

Aus diesen Versuchen wird deutlich, dass die Ansiedlung von Torfmoosen auf ehemaligen Hochmoorgrünlandstandorten prinzipiell möglich ist. Dabei müssen jedoch die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Etablierung und das anschließende Wachstum der Torfmoose sichergestellt sein. Nährstoffreicher Oberboden muss dazu möglichst abgetragen werden. Auch das Vergraben der Grasnarbe kann eine Option darstellen. Die Bewässerung/Vernässung der Fläche muss sichergestellt sein. Wurzelechte Hochmoore scheinen einfacher zu vernässen zu sein, als die über Niedermoor, weil dort eine Entwässerung über den Kontakt zum Grundwasser durch umliegende, entwässerte Flächen möglich ist. Des Weiteren müssen degradierte Torfe tendenziell überstaut werden, da ihre Wasserhaltekapazität gering ist. Grabenwasser steht im Hochmoor im Sommer in der Regel nicht zur Verfügung. (Nährstoffreiches) Grundwasser kann zur Eutrophierung führen, jedoch sind die Torfe bis zu einem gewissen Grad auch in der Lage, Nährstoffüberschuss abzapuffern. Ein Überstau mit nährstoffreichem Wasser mit pH 6-7 sollte unbedingt vermieden werden, da sonst Arten wie Rohrkolben auftreten und ein Wachstum der Torfmoose verhindert wird. Ein gesteuertes Wassermanagement ist besonders in der Etablierungsphase unbedingt erforderlich. Für die Herrichtung weiterer Flächen, sowohl als Paludikultur als auch zu Renaturierungszwecken, zeigt sich jedoch ein Engpass an ausreichendem Spendermaterial, da die Entnahme aus naturnahen Hochmooren auf Dauer keine wünschenswerte Lösung sein kann. Daher ist realistischere Weise im großen Maßstab nur eine fragmentarische Umsetzung, z. B. in den überstauten Bereichen wiedervernässter Moore möglich.

4. Kernbotschaften, Ergebnisse und Diskussionen der Gruppenarbeitsphase

4.1 Themenkomplex Hydrologie

Die Arbeitsgruppe zum Themenkomplex Hydrologie behandelte Fragen zur Wasserverfügbarkeit und -qualität sowie der Möglichkeiten zum Wasserrückhalt. Einigkeit herrschte darüber, dass die Zielvorgabe für eine optimale Vernässung von Hochmooren ein Wasserstand nahe der Geländeoberkante ist, sowohl aus Gründen der Vegetationsentwicklung als auch des Klimaschutzes. Im Projekt OptiMoor wird dies mit hohem Aufwand erreicht. Leitfrage der Diskussion ist, welche Probleme bei der Übertragung auf größere Flächen auftreten können und welche Lösungsansätze für eine großmaßstäbige Umsetzung möglich sind. Grundsätzlich ist die Ausgangssituation jedes Moores als Einzelfall zu betrachten. Pauschale Lösungen eines erfolgreichen Wassermanagements sind aufgrund der Komplexität und Standortspezifität der Ausgangsbedingungen nicht möglich. Aus diesem Grund ist eine gute Kenntnis dieser Grundvoraussetzung für eine gute Planung und ein erfolgreiches Wassermanagement notwendig. Im Idealfall liegen folgende Daten vor.

Stratigrafie: Mächtigkeit des Resttorfkörpers, das Vorhandensein einer Weißtorfauflage, Mächtigkeit des degradierten Oberbodens, Leitfähigkeit, Porenvolumen, Stauschichten (im Untergrund und auch unterhalb des Bewirtschaftungshorizontes)

Topografie: Geländehöhe, Höhenunterschiede in der Fläche, oberflächliche und unterirdische Abflussrichtung, Gebietskulisse

Wasserbilanz: Niederschlag, Verdunstung, Versickerung, Oberflächenabfluss (besonders vor dem Hintergrund der Veränderungen in Niederschlagsmengen und -verteilung der letzten 20 Jahre gegenüber dem langjährigen Mittel), lateraler und horizontaler Abfluss durch den Torfkörper und im Übergangsbereich zum Mineralboden

Wasserdargebot: Verfügbarkeit im Landschaftswasserhaushalt, Grundwasserflurabstand, Anstauoptionen

Entwässerungssituation: Drainage, Intensität der landwirtschaftlichen Vornutzung, Gräben und Vorfluter

Die Erfahrungen aus der Praxis zeigen dabei, dass sich im Vorfeld gut geplante Maßnahmen mit ggfs. hohen Anfangsinvestitionen auszahlen. Korrekturen und Nachbesserungen im Nachhinein sind in der Regel ungleich schwerer. Von den erfassten Ausgangsbedingungen kann zudem abgeleitet werden, ob eine Sanierung mit potenziell hohem oder niedrigem Aufwand zu bewerkstelligen ist. Somit wäre auch eine Priorisierung der Flächen möglich. Diese wird im Allgemeinen von den Teilnehmern auch als notwendig erachtet.

Als größte Herausforderung werden einstimmig die Wasserverfügbarkeit und der Wasserrückhalt benannt. Wasser effizient nutzen sollte die oberste Prämisse sein. Die potenziell nutzbaren Quellen von verfügbarem Wasser sind dabei Niederschlagswasser, Grundwasser und das Wasser der Vorfluter. Niederschlagswasser ist bezüglich der Qualität eindeutig zu präferieren, jedoch stellt hier die Verfügbarkeit im Jahresverlauf das größte Problem dar. Der winterliche Überschuss sollte aufgefangen werden, was auf der zu vernässenden Fläche unter Umständen möglich wäre, jedoch im Sinne der Vegetationsentwicklung (erschwerter Etablierung von Bulttorfmoosen) und des THG-Ausstoßes (hohe Methanemissionen) kontraproduktiv sein kann. Ein Überstau mit Grund- oder Vorfluterwasser sollte aufgrund der höheren Nährstoffbelastung und höherer pH-Werte unbedingt vermieden werden. Grundsätzlich ist eine Bewässerung mit qualitativ suboptimalem Wasser aufgrund der Pufferfähigkeiten des Torfs möglich, sollte im Idealfall jedoch nur eine temporäre Lösung sein. Eine weitere Möglichkeit des Wasserrückhalts ist die Speicherung von Überschusswasser in Poldern. Hier ist jedoch von einem großen Flächenbedarf auszugehen. Im Beispiel der *Sphagnum*-Bank im Provinzialmoor nehmen die Polderflächen einen 3-mal größeren Flächenanteil als die zu vernässende Fläche ein.

Folgende konkrete Problemstellungen treten dabei auf: Eine flächenhafte Wiedervernässung eines großräumigen Gebiets erscheint unrealistisch, da gerade in der Etablierungsphase der Moose eine kontinuierlich ausreichende Wasserversorgung mit optimalen Wasserständen sichergestellt sein muss. Ein vorgeschlagener Lösungsansatz sieht vor, dass in einem Gesamtgebiet einzelne Teilflächen sukzessive wiedervernässt werden. Durch diese gestaffelte Teilvernässung können Initiale an einer Stelle geschaffen werden, bis eine Etablierung der Torfmoose und damit die Bildung eines sekundären Akrotelms erfolgt ist. Das Wassermanagement kann sich dann aus dieser Fläche zurückziehen und zur nächsten Fläche übergehen. Die zur Bewässerung genutzten Polderflächen dienen so nach und nach mehreren zu vernässenden Teilgebieten und können zum Abschluss reduziert und selbst weiterentwickelt werden. Für die initiale Bewässerung ist somit auch eine aktive Bewässerung denkbar – mit dem langfristigen Ziel die technische Lösung wieder aus der Fläche rückzubauen, sobald sich ein selbstregulierendes System entwickelt hat.

Aktuell noch bestehende Fragen:

- Wieviel Überstau vertragen welche Torfmoose bei welcher Wasserqualität? Wie hoch darf im Winter überstaut werden, um das Wachstum von bultbildenden Arten nicht zu unterdrücken?
- Wann ist die Etablierungsphase eines neu aufwachsenden Torfmoosrasens abgeschlossen? Wann ist ein sekundäres Akrotelm mit seinen Selbstregulierungsfunktionen in Bezug auf Wasserhaushalt ausgebildet?
- Nach welchen Kriterien wäre ein Flächenpriorisierung sinnvoll und möglich?

4.2 Themenkomplex Stoffbilanzen und Treibhausgase

Die Diskussion der Arbeitsgruppe zum Thema Stoffbilanzen und Treibhausgase behandelte zwei Leitfragen, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

1. Im OptiMoor-Feldversuch tritt bedingt durch gut kontrollierbare Bedingungen (präzises Abschieben des Oberbodens, exaktes Wassermanagement) ein großes Spektrum an THG-Emissionen auf. Wie verallgemeinerbar und übertragbar sind diese Ergebnisse auf Umsetzungen in großem Maßstab?

Es wird davon ausgegangen, dass die Spannweite der Emissionen abnehmen wird. Aufgrund der kontrollierten Bedingungen werden die Unterschiede zwischen den Varianten verstärkt. Da ein kontrolliertes Wassermanagement wie es im OptiMoor-Versuch der Fall ist auf großer Fläche oft nicht realisierbar sein wird, ist zwar von einem hohen Potential für CH₄-Emissionen beim Überstau von Moorgrünland auszugehen, allerdings bei weniger kontrolliertem Wassermanagement auch vom sommerlichen Trockenfallen überstauter Bereiche und damit geringeren CH₄-Emissionen als auf den Varianten 2 und 3 des OptiMoor-Versuchs. Die Dauer hoher CH₄-Emissionen von vernässtem Moorgrünland ist nach derzeitigem Kenntnisstand nur schwer abzuschätzen. Für eine klimaschutzfachliche Bewertung muss zudem die Frage beantwortet werden, ob eine möglichst hohe THG-Minderung erreicht werden soll, oder ob die typischen Emissionen naturnaher Hochmoorbiotope zielführender sind. Dies würde z.B. die Anreizinstrumente beeinflussen, die über die Ausgabe von CO₂-Zertifikaten (wie Moorfutures) die Umsetzung der Moorvernässung steuern. In den Gruppen wurde jedoch eine intakte Hochmoorbiozönose als wichtiger eingestuft, als die Höhe der THG-Einsparungen durch die Maßnahme. Zudem wird zunächst die Konservierung des Torfkörpers, d. h. die Wiedervernässung per se, als prioritär angesehen.

Im OptiMoor-Feldversuch werden derzeit bis zu 10-mal höhere CO₂-Aufnahmen der Sphagnen bestimmt als es in natürlichen Systemen der Fall ist. Diese hohe Anfangsproduktivität kann wahrscheinlich nicht über längere Zeiträume aufrechterhalten werden. Entscheidend wird auch hier erachtet, dass sich ein ausreichend mächtiger Torfmoosrasen möglichst schnell entwickelt, der als sekundärer Aktrotelm fungieren kann. Die Ergebnisse im Projekt legen nahe, dass ein gezieltes (Wasser-)Management diesen Prozess im Prinzip so extrem beschleunigen kann, dass das Hochmoorbiotop nach wenigen Jahren bereits zu hydrologischer Selbstregulation in der Lage sein könnte.

Auch bezüglich der Übertragbarkeit der THG-Emissionen stellt sich die Frage nach der Problematik der Standortspezifität. Es wird die Frage diskutiert, ob eine Sanierung auf Standorten mit geringmächtiger Torfschicht überhaupt zielführend sei, wenn mit hohen CH₄-Emissionen zu rechnen ist. Daher sollte der Sanierungsfokus auf Flächen mit mächtigeren, intakten Torfkörpern gelegt werden. Es wurde außerdem noch einmal darauf ver-

wiesen, dass auf vegetationsfreiem Torf und bei starken Wasserstandschwankungen hohe N_2O -Emissionen auftreten können (siehe Vortrag Oestmann et al.), die im OptiMoor-Feldversuch jedoch bisher nicht beobachtet wurden. Als Konsequenz daraus sollten nach Möglichkeit vegetationsfreie Flächen vermieden werden, was ein Beimpfen nach Oberbodenabtrag und ein Begrünen von Dämmen als sinnvolle Maßnahme nahelegt.

2. Wie ist der abgetragene Oberboden klimatisch zu bewerten?

Im Fall des abgetragenen Oberbodens ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob der Oberboden auf der zu sanierenden Fläche verbleibt (On-Site) und genutzt werden kann (z.B. zum Verfüllen von Gräben oder der Anlage von Dämmen) oder ob der entnommene Torf aus der Fläche gebracht wird (Off-Site). Bei On-Site-Nutzung kann in erster Näherung wahrscheinlich der Emissionsfaktor für Moorgrünland mit dem Flächenanteil des verbauten Oberbodens angenommen werden. Vorteil für diese Variante ist die Vermeidung eines aufwändigen Transports und die Möglichkeit der Konservierung von Teilen des Oberbodens, die tiefergründiger verbaut sind. Da Nährstoffe und Diasporen beim Verbau im System erhalten bleiben, können sich diese durch Randeffekte ggf. nachteilig auf den Sanierungserfolg auswirken. Dies könnte durch eine vorgeschaltete Aushagerungsphase, die in der Praxis z. T. schon aufgrund abnehmender Wirtschaftlichkeit erfolgt, gemindert werden.

Bei Off-Site-Nutzung sind der betrachtete Zeitraum und die Nachnutzung für die Bewertung der Klimawirkung des Oberbodens entscheidend. Geht man von einer vollständigen Torfmineralisation aus, sind nur Szenarienrechnungen möglich (z. B. „Abschreibungen“ über verschiedene Zeiträume bzw. Negativzinsrechnungen). Wird der Oberboden einer Nutzung zugeführt, z. B. als Beimengung in der Erdenherstellung, für welche Torf aus Torfabbau substituiert wird, ist dies der Produktkette zuzuschreiben. Es wurde aber auch „warnend“ angemerkt, dass bei einer Verwendung des Oberbodenabtrags aus Naturschutzvorhaben als Beimengung für die Substraterzeugung eine neue Legitimationsgrundlage geschaffen werden könnte, welche weiteren Torfabbau unter dem Deckmantel des Naturschutzes rechtfertigt. Außerdem sei es aus Naturschutzsicht ein falsches Signal, ein torfhaltiges Substrat mit Naturschutzziele zu vermischen und ggf. auch so zu deklarieren. Es wäre daher nur sinnvoll den abgetragenen Oberboden gesondert z.B. als Beimengung zu Torfersatzstoffen zu vermarkten.

Eine vollständige Ökobilanzierung des abgetragenen Oberbodens ist aber im Rahmen des OptiMoor-Projektes nicht möglich, da es die ökosystemaren Grenzen des Projektes verlässt. Dies wird daher nicht Gegenstand der Betrachtung sein. In den Gruppendiskussionen schien der Verbleib des Oberbodens im System die sinnvollere und vorzuziehende Variante zu sein.

4.3 Themenkomplex Biodiversität

Sowohl der Abtrag von degradiertem Oberboden als auch das Animpfen mit Spendermaterial scheinen aus Sicht der Förderung von hochmoortypischer Vegetation äußerst effektive und sinnvolle Maßnahmen zu sein. Der Abtrag des gesamten gestörten Oberbodens erleichtert die Etablierung der hochmoortypischen Vegetation enorm. Oberbodenreste bieten Keimungspotential für Nicht-Zielvegetation, die wiederum Diasporendruck auf die zu sanierende Fläche ausübt.

Beim Animpfen mit Spendermaterial sind die Qualität und die Herkunft von entscheidender Bedeutung. Ein breites Spektrum hochmoortypischer Arten bietet die besten Ausgangsbedingungen für eine erfolgreiche Etablierung. Die Entnahme von Spendermaterial aus intakten Hochmooren stellt jedoch in der Regel ein rechtliches Problem dar, sie ist nur unter gewissen Umständen und Auflagen möglich. Spendermaterial regionaler Herkunft ist dabei grundsätzlich zu bevorzugen, auch wegen des Provenienz-Effekts. Das Abdecken mit Stroh nach Ausbringen des Spendermaterials hat sich als nicht notwendig herausgestellt.

Bisher sind in der Praxis zwei Methoden zur Ausbringung von Spendermaterial erprobt: Das flächenhafte Ausbringen zuvor zerkleinerten Materials und das Ausbringen kompakter, gewachsener „Bulte“. Vorteil einer flächenhaften Ausbringung ist eine schnelle Etablierung eines flächendeckenden Torfmoosrasens. Offene Stellen im Torf, die bei der „Bulten-Methode“ entstehen, bieten hingegen Lebensraum für Arten, des Offenbodens. Außerdem kommt die Bulten-Methode mit deutlich weniger Spender-Material aus und könnte, nach Erfahrungen im Gelände (nicht wirklich quantifizierter da nicht mit Versuchsdesign und Kontrollen verbunden), zu einer schnelleren Etablierung von Bulttorfmoosen führen.

Bei der Sanierung großer Flächen wird auch aus Sicht der Biodiversität eine stufenweise Herangehensweise favorisiert. Eine intensiv betreute Vermehrungsfläche, auf der ideale hydrologische Bedingungen herrschen, kann als Ausgangsbasis und Spenderfläche für umliegende, anschließend zu sanierende Flächen dienen. Speziell bei der Betrachtung der Fauna wurde festgestellt, dass hier derzeit noch zu wenige Erfahrungen vorliegen, um Rückschlüsse auf zu favorisierende Sanierungsmethoden abzuleiten. Die Ergebnisse des OptiMoor-Projektes müssen abgewartet und mit den Ergebnissen beispielsweise im Projekt MOOSWEIT verschnitten werden, um hier zumindest für die Gruppe der Spinnen zu Aussagen kommen zu können.

Anschriften der Verfasser:

A. Bartel
Europäisches Fachzentrum Moor und Klima gGmbH
Auf dem Sande 11
D-49448 Wagenfeld-Ströhen
a.bartel@moorwelten.de

Dr. V. Huth, Dr. G. Jurasinski
Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Landschaftsökologie und Standortkunde
Justus-von-Liebig Weg 6
D-18059 Rostock

Dr. K. Ullrich, S. Heinze
Bundesamt für Naturschutz (BfN)
FG II 2.1 Biotopschutz und Biotopmanagement, Nationales Naturerbe
Konstantinstraße 110
D-53179 Bonn

Manuskript eingegangen am 17. Oktober 2019