

ISSN 0340-4927

# TELMA

Berichte der  
Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde



2022

|       |         |               |                         |
|-------|---------|---------------|-------------------------|
| TELMA | Band 52 | Seite 1 - 280 | Hannover, November 2022 |
|-------|---------|---------------|-------------------------|

# Deutsche Gesellschaft für Moor- und Torfkunde (DGMT) e.V.

Stilleweg 2, 30655 Hannover (Alfred-Bentz-Haus)

www.dgmtev.de

IBAN: DE90 2501 0030 0303 2003 01, BIC: PBNKDEFF

## VORSTAND

1. Vorsitzender: ANDREAS BAUEROCHSE, Stilleweg 2, 30655 Hannover  
2. Vorsitzender: JUTTA ZEITZ, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin  
1. Schriftführer: HORST WEISSER, Rosengarten 1, 88410 Bad Wurzach  
2. Schriftführer: ANDREAS LECHNER, Seminarstraße 19b, 49074 Osnabrück  
Schatzmeister: ANN CHRISTIN SIEBER, Stilleweg 2, 30655 Hannover  
Schriftleitung der TELMA: SABINE JORDAN, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Box 7014, S-75007 Uppsala, VOLKER SCHWEIKLE, Ebertstraße 12A, 69190 Walldorf

## Sektions-Vorsitzende

- Sektion I: Geowissenschaften  
STEFAN FRANK, Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig  
NIKO ROßKOPF, Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Inselstraße 26, 03046 Cottbus
- Sektion II: Torf-Gewinnung und -Verwertung  
SILKE KUMAR, Moorgutsstraße 1, 26683 Saterland
- Sektion III: Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gartenbau  
JÜRGEN MÜLLER, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock
- Sektion IV: Chemie, Physik und Biologie  
LYDIA RÖSEL, Albrecht-Thaer-Weg 2, 14195 Berlin,  
DOMINIK ZAK, Aarhus University, Vejløvej 25, DK-8600 Silkeborg
- Sektion V: Naturschutz und Raumordnung  
MICHAEL TREPEL, Kleiner Kuhberg 18-20, 24103 Kiel
- Sektion VI: Medizin und Balneologie – nicht besetzt
- Sektion VII: Landeskunde und Umweltbildung  
MICHAEL HAVERKAMP und JANNA GERKENS  
Emsland Moormuseum, Geestmoor 6, 49744 Geeste

## Beirat

- |                              |                               |                       |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| GERFRIED CASPERS, Uetze      | MICHAEL EMMEL, Hannover       | JOSEF GRAMANN, Vechta |
| BERND HOFER, Altenberge      | GERD LANGE, Hannover          |                       |
| ECKHARD SCHMATZLER, Hannover | DIANA WEIGERSTORFER, Freiburg |                       |

## Editorial Board der TELMA

- |                    |                    |                     |
|--------------------|--------------------|---------------------|
| ANDREAS BAUEROCHSE | ANDRÉ-MICHAEL BEER | JOACHIM BLANKENBURG |
| ARTHUR BRANDE      | JÖRG GELBRECHT     | JÜRGEN GÜNTHER      |
| MICHAEL HAVERKAMP  | ADAM HÖLZER        | HEINRICH HÖPER      |
| HAGEN KNAFLA       | GERD LANGE         | VERA LUTHARDT       |
| AXEL PRECKER       | MICHAEL TREPEL     | JUTTA ZEITZ         |

Stand 28. November 2022

Schriftwechsel, der sich auf die TELMA bezieht, an SABINE JORDAN, E-Mail: jordan@dgmtev.de

|       |         |               |                 |                         |
|-------|---------|---------------|-----------------|-------------------------|
| TELMA | Band 52 | Seite 17 - 38 | 16 Abb., 2 Tab. | Hannover, November 2022 |
|-------|---------|---------------|-----------------|-------------------------|

# Ausbringungsversuch von Bultmoosen in die wiedervernässten Torfabbauf Flächen im Naturschutzgebiet „Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See“ (Niedersachsen)

Application trial of hummock forming species in rewetted peat  
extraction areas in the nature reserve “Ahlen-Falkenberger Moor,  
Halemer/Dahlemer See” (Lower Saxony)

HANS-GERHARD KULP

Schlüsselwörter: Torfmoose, Hochmoorregeneration, Ahlenmoor  
Keywords: peat moss, bog regeneration, Ahlenmoor

## Zusammenfassung

Im Naturschutzgebiet „Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See“ wurde vor der Unterschutzstellung auf großen Flächen Torf abgebaut. Nach Beendigung des Abbaus wurden die Flächen gepoldert und durch Anstau von Niederschlagswasser wiedervernässt. Nach 10 bis 20 Jahren autogener Sukzession sind die Flächen hinsichtlich der Wiederbesiedlung mit Torfmoosen immer noch in einem Pionierstadium eines Torfmoos-Wollgras-Stadiums mit den dominanten Pionierarten *Sphagnum fallax* and *S. cuspidatum*. Eine Weiterentwicklung im Sinne einer Hochmoorregeneration mit Bult-Schlenken-Komplexen ist nicht erkennbar. Da die Wiederbesiedlung möglicherweise dem Ausbleiben von generativer Reproduktion und an Verbreitungsbarrieren scheitert, wurden 2017 die Arten *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum papillosum* und *Polytrichum strictum* auf dem Torfmoosfeld beim Moor-Informationszentrum (MoorIZ) Bultmoose geerntet und auf fünf Wiedervernässungsflächen ausgebracht. In den Versuchsflächen wurden die Moose als Fragmente in unterschiedlicher Dichte (75 und 100 %) eingebettet und als Soden (30 cm to 30 cm) aufgesetzt. Nach fünf Beobachtungsjahren wurde der Anwucherfolg bewertet und Empfehlungen für die Ausbringung von Bultmoosen abgeleitet. Die besten Etablierungs- und Ausbreitungsergebnisse wurden mit verpflanzten Soden erzielt. Sie zeigen die höchste Resilienz gegenüber Wasserstands- und Witterungsschwankungen.

## Abstract

In the nature reserve “Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See”, large areas were harvested for peat before they were under protection. After industrial peat mining, the areas were poldered and rewetted by impounding rainwater. Ten to 20 years later, the areas are still dominated by cotton grass and pioneer peat moss species, such as *Sphagnum fallax* and *S. cuspidatum* without the establishment of hummock peat mosses. Because spontaneous recolonization of hummock species may fail due to a lack of sexual reproduction or dispersal barriers, these species were reintroduced to rewetted sites in 2017. The species *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum papillosum* und *Polytrichum strictum* were harvested from a nearby *Sphagnum* farming site and spread on five rewetted areas in 2017. In the plots the species have been introduced as fragments in different densities (covering 75 % and 100 %) and as sods (30 cm to 30 cm). The development of the plants was monitored and evaluated during a five-year-period to develop recommendations for the reintroduction of hummock peat moss species on rewetted bogs. The best establishment and propagation results were obtained by transplanting sods, which showed the highest resilience to water level and weather fluctuations.

## 1. Einleitung

Das Naturschutzgebiet (NSG) „Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See“ liegt als ausgedehntes Hochmoor zwischen Geest und Marsch auf der Stader Geest (Abb. 1). Seit den 1990er Jahren sind Torfabbauflächen wiedervernässt worden. Renaturierungen beschränkten sich bislang auf wasserbauliche Maßnahmen zum Einstau von Niederschlagswasser. Die Flächen sind hinsichtlich der Wiederbesiedlung mit Torfmoosen immer noch in einem Pionierstadium eines Torfmoos-Wollgras-Stadiums. Eine Hochmoorregeneration mit Bult-Schlenken-Komplexen ist nicht erkennbar (LEMMER & GRAF 2016). Gerade die Bultmoose<sup>1</sup> gelten jedoch als unverzichtbar, um eine möglichst weitreichende Regeneration eines Hochmoores einzuleiten, insbesondere auf offenen, von Schlenken-Torfmoos dominierten Flächen (ROCHEFORT 2000; SMOLDERS et al. 2003). Die zentrale Rolle von Bult-Torfmoosen bei der Wiederherstellung von wachsenden Hochmooren ist grundlegend daran gekoppelt, dass sie schwer zersetzbares Torf bilden und über den mooreigenen Wasserspiegel emporwachsen. Wenn sie durch beständiges Wachstum große Mengen (Regen-)Wasser speichern, entsteht ein Milieu, in dem die in abgestorbenen Pflanzenteilen gebundenen Nährstoffe nur eingeschränkt für das Wachstum von Gefäßpflanzen zur Verfügung stehen. Darüber hinaus ist eine deutlich geringere Belastung des Klimas durch Freisetzung des Treibhausgases Methan (CH<sub>4</sub>) zu erwarten, wenn es gelingt wieder Bult-Torfmoos-dominierte, nasse Habitate herzustellen (LARMOLA et al. 2010). Möglicherweise scheitert die Einwanderung von typischen Bultmoosen und die Ausbildung von Bult-Schlenkenkomplexen an Ausbreitungsbarrieren. Gründe hierfür können zu weit entfernte und isolierte Lage von Quellpopulationen sein, oder

<sup>1</sup> Der Sammelbegriff wird hier vereinfachend verwandt für die Arten *Sphagnum papillosum*, *Sph. rubellum*, *Sph. magellanicum* und *Polytrichum strictum*, wohl wissend, dass sie nicht nur in Bulten wachsen.

mangelnde generative Vermehrung mit Sporen. Das Phänomen, dass eine Sukzession zu artenreicheren und hochmoortypischen Pflanzengesellschaften nur sehr selten gelingt, ist in vielen wiedervernässten Hochmoorflächen Nordwestdeutschlands zu beobachten (LEMMER & GRAF 2016).

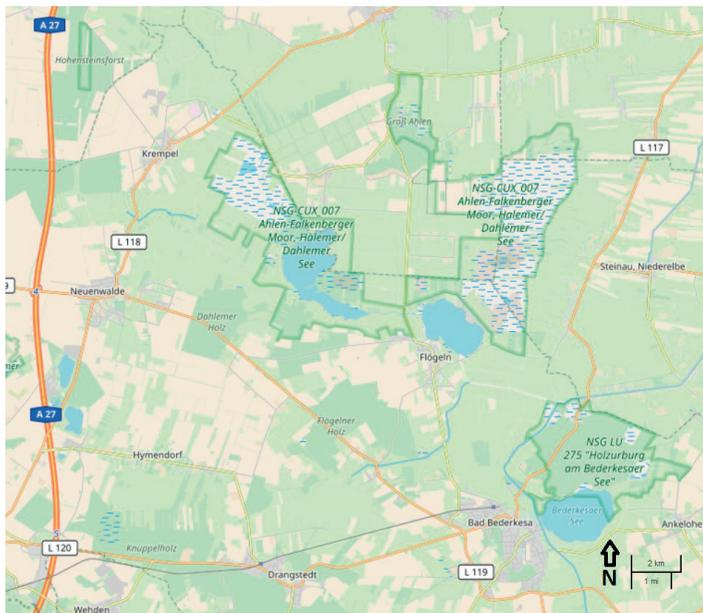


Abb. 1: Das Ahlen-Falkenberger Moor östlich von Neuenwalde im Landkreis Cuxhaven (Niedersachsen).  
The Ahlen-Falkenberger Moor east of Neuenwalde in the County of Cuxhaven (Lower Saxony).

Im September 2013 wurde beim Moor Informationszentrum (MoorIZ) im Ahlenmoor ein Torfmoosfeld in der Größe 40 m x 10 m angelegt und mit Bultmoosen aus dem NSG Ahlenmoor angeimpft (Abb. 2). Aufgrund des Gefährdungsgrades der hochmoortypischen Bultmoose ist eine Entnahme aus geschützten Flächen in größerem Umfang nicht vertretbar. Das Torfmoosfeld dient deshalb der Vermehrung von Bultmoosen zum Zwecke der Ausbringung in Wiedervernässungsflächen. Über die Kultivierung von Bultmoosen im Freiland liegen in Deutschland bisher erst wenige Erfahrungen vor. Versuche in Ramsloh und Hankhausen wurden bis dahin nur mit *Sphagnum palustre* und *Sph. papillosum* gemacht (KREBS et al. 2012). Im Provinzialmoor im Emsland laufen zeitgleich mit dieser Untersuchung Versuche zur Torfmooskultivierung auf Schwarztorf auch mit weiteren Arten (GRAF et al. 2017).



Abb. 2: Torfmoosfeld mit Ringgraben zur Be- und Entwässerung beim Moor-Informationszentrum (MoorIZ) (März 2017).  
 Peat moss field with ring ditches for irrigation and drainage at the Moor Information Center (MoorIZ) (March 2017).

Die vorliegende Untersuchung soll Aufschluss darüber geben, unter welchen Bedingungen eine Ausbringung von hochmoortypischen Bultmoosen in Wiedervernässungsflächen scheitert oder erfolgreich ist. Die Untersuchungsergebnisse sind über das Ahlenmoor hinaus exemplarisch interessant und wichtig für vergleichbare Wiedervernässungs- und Renaturierungsprojekte in abgetorften Hochmooren.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Sukzessionsstadien der Wiedervernässungsflächen

Zunächst wurden die Wiedervernässungsflächen hinsichtlich ihres Sukzessionsstadiums analysiert und ihre Eignung für die Ausbringung der Bultmoose geprüft. Anhand der FFH-Basiserfassung (BRAND 2014) konnte ermittelt werden, dass sich die wiedervernässenen Torfabbaufächen im Ahlenmoor überwiegend in drei Sukzessionsstadien befinden, die anhand der Biotoptypen (DRACHENFELS 2021) zu klassifizieren sind.

Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche (MIW):

Weitgehend von Flachwasser bedeckte, offene Torfflächen mit geringer Vegetationsentwicklung. Diese wurden als ungeeignet ausgeklammert, weil sie keine für Bultmoose tragfähige Schwinggrasenschicht aufweisen.

Wollgras-Torfmoos-Schwingrasen (MWS):

Geschlossene, auf Wasser oder Torfschlamm schwimmende Torfmoosrasen (meist aus *Sphagnum cuspidatum*), i.d.R. mit Schmalblättrigem Wollgras; daneben u.U. Hochmoor(schlenken)arten wie Mittlerer Sonnentau oder Weißes Schnabelried; keine oder nur fragmentarische Bultenbildung. Typische Pflanzengesellschaften: *Eriophoro angustifolii-Sphagnetum fallacis*, *Eriophoro-Sphagnetum cuspidati* bzw. *Eriophorum angustifolium-Sphagnum fallax/cuspidatum-Gesellschaft*.

Sonstiges Torfmoos-Wollgras-Moorstadium (MWT):

Auf festerem Untergrund (nasser Torf) wachsende torfmoosreiche, nasse Rasen aus Scheiden-Wollgras (z.B. *Eriophorum vaginatum-Sphagnum fallax-Gesellschaft*) mit winterlichem Überstau aber ohne Schwingrasencharakter.

Die verschiedenen Stadien treten häufig in mosaikartigen Komplexen auf und werden von trockeneren Degenerationsstadien (z.B. Pfeifengras-Moorstadium (MP) oder Moorheidestadium von Hochmooren (MG) der Hochmoore) begleitet.

Es galt für die Ansiedlung der Bult-Torfmoose aus dem Torfmoosfeld ein Sukzessionsstadium auszuwählen, das für die einzubringenden Arten gute Startbedingungen bietet. D.h. sie müssen einen ausgeglichenen, oberflächennahen Wasserstand vorfinden und eine geringe Beschattung, bzw. Lichtkonkurrenz. Unsere Hypothese für günstige Ansiedlungsbedingungen ging davon aus, dass ein Pionierstadium mit einem tragfähigen Schwingrasen mit Dominanz von *Sphagnum cuspidatum* oder *Sphagnum fallax* und geringem Anteil von Wollgräsern oder *Molinia caerulea* für die Bultmoose relativ günstige Etablierungsbedingungen bietet. Erst bei höherer Deckung von Wollgräsern oder *Molinia* sind die Bult-Torfmoose im Höhenwachstum unterlegen und gegenüber der Streubildung empfindlich. Die lebende Biomasse aus Torfmoosen und Wollgräsern bildet das Acrotelm. Es ist in der Lage, schwammartig Niederschlagswasser festzuhalten, ggf. aufzuschwimmen und allmählich über Verdunstung wieder abzugeben. Damit wird das Mikroklima gedämpft und die Wasserstandsamplitude in Relation zur Lage der assimilierenden Vegetation reduziert.

Für die Etablierungschancen spielt auch der Winterwasserstand eine Schlüsselrolle. Die Zielarten bevorzugen möglichst ausgeglichene Wasserstände mit geringer Schwankungsamplitude. Sie sind nicht angepasst an längeren Überstau. Deshalb muss geprüft werden, ob die potenziellen Ausbringungsflächen im Winter nach hohen Niederschlagsraten überstaut sind oder ob sie aufschwimmen. Der Biotoyp Wollgras-Torfmoos-Schwingrasen

(MWS) folgt per Definition den Wasserspiegelschwankungen. Bei den Vorkommen vom Torfmoos-Wollgras-Moorstadium (MWT) könnte es zu einem Überstau kommen, weil die Bulten von *Eriophorum vaginatum* evtl. im gewachsenen Torf wurzeln und nur die Torfmoosrasen in den Schlenken schwimmfähig sind. Torfmoose, die in den Bulten als Spreizklimmer wachsen, werden dann evtl. überstaut, was den erwünschten Bultmoosen schadet. Nach der Prüfung der hydrologischen Situation im Winterhalbjahr wurden nur Probeflächen ausgewählt, die dem Biotoptyp Wollgras-Torfmoos-Schwinggrasen (MWS) zuzuordnen sind.

Der Biotoptyp Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche (MIW) wurde aufgrund der zu geringen Vegetationsbedeckung und des starken Wellenschlags nicht untersucht.

Für die ausgewählten Ausbringungsflächen (Abb. 3) wurde bei der Naturschutzbehörde des Landkreises Cuxhaven abgefragt, wie der Torfabbau erfolgte und unter welchen Rahmenbedingungen die Flächen vernässt worden sind. Nach Aktenlage der Unteren Naturschutzbehörde (RECKTENWALD, mündl. Mitteilung 2016) begann der Torfabbau auf allen ausgewählten Versuchsflächen 1969 durch das Torfwerk Neuenwalde. Als Folgenutzung war Kultivierung vorgesehen. Die Abtorfung erfolgte im Stichtorfverfahren. Eine Resttorfmächtigkeit von 0,5 m musste erhalten bleiben. Nach Ende des Abbaus wurde auf

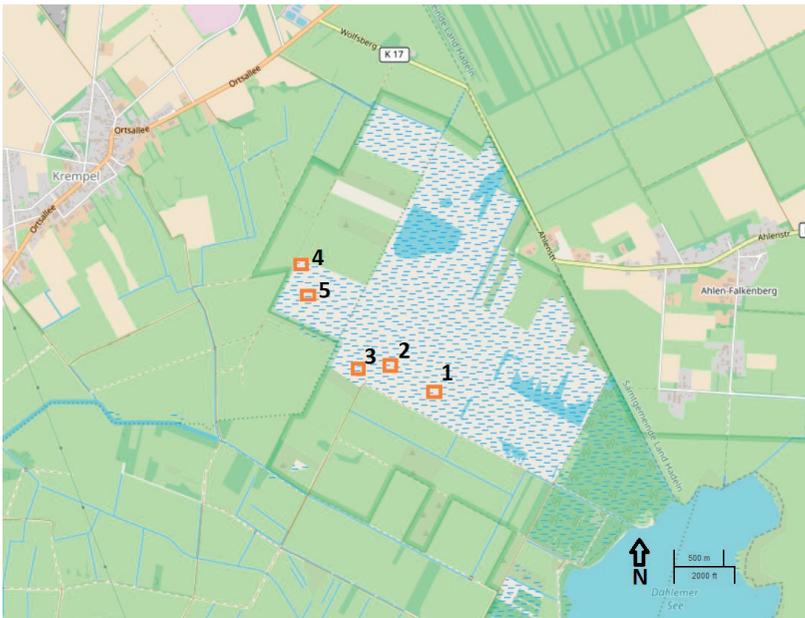


Abb. 3: Lage der Versuchsflächen in den wiedervernässten Torfabbauflächen östlich von Neuenwalde (Kartengrundlage OpenStreetMap).

Location of the test plots in the rewetted peat cuttings east of Neuenwalde (map basis OpenStreetMap).

den Flächen Bunkerde aufgetragen. Die Abtorfung endete auf den Versuchsflächen 1 und 3 1996, auf Fläche 2 1997, und auf den Flächen 4 und 5 2006 (Datum unsicher!). Daten über die Wiedervernässung und Einstauhöhe liegen nicht vor. Das heißt, die Flächen 1 bis 3 sind seit maximal 20 Jahren und die Flächen 4 und 5 seit 10 Jahren wiedervernässt (Abb. 3).

## 2.2 Ernte der Moose auf dem Torfmoosfeld und Ausbringung in den Vernässungsflächen

Im Frühjahr 2017 wurden die aufgewachsenen Moose *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum rubellum*, *Sphagnum papillosum* und *Polytrichum strictum* vom Torfmoosfeld geerntet. Die Trennung von *Sphagnum magellanicum* und *Sph. papillosum* war nicht vollständig möglich, da beide sehr eng vergesellschaftet wuchsen und nicht aufgrund der Färbung unterscheidbar waren. In den Bulten von *Polytrichum strictum*, eine wichtige Ammenpflanze bei Hochmoorrenaturierungen, waren auch verschiedene Sphagnen eingeschlossen, die sich aufgrund der Vernetzung durch den Rhizoidenfilz nicht vollständig trennen ließen. Es wurde aber mit besonderer Sorgfalt *Sphagnum fallax* herausgesucht, weil diese Art in den Probeflächen nicht eingebracht werden sollte, da sie möglicherweise in der Lage wäre die Bultbildner zu verdrängen.

Am Folgetag wurden die geernteten Moose zu den fünf Probeflächen transportiert und auf jeweils 30 x 30 cm großen Probequadraten ausgebracht (Tab. 1). Im Frühjahr haben die Torfmoose die höchste Vitalität und Wachstumsfreudigkeit und können an den neuen Standorten ihre Konkurrenzkraft maximal entfalten (GAUDIG et al. 2014). Die Ausgangssituation der Probequadrate wurde vor der Belegung mit den Zielarten in der Artenzusammensetzung aufgenommen und fotografiert. Von jeder Moosart wurden auf jeder Probefläche Quadrate mit Fragmenten jeweils in einer Deckung von 75 % und 100 % belegt (Abb. 4). Die Einzelpflanzen der Zielarten wurden horizontal in den vorhandenen Torfmoosrasen hauptsächlich aus *Sphagnum cuspidatum* eingedrückt, damit sie möglichst gut vom Moorwasser benetzt werden. Die unterschiedliche Deckung sollte Aufschluss darüber geben, ob der Anwacherfolg auch mit einer reduzierten Materialmenge

Tab. 1: Aufgesetzte Soden in den Probeflächen mit Zielarten (Deckung der Zielarten in %).  
Applied sods in the plots with target species (coverage of target species in %).

| Soden     | PF 1   | PF 2                              | PF 3  | PF 4  | PF 5                               |
|-----------|--|-----------------------------------|---|---|------------------------------------|
| Zielarten | <i>Sphagnum papillosum</i> (85 %),<br><i>Sphagnum magellanicum</i> (7 %) | <i>Sphagnum papillosum</i> (80 %) | <i>Sphagnum magellanicum</i> (80 %),<br><i>Sphagnum papillosum</i> (15 %) | <i>Sphagnum rubellum</i> (85 %),<br><i>Sphagnum magellanicum</i> (10 %) | <i>Polytrichum strictum</i> (80 %) |

gelingt. Von jeder Moosart wurde auch ein homogener Soden von 30 x 30 cm aufgesetzt (Abb. 5). Die Entnahme von Soden aus der Vermehrungskultur erfolgt mit einem Brotmesser, mit dem ein ca. 30 cm x 30 cm großer Soden ausgestochen und bis in den abgestorbenen Horizont ausgehoben wird. Der Soden wurde als kompakte Einheit unversehrt in Pflanzschalen transportiert.



Abb. 4: Probequadrat mit eingebettetem *Sphagnum papillosum* mit 75 % Deckung (März 2017).  
Sample square with embedded *Sphagnum papillosum* at 75 % coverage (March 2017).



Abb. 5: Probequadrat mit eingesetztem Soden mit *Sphagnum papillosum* und *Sphagnum magellanicum* (März 2017).  
Sample square with inserted sod with *Sphagnum papillosum* and *Sphagnum magellanicum* (March 2017).

Jede Probefläche wurde mit 9 Probequadraten belegt und jedes Probequadrat fotografiert. Die Probequadrate wurden in Reihe angelegt und i.d.R. am Anfang und Ende mit Pflöcken markiert. Jedes Quadrat wurde in der Reihe im Abstand eingemessen und mit einem Bambusstab der Eckpunkt der Einmessung markiert. Bei vier Probequadraten (Probeflächen 4 und 5) zeigte sich im Folgejahr, dass die ausgebrachten Moose durch Wind verweht oder durch rastende Gänse von den Versuchsflächen entfernt wurden. Insgesamt wurden 41 Probequadrate weiter beobachtet (Tab. 2).

Tab. 2: Anzahl der Probequadrate mit eingebetteten Zielarten in unterschiedlicher Dichte.  
Number of sample squares with embedded target species at different densities.

| Zielarten                   | <i>Sphagnum papillosum</i> | <i>Sphagnum rubellum</i> | <i>Sphagnum magellanicum</i> | <i>Polytrichum strictum</i> |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Fragmente mit 75 % Deckung  | 5                          | 5                        | 5                            | 4                           |
| Fragmente mit 100 % Deckung | 4                          | 5                        | 5                            | 3                           |

Weitere Widrigkeiten im Versuchsablauf stellten Instandsetzungsmaßnahmen der Vernässungsinfrastruktur auf Probefläche 2 dar, die im letzten Versuchsjahr zu einem vollständigen Überstau der Probequadrate führte.

Bei der ersten Aufnahme der Probequadrate nach sechs Monaten Wachstum im Oktober 2017 wurde die Deckung der Moose und Gefäßpflanzen für jede Art möglichst genau prozentual aufgenommen. Unter 1 % Deckung wurde für wenige Exemplare der Wert + und für ein Exemplar der Wert r vergeben. Da die Gefäßpflanzen in einer eigenen Schicht oberhalb der Moose wachsen ergibt die Summe der Deckungen häufig Werte über 100 %. Für die Abgrenzung der Quadrate wurde ein Zollstock mit 40 cm Schenkellänge aufgelegt und das Quadrat fotografiert.

Am Torfmoosfeld (Ringgraben) und in den Probeflächen wurden im Laufe der jährlichen Untersuchungen im Stauwasser Temperatur, elektrische Leitfähigkeit und der pH-Wert vor Ort gemessen und Gewässerproben genommen, die in externen Labors auf Nitrat ( $\text{NO}_3$ ), Ammonium ( $\text{NH}_4$ ), Phosphor (Gesamt-P) und Kalium (K) untersucht wurden.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Etablierungserfolg der ausgebrachten Moose

Die wichtigsten Ergebnisse des Ausbringungsversuches waren:

- Die Übertragung von gewachsenen Soden auf die Schwinggrasen in den Vernässungsflächen zeigen den besten Anwuchserfolg im Vergleich mit den eingebetteten Moosen in den anderen Probequadraten. Sie zeigen sowohl ein erhebliches Höhenwachstum (zwischen 10 und 25 cm als auch ein stark laterales Wachstum (bis zu 90 x 70 cm) mit z.T. einer Vervielfachung der Ausdehnung (Abb. 6). Die fünf aufgesetzten Soden hatten 2017 eine Fläche von 4.500 cm<sup>2</sup> und haben sich um den Faktor 2,4 vergrößert. Von den Zielarten zeigte *Sphagnum magellanicum* den größten Flächenzuwachs (Abb. 7).
- Der Anwuchserfolg von eingebetteten Moosen mit 100 % Deckung war etwas höher als der von Moosen mit 75 % Deckung (mit Ausnahme von *Sphagnum papillosum*), der Unterschied war aber nicht signifikant (Abb. 8).
- Auf 50 % der Probequadrate haben die eingebetteten Moose nach 5 Jahren eine Deckung über 10 %, auf weiteren 25 % sind die Arten noch mit einer geringeren Deckung (< 10 %) präsent. Teilweise fand eine Ausbreitung deutlich über die Fläche des Probequadrats hinaus statt.

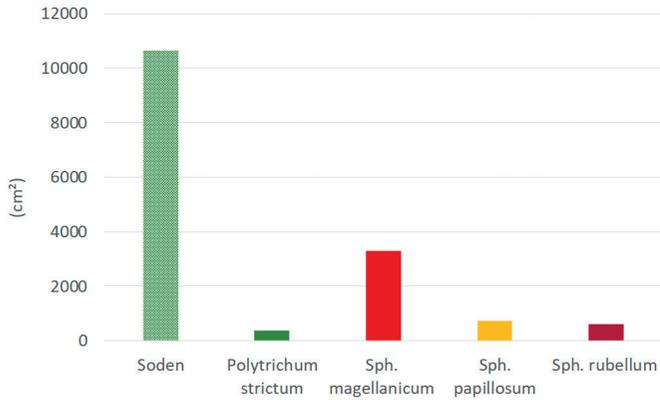


Abb. 6: Flächenzuwachs der fünf Soden und der Zielarten in den Soden nach fünf Jahren.  
Expansion of the five sods and the target species in the sods after five years.



Abb. 7: Probefläche 4; Torfmoos-Wollgras Schwingrasen, im Vordergrund implantierter Soden mit u.a. *Sphagnum magellanicum*.  
Sample area 4; Peat moss-cotton grass floating rafts, in the foreground implanted sods with *Sphagnum magellanicum*, among others.

- Die verschiedenen Moosarten haben sich unterschiedlich erfolgreich etabliert:
  - *Polytrichum strictum* hat sich erfolgreich etabliert und auch auf allen Flächen über das Probequadrat hinaus ausgebreitet.

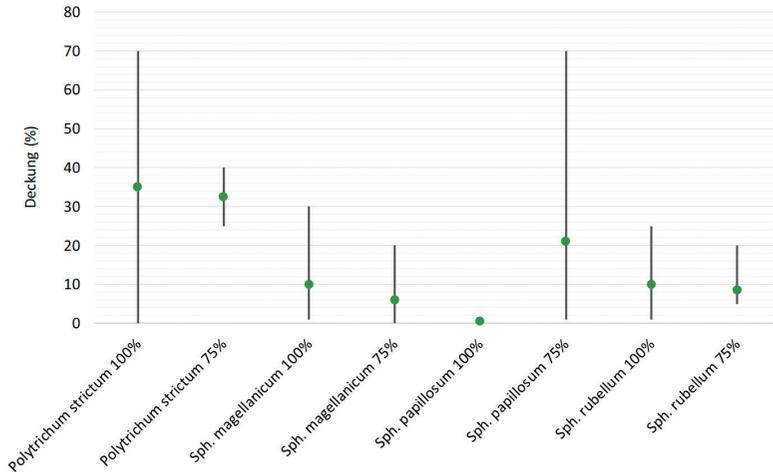


Abb. 8: Deckung Fragmente: Deckung der als Fragmente mit 75 % oder 100 % Deckung ausgebrachten Moosarten nach fünf Jahren mit Höchst-, Tiefst- und Mittelwert.  
 Fragment coverage: Coverage of the moss species applied as fragments with 75 % or 100 % coverage after five years with maximum, minimum and average values.

- *Sphagnum rubellum* hat sich auf 4 Quadraten (von 8) mit Deckungsgraden über 10 % und auf weiteren 3 Quadraten unter 10 % etablieren können und ist auf 3 Quadraten über das Probequadrat hinausgewachsen.
- *Sphagnum papillosum* hat sich auf 4 Quadraten (von 7) mit Deckungsgraden über 10 % und auf 3 weiteren Quadraten unter 10 % etablieren können und ist auf 4 Quadraten über das Probequadrat hinausgewachsen (Abb. 9).
- *Sphagnum magellanicum* hat sich nur auf 3 Quadraten (von 8) mit Deckungsgraden über 10 % etablieren können und hat damit den geringsten Erfolg von allen eingebetteten Moosarten. Es ist aber auf allen 3 Probequadraten über das Quadrat hinausgewachsen.

### 3.2 Etablierung von hochmoortypischen Gefäßpflanzen

Zusammen mit den ausgebrachten Soden und Torfmoospflanzen wurden auch unbeabsichtigt eine Reihe von hochmoortypischen Gefäßpflanzen übertragen, die sich dauerhaft etablieren konnten (Abb. 10).



Abb. 9: Probequadrat mit *Sphagnum papillosum* hat sich auf 40 x 30 cm ausgebreitet, wird aber durchwachsen von *Eriophorum vaginatum* (Oktober 2021).  
Sample square with *Sphagnum papillosum* has expanded to 40 x 30 cm, but is interspersed with *Eriophorum vaginatum* (October 2021).

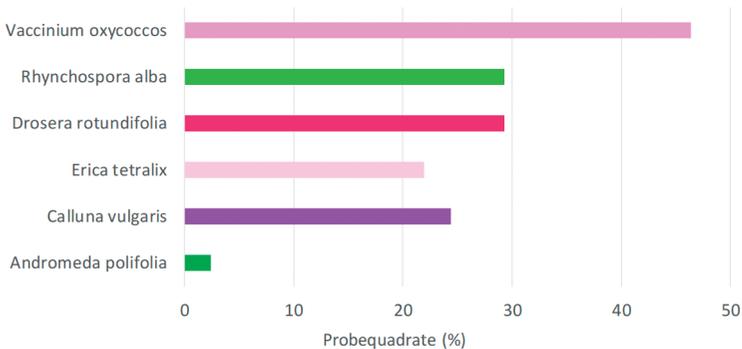


Abb. 10: Prozentanteil der Probequadratrate mit übertragenen Gefäßpflanzen.  
Percentage of sample squares with transferred vascular plants.

Für die in Abbildung 10 aufgeführten Arten kann mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass sie mit den übertragenen Moosen in die Vernässungsflächen eingebracht wurden, da sie auf dem Torfmoosfeld verbreitet vorkommen, aber bei der Erstaufnahme der Probequadratrate 2017 vor der Ausbringung der Zielarten nicht vorkamen.

Besonders erfolgreich hat sich *Vaccinium oxycoccos* in 19 Quadraten etabliert. Als weitere Zwergsträucher sind auf 10 Probequadraten *Calluna vulgaris*, auf 9 Quadraten *Erica tetralix* und einmal *Andromeda polifolia* festgestellt worden, die sich aus Samen oder Bruchstücken entwickeln konnten. Von den Schlenkenarten *Drosera rotundifolia* und *Rhynchospora alba* sind jeweils 12 Probequadrate besiedelt worden. Bei ihnen ist nicht ganz auszuschließen, dass sie auch aus der Umgebung zum Beispiel bei Überstauungen in die Probequadrate eingetragen worden sind.

Arten wie *Molinia caerulea* und *Eriophorum angustifolium* wurden hierbei nicht berücksichtigt, da sie auch aus der Nachbarschaft der Probequadrate eingewandert oder bei der Erstaufnahme übersehen worden sein können.

Insgesamt hat die Übertragung der Moose aus dem Torfmoosfeld auch zur erfolgreichen Besiedlung der Versuchsflächen mit hochmoortypischen Gefäßpflanzenarten geführt, die auch für die Sukzession zu strukturreichen Bult-Schlenken-Komplexen wichtig sind.

Bei der Interpretation der Entwicklungsdaten müssen die Niederschlagsverhältnisse in den Versuchsjahren berücksichtigt werden. Es zeigt sich, dass das erste (2017) und das letzte Versuchsjahr (2021) gegenüber dem langjährigen Mittel von 844 mm einen Niederschlagsüberschuss von +71 mm, bzw. +91 mm aufweisen. Dazwischen liegen drei klimatische Ausnahmejahre mit einem Niederschlagsdefizit insbesondere von 2018 bis Sept. 2019 und März bis Nov. 2020 (Abb. 11). Das Niederschlagsdefizit in der Vegetationsperiode hat in Verbindung mit teilweise hochsommerlichen Temperaturen und damit verbundener hoher Verdunstung zu einer starken Absenkung der Wasserstände in den vernässten Poldern geführt.

Die Deckung von *Eriophorum vaginatum* ist ein guter Indikator für die Witterungsverläufe in den Versuchsjahren. Die Art profitiert von der sommertrockenen Witterung 2018 bis 2020 und nimmt 2021 bei höheren Niederschlägen wieder ab (Abb. 12). Der Verlauf der Deckungswerte ist in vier von fünf Probeflächen synchron. Nur in Probefläche 8 mit dem Überstau macht sich die Trockenheit im Sommer nicht bemerkbar.

*Eriophorum vaginatum* durchwächst die Torfmoosrasen und ist in allen Probequadraten präsent. Es stellt einerseits eine Konkurrenz für die Moose dar, hat aber dabei auch eine Ammenfunktion und stützt das Höhenwachstum der Torfmoose.

### 3.3 Abiotische Gewässerparameter

Begleitend zu den Vegetationsuntersuchungen wurden am Torfmoosfeld (Ringgraben) und in den Probeflächen jedes Jahr im Stauwasser abiotische Parameter untersucht (Abb. 13 und Abb. 14).

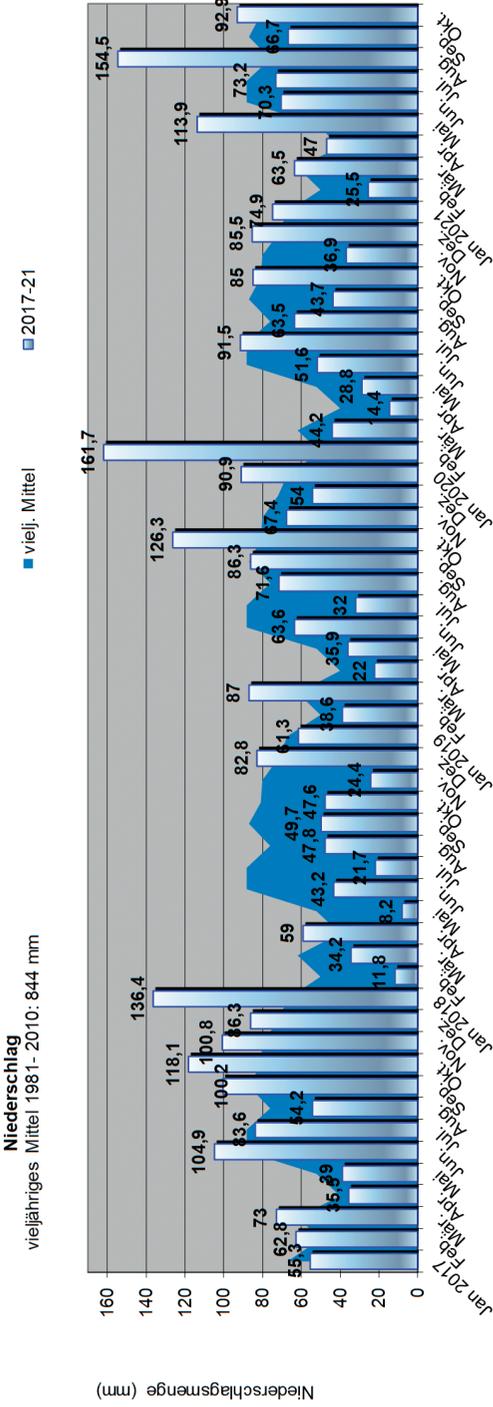


Abb. 11: Niederschlagsdaten der DWD-Station Steinau 2017 bis Oktober 2021.  
 Precipitation data from the DWD station in Steinau from 2017 to October 2021.

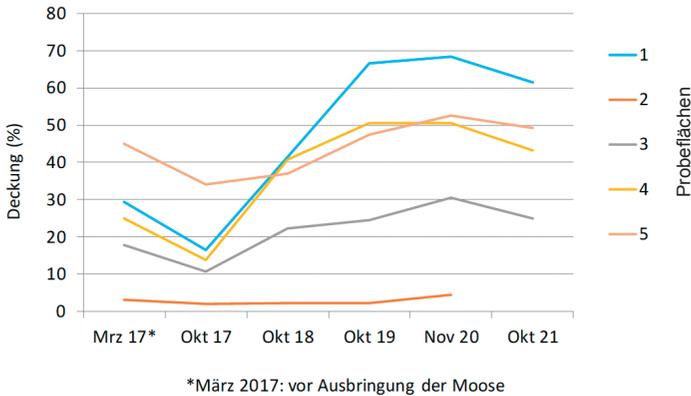


Abb. 12: Mittlere Deckung von *Eriophorum vaginatum* in den Probeflächen.  
Mean coverage of *Eriophorum vaginatum* in the sample areas.

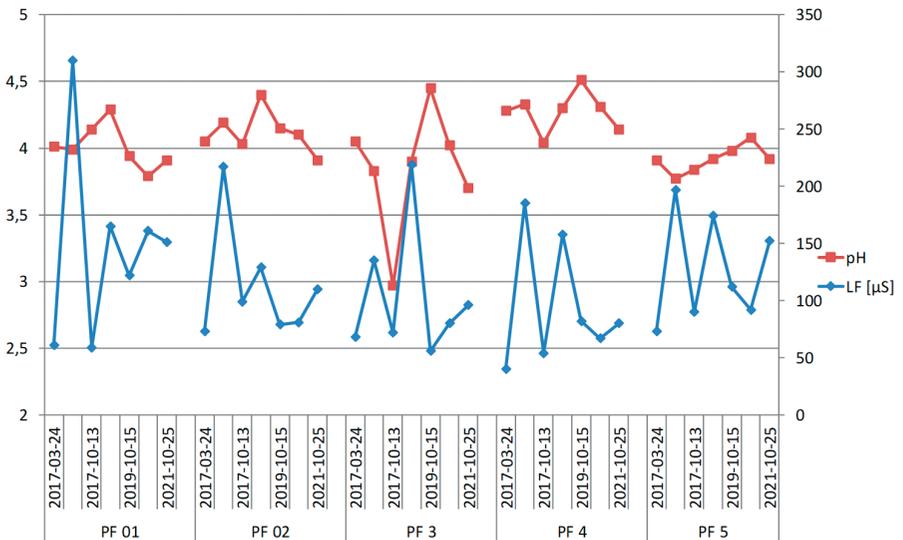


Abb. 13: Wasserparameter pH und elektrische Leitfähigkeit.  
Water parameters pH and electrical conductivity.

Die pH-Werte liegen bei allen Probeflächen stabil im Bereich von 4. Lediglich Probefläche 3 hat im Oktober 2017 einen Abfall auf pH 3. Damit liegen die Werte exakt auf dem Niveau (pH 4,1), das in Wiedervernässungsflächen im Leegmoor in den Jahren 2019 und 2020 gemessen wurde (NACHTIGALL & GIANI 2021). Nach BOURBONNIERE (2009) variiert der pH-Wert im freien Wasser naturnaher Hochmoore zwischen pH 3,5 und pH 4,5.

Die Leitfähigkeit und mehrere Nährstoffparameter schwanken stark zwischen hohen Sommerwerten (2017) und Herbstwerten 2018 und relativ niedrigen Frühjahrs- und Herbstwerten (2017, 2019 und 2020). Vermutlich hat durch die hohe Verdunstung und relativ niedrige Niederschlagsmengen im April und Mai (2017) und im gesamten Sommer 2018 eine Konzentrationserhöhung der Elektrolyte im Stauwasser der Moore um den Faktor 2 bis 6 stattgefunden.

Der Nährstoff Nitrat liegt im sehr niedrigen Bereich nahe oder sogar unter der Nachweisgrenze. Tendenziell zeigen sich aber deutlich höhere Werte in den trocken-warmeren Jahren 2018 und 2019. Auch bei Ammonium, Kalium und Phosphor (Gesamt-P) schwanken die Werte offenbar in Abhängigkeit von Verdunstung und Niederschlag: Bei hoher Verdunstung und geringem Niederschlag (Juni 2017, Okt. 2018) sind die Werte höher als bei hohen Niederschlagsmengen (Okt. 2017, Okt. 2019, Okt. 2021). Für Ammonium werden von DVGW (2020) als Orientierungswert 1,3 mg NH<sub>4</sub>-N/l für naturnahe und brachliegende, regionale Hochmoore in NW-Deutschland angegeben. Die Werte in den Probestellen schwanken zwischen 0,03 und 4,1 mg NH<sub>4</sub>-N/l. Phosphor, gemessen als Phosphat-P wird von DVGW (2020) mit 0,2 mg PO<sub>4</sub>-P/l angegeben. In den Probestellen schwankten die Werte zwischen 0,04 mg und 0,99 mg PO<sub>4</sub>-P/l. Insgesamt sind die Schwankungsamplituden erheblich und lassen sich kaum interpretieren. Es ist aber zu erkennen, dass die physikalisch-chemischen Parameter in den Probestellen denen von naturnahen Hochmooren ähnlich sind. Es ist aber davon auszugehen, dass im Laufe der Vegetationsperiode eine Nährstoffverlagerung aus dem Wasser in die Vegetation und im Winterhalbjahr auch umgekehrt eine Freisetzung aus abgestorbener Biomasse ins Wasser stattfindet. Über die Höhe des Stoffaustausches lassen sich aus den jeweils einmaligen Messungen im Jahr keine Aussagen ableiten.

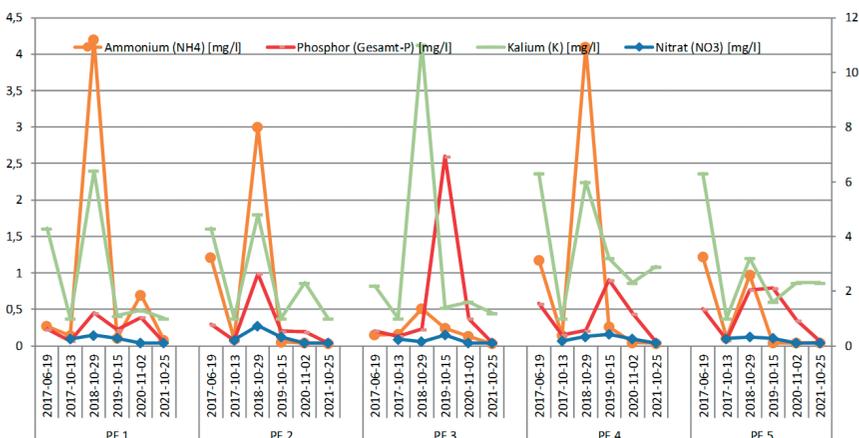


Abb. 14: Nährstoffgehalte im mooreigenen Stauwasser der Probestellen.  
Nutrient contents in the moor's own backwater of the sample areas.

#### 4. Diskussion

Mit *Sphagnum*-Transplantationsexperimenten hat sich besonders H. RYDIN beschäftigt. Die generelle Aussage ist, dass Schlenkenarten nicht auf Bulten überleben können, da sie austrocknen. Arten der Bulte können dagegen auch unter sehr nassen Bedingungen gut gedeihen (RYDIN 1993, RYDIN & JEGGLUM 2013: S. 83). *Sph. cuspidatum*-Teppiche können sich nach MONEY et al. (1999) positiv auf die Besiedlung weiterer Schlüssel-Arten auswirken, da die schwimmende Vegetationsdecke das fehlende Akrotelm zum Teil kompensiert. Für eine erfolgreiche Regeneration eines lebenden Hochmoores ist die Sukzession von Schlenkenarten (*Sph. cuspidatum*), über Rasenarten (*Sph. fallax*, *Sph. papillosum*), hin zu Arten der niedrigen Bulte (*Sph. magellanicum*, *Sph. rubellum*) nötig (RYDIN & JEGGLUM 2013: S. 291). SMOLDERS et al. (2003) glauben, dass das Fehlen der Rasen- und Bultarten auf eine sehr langsame Ausbreitung zurückzuführen ist. Um zu zeigen, dass nicht abiotische Faktoren (N-Deposition, Klima) primär entscheidend sind, haben sie ein Transplantationsexperiment durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass Soden von *Sph. magellanicum* und *Sph. papillosum* sowohl in einem *Sph. cuspidatum*-Teppich, als auch auf nacktem Torf gut wachsen. SMOLDERS et al. (2003) haben also bereits erprobt, was in diesem Projekt bestätigt wurde. Die Soden wurden auf den Torfmoos-Wollgrasrasen aufgesetzt und sackten durch ihr Eigengewicht etwas ein. Da die Soden jeweils mehrere Arten beinhalten, konnte sich unter den neuen Standortbedingungen das Dominanzgefüge zugunsten der am besten angepassten Arten verschieben. Allerdings zeigen transplantierte Soden nur eine langsame Ausbreitungstendenz. Sie können sich aber wesentlich besser gegenüber dem angrenzenden *Sph. cuspidatum*-Teppich behaupten, wie auch gegenüber der Penetration durch *Eriophorum vaginatum* oder *Molinia caerulea*. Neben der Transplantation von Soden wurden auch Versuchsflächen mit fragmentierten Moospflanzen in unterschiedlicher Deckung angeimpft, um zu prüfen, ob dadurch eine höhere Besiedlungs- und Ausbreitungseffizienz erzielt werden kann. QUINTY & ROCHEFORT (2003) beschreiben in ihrem Guide, wie eine großflächige Ansiedlung mit aufgebrauchten Torfmoosfragmenten auf nacktem Torf aussehen sollte. Auf dieser Grundlage verfahren auch die Torfmooskultivierungen beim Torfwerk Moorkultur Ramsloh (GAUDIG et al. 2014) und beim Substrathersteller Klasmann-Deilmann (GRAF et al. 2017). Die Autoren beschreiben z.B., dass eine geschlossene Decke nötig ist, da Lücken nur sehr langsam geschlossen werden. Im vorliegenden Versuch wurde die Methode von QUINTY & ROCHEFORT (2003) quasi auf einer *Sphagnum cuspidatum*-Unterlage angewendet. Es hat sich aber gezeigt, dass die Konkurrenzkraft der eingebetteten Arten schwächer ist als bei der Implantation von ganzen Soden. Die eingebetteten Arten können sich zwar über mehrere Jahre behaupten, erreichen aber nur eine geringe Deckung und nicht die typische mosaikhafte Dominanzstruktur vitaler Moosklone.

## 5. Empfehlungen für die Ansiedlung von Bultmoosen in Wiedervernässungsflächen

Vor dem Hintergrund des nur begrenzt verfügbaren Spendermaterials wildlebender Moorpflanzen in Deutschland ist eine Zwischenvermehrung von bestimmten Zielarten notwendig, weil entsprechende Mengen nicht aus naturnahen, i.d.R. geschützten Flächen entnommen werden können. HÖLZEL et al. (2019) geben Empfehlungen, welche Aspekte bei einer Torfmoosvermehrung zu Renaturierungszwecken zu beachten sind und wie Vermehrungsanlagen unter unterschiedlichen Voraussetzungen auf Tischen oder im Freiland realisiert werden können. Die Vermehrung von Bultmoosen war auf dem Torfmoosfeld beim MoorIZ sehr erfolgreich. Auf dieser oder ähnlichen Flächen lässt sich „Impfmaterial“ vorziehen.

Der Feldversuch hat gezeigt, dass die als eingebettete Pflanzen, bzw. Fragmente übertragenen Moose, in einer vergleichsweise geringen Deckung verharren, auch wenn sie in der überwiegenden Zahl der Probequadrate über diese hinauswachsen. Das Ziel die Vegetationsstruktur durch reliefbildende Bultmoose aufzuwerten wird damit zumindest in dem Beobachtungszeitraum von fünf Jahren nicht erreicht. Die Standorttoleranz und das Höhenwachstum der Bultmoose reichen oftmals nicht aus, um in der Konkurrenz mit den Schlenken-Torfmoosen zu bestehen, da sie empfindlich sowohl auf Überstau als auch auf Austrocknung reagieren (HÁJEK & VICHEROVÁ 2014; TUUTTILA et al. 2003).

Torfmoos-Wollgras-Rasen mit einer Deckung von  $> 20\%$  *Eriophorum vaginatum* sind ungünstig für die Ansiedlung von bultbildenden Arten, weil das Wollgras im gewachsenen Torf wurzelt und bei Wasserstandsschwankungen nicht mit aufschwimmt. Die dazwischen wachsenden Torfmoose werden dann überstaut, was die bultbildenden Arten nur begrenzte Zeit ertragen. Sowohl *Eriophorum vaginatum* als auch *Molinia caerulea* wachsen horstig und bilden dichte Streu. Die Moose können zwar die Horste randlich als Ammenpflanze für Höhenwachstum nutzen, werden aber auch verschattet und können in trockenen Jahren nicht mit der Wuchsgeschwindigkeit der horstigen Gräser mithalten. In nassen Jahren wiederum wächst *Sphagnum cuspidatum* bei steigendem Wasserstand sehr schnell und überwächst die eingebetteten Bultarten.

Erfolgreicher ist die Ausbringung von Soden mit Bultbildnern. Offenbar bildet der Bult mit geschlossenen Polstern der Torfmoose und von *Polytrichum strictum* strukturell einen Konkurrenzvorteil gegenüber den Gräsern und *Sphagnum cuspidatum*. Er verfügt über eine höhere Resilienz bei Trocken- und Überstauphasen (GRANATH et al. 2010; TAYLOR & PRICE 2015). Der Soden hat schon bei der Implantation eine Höhe von 5 bis 10 cm über dem Schwinggras, so dass die Köpfchen auch besser vor Überstauung geschützt sind. Besonders erfolgreich sind Bulte mit mehreren Arten, die durch Dominanzverschiebungen auf wechselnde Standortbedingungen reagieren können. Insbesondere *Sphagnum magellanicum* hat sich aus dem Soden auf der Probefläche 3 trotz der wid-

rigen Witterungsverhältnisse im Beobachtungszeitraum durch vegetatives Höhen- und Seitenwachstum sehr vital ausgebreitet. Die Fläche der eingebrachten Bultmoose hat sich in diesem Probequadrat verfünffacht und die Höhe des Bultes ist auf 20 cm gewachsen (Abb. 15). Damit sind die Chancen einer dauerhaften Etablierung und weiteren Ausbreitung sehr gut, auch wenn in sommerlichen Trockenphasen der Schwinggrasenscharakter der Vernässungsflächen zeitweise verloren geht. RAABE et al. (2018) berichten ebenfalls von erfolgreichen Etablierungen mit Torfmoossoden.

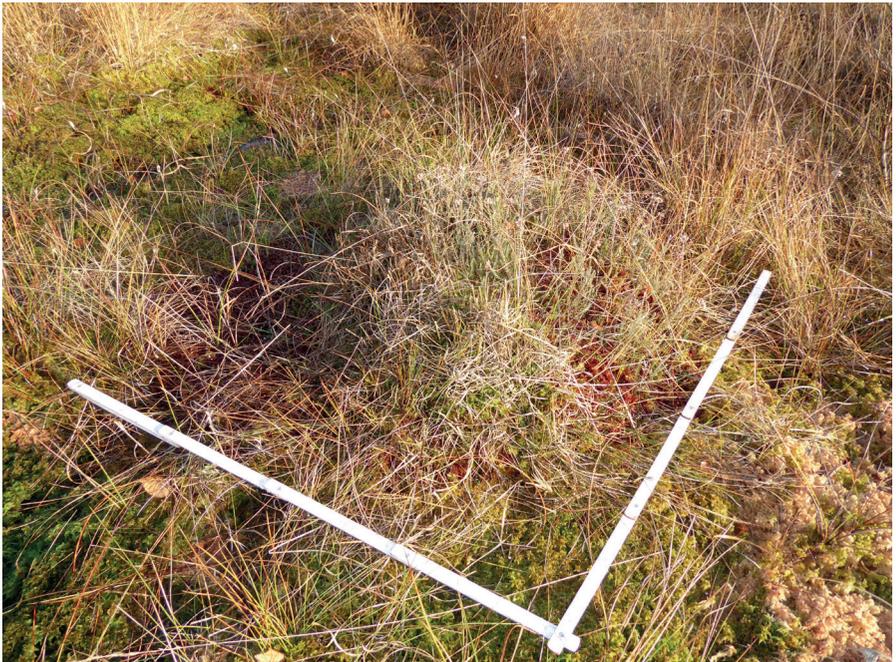


Abb. 15: Wüchsiger Bult in PF 3.  
Vigorous hummock in PF 3.

Wollte man die Vernässungsflächen systematisch mit Torfmoossoden animpfen, könnte man mit einem Raster von 25 implantierten Soden rechnen, die im Abstand von 20 m gesetzt werden. Das ergäbe einen Flächenbedarf an „Impfsoden“ (30 x 30 cm) von ca. 2,5 m<sup>2</sup> auf einen Hektar Empfängerfläche (Abb. 16). Diese Größenordnung ist ohne weiteres durch Vermehrungskulturen von Bultmoosen in wenigen Jahren produzierbar, als auch von der arbeitstechnischen Durchführung bei der Ausbringung leistbar. Bei der Ausbringung ist die Nutzung von Schneeschuhen zu empfehlen.

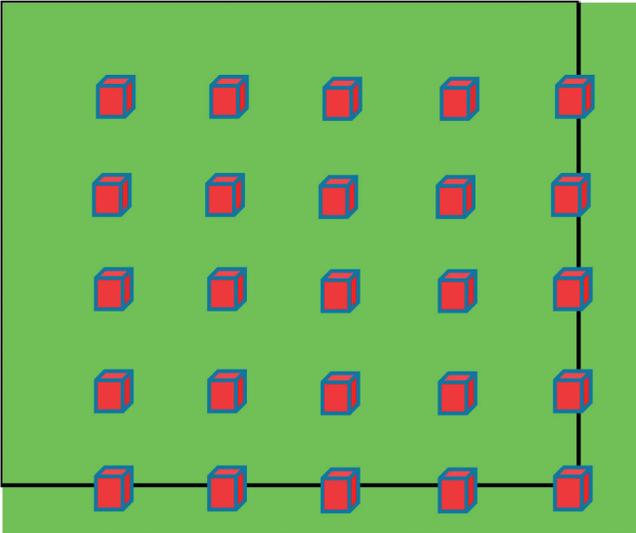


Abb. 16: Pflanzschema für Torfmoossoden (unmaßstäblich) in eine Schwingrasenfläche von 1 ha (schwarze Kontur).

Planting scheme for peat moss sods (not to scale) in a floating rafts area of 1 ha (black outline).

## 6. Danksagung

Die vorgestellten Untersuchungen zur Ausbringung von Bultmoosen in die Wiedervernässungsflächen im NSG „Ahlen-Falkenberger Moor, Halemer/Dahlemer See“ wurden vom Landkreis Cuxhaven beauftragt und im Rahmen des Förderprogramms „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ vom Land Niedersachsen gefördert. Mein besonderer Dank gilt auch Karin Fäcke vom MoorInformationsZentrum (MoorIZ) im Ahlenmoor und Heiko Köster (Ökologische Schutzstation Steinhuder Meer) für die Zusammenarbeit.

## 7. Literaturverzeichnis

- BOURBONNIERE, RA. (2009) Review of Water Chemistry Research in Natural and Disturbed Peatlands. *Canadian Water Resources Journal* **34**: 393-414.
- DRACHENFELS, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen; Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. – *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. Heft A/4*: 1-336.
- DVGW (2020): *Diffuse Stoffeinträge in Gewässer und aus Wald in naturnahen Nutzungen*. Bonn.
- GAUDIG, G., FENGLER, F., KREBS, M., PRAGER, A., SCHULZ, J., WICHMANN, S. & JOOSTEN, H. (2014): Sphagnum farming in Germany – a review of progress. – *Mires and Peat* **13**: 1-11.

- GRAF, M.; BREDEMEIER, B.; GROBE, A.; KÖBBING, J. F.; LEMMER, M.; OESTMANN, J.; RAMMES, D.; REICH, M.; SCHMILEWSKI, G.; TIEMEYER, B. & ZOCH, L. (2017): Torfmooskultivierung auf Schwarztorf: ein neues Forschungsprojekt in Niedersachsen. *TELMA Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde* 47, 109-128.
- GRANATH, G., STRENGBOM, J. & RYDIN, H. (2010): Rapid ecosystem shifts in peatlands: Linking plant physiology and succession. – *Ecology* 91, 3047-3056.
- HÁJEK, T. & VICHOVÁ, E. (2014): Desiccation tolerance of *Sphagnum* revisited: A puzzle resolved. – *Plant Biology* 16, 765-773.
- HÖLZEL, N., KLEINEBECKER, T., KNORR, K., RAABE, P. & GRAMANN, G. (2019): Leitfaden zur Torfmoosvermehrung für Renaturierungszwecke. – Stiftung Lebensraum Moor, 64 S.
- KREBS, M., GAUDIG, G. & JOOSTEN, H. (2012): *Sphagnum* Farming on Bog Grassland in Germany – First Results. – 14th International Peat Congress, Stockholm, Extended abstract No. 294.
- LARMOLA, T., TUUTTILA, E.-S., THIROLA, M., NYKÄNEN, H., MARTIKAINEN, P. J., YRJÄLÄ, K. & FRITZE, H. (2010): The role of *Sphagnum* mosses in the methane cycling of a boreal mire. – *Ecology*, 91(8), 2356-2365.
- LEMMER, M. & GRAF, M. (2016): Wie erfolgreich verläuft die Renaturierung abgebauter Hochmoore? *Sphagnum*-Vorkommen auf 19 wiedervernässten Flächen in Niedersachsen. – *TELMA* 46, 109-124; Hannover.
- MONEY, R.P. & WHEELER, B.D. (1999): Some critical questions concerning the restorability of damaged raised bogs. – *Applied Vegetation Science* 2: 107-116.
- NACHTIGALL, S. & GIANI, L. (2021): Nährstoffdynamik im Leegmoor – Entwicklung seit der Renaturierung. Universität Oldenburg.
- QUINTY, F. & ROCHEFORT, L. (2003): *Peatland Restoration Guide*. 2. Edition. – Canadian *Sphagnum* Peat Moss Association & New Brunswick Department of Natural Resources and Energy. 106 p.
- RAABE, P.; KLEINEBECKER, T.; KNORR, K.-H.; HÖLZEL, N. & GRAMANN, G. (2018): Vermehrung und Ansiedlung von Bultorfmoosen in der Hochmoorrenaturierung — erste Ergebnisse eines Pilotprojekts im Landkreis Vechta (Niedersachsen). – *TELMA* 48, 71-80; Hannover.
- ROCHEFORT, L. (2000): *Sphagnum* – A keystone genus in habitat restoration. – *The Bryologist*, 103(3); 503-508.
- Rydin, H. (1993): Interspecific Competition between *Sphagnum* Mosses on a Raised Bog. – *Oikos*, Vol. 66, No. 3, pp. 413-423.
- RYDIN, H & JEGGLUM, J.K. (2013): *The Biology of Peatlands* (2. Edition), Oxford University Press. ISBN: 9780199603008
- SMOLDERS, A.J.P., TOMASSEN, H.B.M., VAN MULLEKOM, M., LAMERS, L.P.M. & ROELOFS, J.G.M. (2003): Mechanisms involved in the re-establishment of *Sphagnum*-dominated vegetation in rewetted bog remnants. *Wetlands Ecology and Management* 11: 403-418.

TAYLOR, N. & PRICE, J. (2015): Soil water dynamics and hydrophysical properties of regenerating Sphagnum layers in a cutover peatland. *Hydrological Processes*, **29(18)**, 3878-3892.

TUITTILA, E.-S., VASANDER, H. & LAINE, J. (2003): Success of reintroduced Sphagnum in a cut-away peatland. *Boreal Environmental Research* **72**, 52-58.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hans-Gerhard Kulp  
Biologische Station Osterholz e.V.  
Lindenstraße 40  
D-27711 Osterholz-Scharmbeck  
E-Mail: kulp@biologische-station-osterholz.de

Manuskript eingegangen am 7. Juni 2022

Persönliche Mitglieder zahlen einen Jahresbeitrag von 40,- Euro, korporative einen von 150,- Euro, Studenten und Auszubildende auf Antrag 10,- Euro. Der Jahresbeitrag ist bis zum 1. März des betreffenden Jahres auf das DGMT-Postbankkonto IBAN: DE90 2501 0030 0303 2003 01, BIC: PBNKDEFF zu überweisen.

Mitglieder erhalten die alljährlich herausgegebenen Bände der TELMA sowie die Beihefte zur TELMA gegen ihren Mitgliedsbeitrag.

Anträge auf Mitgliedschaft richten Sie bitte per E-Mail an [info@dgmtev.de](mailto:info@dgmtev.de).