

BIODIVERSITÄTSFÖRDERNDE MAßNAHMEN UND BEWIRTSCHAFTUNGSTECHNIK FÜR EINE STANDORTGERECHTE NIEDERMOORNUTZUNG





INHALT

Rahmen.....	04
-------------	----

TEIL 1:

BIODIVERSITÄTSFÖRDERNDE MASSNAHMEN

1. Einleitung.....	08
2. Biodiversitätsfördernde Maßnahmen	10
3. Gesetzliche Grundlagen.....	13
4. Biodiversitätsfördernde Standards	15
5. Naturschutzfachliche Empfehlungen.....	21
6. Anwendungsbereiche der Maßnahmen und ausgewählte Förderprogramme	30
7. Ausblick.....	32

TEIL 2:

ANGEPASSTE BEWIRTSCHAFTUNGSTECHNIK

1. Die Förderrichtlinie „ProMoor“ im Land Brandenburg.....	34
2. Zustand landwirtschaftlich genutzter Niedermoore.....	37
3. Ergebnisse zur Tragfähigkeit von Niedermooren.....	43
4. Angepasste Landtechnik und Spezialmaschinen für eine moorschonende Grünlandnutzung.....	47
5. Einsatzbereiche der Moortechnik	58
6. Empfehlungen zur weiteren Risikominderung von Schäden an Grasnarbe und Technik	60
7. Ausblick.....	62
8. Literatur	63

RAHMEN

Standortgerechte Nutzung von Niedermoor bedeutet, sie so zu bewirtschaften, dass sie langfristig ohne weitere Qualitätseinbußen eine an den Lebensraum angepasste Pflanzendecke tragen, die eine stabile Biomasseproduktion liefert. Für Moorstandorte ist eine standortgerechte Nutzung nur unter nassen Verhältnissen gegeben. Unter diesen Bedingungen werden die liegenden Torfe erhalten, erneut Kohlenstoff akkumuliert, die Treibhausgasemissionen weitgehend minimiert, der Wasserhaushalt stabilisiert und ein Lebensraum für moor- und feuchtgebietstypische einheimische Organismenarten geschaffen. Die Nutzung nasser und wiedervernässter Moorböden wird als Paludikultur bezeichnet. Jedoch sind aus verschiedenen Gründen diese für den Moorbodenschutz optimalen Wasserstände oft nicht gegeben oder einzustellen. So ist auch jede Nutzung bei **sehr feuchten** Bedingungen als zumindest schwach torfzehrend und gleichsam positiv wirkend auf die oben angesprochenen Funktionen zu bewerten. Die entsprechenden Wasserstände und Be-

wirtschaftungsverfahren sind der Box 1 und Tabelle 4 (Seite 30) zu entnehmen.

Jedoch greift jede Form der Bewirtschaftung in den Lebensraum von Tier- und Pflanzenarten ein. Um möglichen negativen Wirkungen vorzubeugen, sollten deshalb nasse und sehr feuchte Bewirtschaftungsverfahren von Beginn an naturschutzfachlich flankiert, kontrolliert und gegebenenfalls angepasst werden. Diesem Thema widmete sich ein vom BfN mit Mitteln des BMUV finanziertes Projekt unter dem Titel „Entwicklung und Begleitung der Erprobung naturschutzfachlicher Mindeststandards für den Erhalt und die Förderung der Biodiversität bei künftigen Paludikulturen auf landwirtschaftlichen Flächen (PaluDivers)“. Im Ergebnis wurde ein **Katalog mit naturschutzfachlichen Maßnahmen** für Bewirtschaftungsverfahren auf Niedermoor unterschiedlicher Feuchtestufen erarbeitet, die im **TEIL 1** dieser Broschüre vorgestellt werden.



Die landwirtschaftliche Nutzung nasser und sehr feuchter Moorflächen ist nur mit daran angepasster Landtechnik oder Spezialmaschinen möglich. Berücksichtigt das Bewirtschaftungskonzept nicht hinreichend die standörtlichen Besonderheiten, ist die Befahrung mit herkömmlicher Technik, die auf die entwässerungsbasierte Nutzung ausgelegt wurde, unter Umständen mit Problemen verbunden. Um die Einführung angepasster Technik zu beschleunigen wurde im Land Brandenburg mit der EFRE-Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Umsetzung des Moorschutzes „ProMoor“ ein wichtiger Schritt gegangen, um den Erwerb zu fördern und finanzielle Hemmnisse seitens der Landwirtschaftsbetriebe abzubauen. Diese Richtlinie wurde durch ein wissenschaftliches Versuchsprogramm begleitet, um die Wirkung der neuen Technik auf Bo-

den und Pflanzenbestände sowie die Praktikabilität der neuen Technik für die Landwirtschaftsbetriebe zu evaluieren und sichtbar zu machen. Im **TEIL 2** der Broschüre werden die wesentlichen Ergebnisse vorgestellt und **Empfehlungen zum Technikeinsatz** in der moorschonenden Grünlandbewirtschaftung gegeben. Es sei darauf hingewiesen, dass sich diese Ausführungen vorrangig auf die im Land Brandenburg gegebenen Standortverhältnisse beziehen.

Box 1: Begriffsklärungen (Quellen 1-3)

Paludikultur	<p>Paludikultur ist die land- und forstwirtschaftliche Nutzung von nassen/wiedervernässten Moorböden. Unter nassen Bedingungen wird der aus Torf bestehende Moorboden als Produktionsgrundlage für die Landwirtschaft langfristig erhalten.</p> <p>Unter Paludikultur fallen sowohl Anbaukulturen (derzeitig vielversprechend sind Rohrkolben, Schilf, Seggen, Rohrglanzgras und auf Hochmoorstandorten Torfmoose) als auch selbstbegründete Nassgrünlandbestände, die mit Spezialtechnik gemäht oder mit speziellen Nutztierassen beweidet werden.</p>
Wasserstand	<p>Nass bedeutet einen mittleren Sommerwasserstand von 0 bis 10 cm unter Flur. Dies ist die hauptsächliche Bedingung für Torferhalt.</p>
Sehr feuchte Bewirtschaftung	<p>Unter sehr feuchten Bedingungen können in der Regel sich selbst etablierende Pflanzenbestände aus feuchteliebenden Arten in unterschiedlichen Mischungen genutzt werden. Sie können sowohl mit angepasster Technik gemäht als auch extensiv mit Robustrassen beweidet werden.</p>
Wasserstand	<p>Sehr feuchte Verhältnisse entsprechen einem mittleren Sommerwasserstand von 10 bis 20 cm unter Flur. Zeitweise können die Wasserstände im Hochsommer auf 30 cm unter Flur absinken. Unter diesen Bedingungen findet eine schwache Torfzehrung statt.</p>



TEIL 1

Biodiversitätsfördernde Maßnahmen

Franz Wenzl
Friedrich Birr
Vera Luthardt

1. EINLEITUNG

Eine der größten Bedrohungen für die Menschheit ist der rasant fortschreitende Verlust der Biodiversität (4, 5). Wachsende Moore sind von globaler Wichtigkeit für den Erhalt der Lebensvielfalt auf genetischer, Art- und Ökosystemebene (6-8). Sie sind unverzichtbarer Teil des jeweils einheimischen biotischen Reichtums von Landschaften (9). Die Vielfalt der naturnahen Moorausprägungen und viele der an sie gebundenen Arten sind jedoch stark gefährdet (10). Mit der entwässerungsbasierten Landnutzung und Bodenbearbeitung sowie Düngung ist eine irreversible Degradation der Moorböden verbunden. Damit gehen ein Wandel der Ökosystemeigenschaften und ein erheblicher Verlust von hoch spezialisierter Artenvielfalt einher (11). Als Gegenmaßnahme ist eine Wiedervernässung der Standorte in Abhängigkeit der natürlichen Gegebenheiten unausweichlich.

Um zudem dem Klimawandel entgegenzuwirken, müssen u. a. die natürlichen Kohlenstoffspeicher und -senken bewahrt bzw. reaktiviert werden (12). Zu diesen zählen intakte Moore, die zusammen mit anderen Ökosystemen mit organischen Böden (z.B. Sümpfe und Auen) weltweit jährlich zwischen 150 und 250 Millionen Tonnen CO₂ aufnehmen (13). Entwässerte Moore emittieren jedoch erhebliche Mengen an Treibhausgasen. Für das im Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 gesteckte Ziel müssen die anthropogen verursachten CO₂-Emissionen bis 2050 auf Netto-Null gesenkt werden (14). Dazu gehört explizit auch eine weitgehende Minimierung der CO₂-Emissionen durch Moorentwässerungen (15).

In Deutschland nehmen Moor- und weitere organische Böden eine Fläche von 1,93 Mio. Hektar ein, davon werden 70 % landwirtschaftlich genutzt (16). Die Entwässerung ist Voraussetzung für die derzeit praktizierte landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden, um deren Befahrung mit leistungsfähiger Standardtechnik und die Etablierung von Pflanzenbeständen zu ermöglichen, die als Tierfutter oder Marktfrüchte Verwendung finden können. Durch eine Wiedervernässung von Mooren könnten die Emissionen, je nach vorheriger Nutzungsart, um bis zu 26 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Hektar und Jahr gesenkt (15) und somit dem Klimawandel entgegen gewirkt werden (17,18).

Generell ist zu fordern, dass die zukünftige Bewirtschaftung an die Standortbedingungen anzupassen ist. Diese werden durch den Flächenwasserhaushalt, die Nährstoffverfügbarkeit und den Ausgangspflanzenbestand bestimmt (3). Insbesondere im Fokus stehen Verwertungen von Biomasse wiedervernässter Moore als nachwachsende Rohstoffe. Deren Förderung leistet nicht nur einen erheblichen Beitrag zum Erreichen der Klimaziele, sondern sollte auch Landwirtschaftsbetrieben ermöglichen ökonomisch zunehmend rentabel auf ihren Flächen wirtschaften zu können (19).

Auch für den Erhalt und die Entwicklung der Biodiversität kann eine nasse Nutzung positive Effekte bringen. Ziel ist dabei nicht die Wiederherstellung einstiger Moorzustände, sondern die Entwicklung neuer Lebensgemeinschaften in Abhängigkeit der konkreten lokalen Gegebenheiten.

Viele feuchteliebende Organismenarten sind in der Lage sich auch auf genutzten Flächen zu etablieren oder diese als Sekundärlebensräume zu nutzen. Allerdings gibt es noch wenige Erfahrungen mit den Wirkungen einer langjährigen Nutzung von z.B. Anbau-Paludikulturen auf die Artenvielfalt. Eine nasse und damit torferhaltende Nutzung der Moorböden kann gleichzeitig die Artenvielfalt schützen, sofern

naturwissenschaftliche Hinweise umgesetzt werden (3).

Orientierung für den hier vorgestellten Maßnahmen-Katalog sind Erfahrungen aus einer naturwissenschaftlich ausgerichteten Grünlandbewirtschaftung verschiedener Standorte und die ersten Ergebnisse von Pilotprojekten.



2. BIODIVERSITÄTSFÖRDERNDE MASSNAHMEN

Bei der Gestaltung und Einführung von nasen und sehr feuchten Bewirtschaftungsverfahren als Alternativen einer produktiven und rentablen Landnutzung, sollten von Beginn an auch biodiversitätsfördernde Maßnahmen berücksichtigt werden.

Als übergreifende naturschutzfachliche Ziele sind neben den Erfordernissen des Klimaschutzes und des Erhalts des ländlichen Raums als lebendiger Produktions- und Lebensort folgende Punkte zu benennen:

- Neue Lebensraumangebote für einheimische feuchteliebende und moorspezifische Arten durch vielgestaltige Nutzungsarten auf wiedervernässten Moorstandorten zu schaffen.
- Eine reich strukturierte Landschaft mit einer Vielzahl von Lebensraumstrukturen, die je nach Ansprüchen und Bedarfen von Arten angenommen werden können.
- Negative Nutzungseinflüsse auf Arten zu minimieren, um deren dauerhaftes Überleben zu sichern.
- Stabile Lebensgemeinschaften diverser Organismengruppen mit einer hohen Resilienz gegenüber Störungen zu entwickeln, was gleichzeitig Ertragsstabilität bedeutet.
- Den Feuchtgebietsverbund für Wanderungsbewegungen mobiler Arten zu vernetzen.

2.1.
Zielebenen naturschutzfachlicher Anforderungen an Paludikulturen und sehr feuchte Bewirtschaftungsverfahren

Durch rechtliche Vorgaben ist bereits eine Grundlage zur ressourcenschonenden, nachhaltigen Nutzung von Ökosystemen auf wassergesättigten organischen Böden vorhanden. Allerdings existieren bis heute keine verpflichtenden ordnungsrechtlichen Instrumente zur Wiedervernäsung von Moorböden. Der Erhalt bzw. die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit durch Stopp der Bodendegradierung und Höhenverluste wird gesetzlich nicht adressiert.

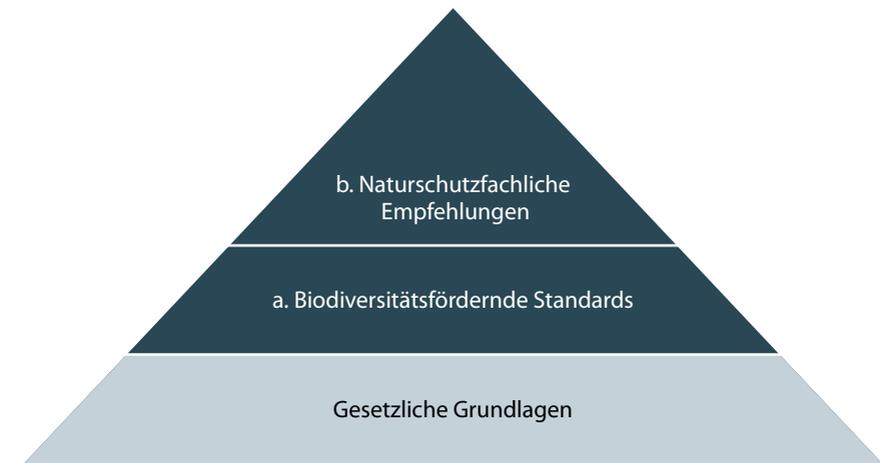


Abbildung 1: Ebenen der naturschutzfachlichen Anforderungen an Paludikulturen und sehr feuchte Bewirtschaftungsverfahren

Über die gesetzlichen Grundlagen hinaus werden zwei Ebenen naturschutzfachlicher Anforderungen unterschieden (s. Abb. 1).

vorneherein als einzuhaltende Vorgaben benannt sein.

a. Biodiversitätsfördernde Standards

zur Entwicklung und zum Erhalt feuchtgebietstypischer und nach Möglichkeit artenreicher Ökosysteme. Mit diesen Standards sollen negative Nutzungswirkungen auf Arten und Lebensräume durch zum Beispiel „Habitatfallen“¹ gemindert werden. Sie sollten generell bei der Einrichtung bzw. dem Betreiben von Paludikulturen und sehr feuchten Bewirtschaftungsverfahren als Grundvoraussetzungen formuliert werden und bei allen Förderungen dieser Landnutzungen von

b. Naturschutzfachliche Empfehlungen

zur Entwicklung und zum Erhalt von Lebensräumen für spezifische moortypische Arten und Biozönosen².

1 Habitatfallen entstehen durch die Schaffung attraktiver Lebensraumangebote, die plötzlich durch einen Bewirtschaftungsgang wie Mahd schlagartig verändert werden, so dass z.B. Vermehrungsstadien wie Schmetterlingsraupen ausgelöscht werden.

2 Lebensgemeinschaft von Organismen verschiedener Arten in einem Lebensraum

Bei beiden Anforderungen sollte der zusätzliche Aufwand z.B. über Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) und/oder Vertragsnaturschutzmittel in der Regel honoriert werden.

Das Set der Standards und Empfehlungen ist als Katalog zu verstehen, aus dem

gebiets- und bewirtschaftungsspezifisch jeweils die zutreffenden und wirkungsvollsten Maßnahmen auszuwählen und von Landnutzenden als auch weiteren Akteuren (z.B. Wasser- und Bodenverband) im Rahmen der ausgelegten Förderprogramme umzusetzen sind.



© F. Wenzl

3. GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Der rechtliche Rahmen ist als „gute fachliche“ Praxis für Paludikulturen und sehr feuchte Moorbewirtschaftung zu fassen und

ist Grundlage für darauf aufbauende Maßnahmen zum Schutz der biotischen Güter.

Tabelle 1: Übersicht der gesetzlichen Vorgaben für die Bewirtschaftung nasser organischer Böden

Gesetzliche Grundlage	Beschreibung	Quellen
Erhalt des standort-typischen Humusgehaltes	Aus den bestehenden gesetzlichen Grundlagen leiten sich in der Praxis bisher keine torferhaltenden Wasserstände ab. Dabei sind kontinuierlich hohe Wasserstände, vor allem auch in den Sommermonaten zur torferhaltenden (bis 10 cm u. Fl.) bzw. schwach torfzehrenden (bis 20 cm u. Fl.) Moorbewirtschaftung notwendig.	§ 17 Abs. 2 S. 7 BBodSchG; (20) siehe auch (21-24)
Einschränkung N- und P-Düngung	Die Düngung von Stickstoff und Phosphat auf wassergesättigten oder überstauten Böden ist nicht zugelassen.	§ 5 Abs. 1 DüV
Verbot von Pflanzenschutzmitteln	Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist ausgeschlossen, wenn schädigende Wirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind.	§ 13 Abs. 1 PflSchG
Umbruchsverbot von Grünland auf Moorstandorten	Der Umbruch von Grünland auf Moorbodenstandorten muss i.d.R. genehmigt und ausgeglichen werden. In Bayern und Niedersachsen ist bspw. ein Grünlandumbruch auf Moorböden generell untersagt. Bei der Umwandlung von Dauergrünland in Anbau-Paludikulturen müssten Ausnahmeregelungen genutzt werden.	§ 5 Abs. 2 S. 5 BNatSchG, DGERhG M-V, DGLG S-H, LLG BW, NAGBNatSchG Nds., GAP GLÖZ 1,2,9; (25)

Gesetzliche Grundlage	Beschreibung	Quellen
Einschränkungen der Ernte von Röhrichten	Das Zurückschneiden von Röhrichten im Zeitraum vom 1. März bis 30. September ist verboten. Außerhalb dieser Zeit dürfen Röhrichte nur in Teilbereichen zurückgeschnitten werden.	§ 39 Abs. 5 S. 3 BNatSchG
Vorgaben zum Arten- und Biotopschutz	Für Brandenburg und weitere moorreiche Bundesländer wie z.B. Mecklenburg-Vorpommern wurden Potentialkarten für Paludikultur-Nutzungen erarbeitet. In Landschaftsschutz-, Natura2000- und Naturschutzgebieten sowie gesetzlich geschützten Biotopen bedarf es einer Vorprüfung, in wie weit die Schutzziele mit Paludikultur zu verbinden sind. Kernzonen von NSG, Nationalparks und Biosphärenreservaten sind generell für eine Nutzung ausgeschlossen. Außerhalb der genannten Schutzgebietskategorien ist aus naturschutzrechtlicher Sicht Paludikultur uneingeschränkt möglich.	Arten- und Biotopschutz ergibt sich aus dem BNatSchG, den jeweiligen FFH-Managementplänen und den Schutzgebietsverordnungen für LSG, NSG und Großschutzgebiete (Naturpark, Nationalpark, Biosphärenreservat). Eignungskulisse für Paludikultur siehe (3)

4. BIODIVERSITÄTSFÖRDERNDE STANDARDS

Nachfolgend werden die Maßnahmen, die als biodiversitätsfördernde Standards gelten sollten, mit den jeweiligen Verantwortungs-trägern benannt (Tab. 2).

Tabelle 2: Biodiversitätsfördernde Standards für nasse Moorbewirtschaftung

BIODIVERSITÄTSFÖRDERNDE STANDARDS	
Differenzierte Träger in den einzelnen Bundesländern	Biodiversitätsberatung bei Nutzungsumstellung
Wasser- und Bodenverband	Biodiversitätsschonende Pflege von Gräben
Landwirtschaftsbetrieb	Jährliche Rotationsbrachen
	Hochschnitt
	Extensive Beweidung

4.1.
Biodiversitätsberatung
bei Nutzungsumstellung

Bei der Etablierung nasser Moorbewirtschaftung sollten von Beginn an biodiversitätsschonende bzw. -fördernde Maßnahmen eingeplant werden. Um diese auf die regionalen Gegebenheiten und den Standort zuzuschneiden, sollte eine naturschutzfachlich orientierte Beratung in Anspruch genommen werden. Diese kann einzelbetrieblich oder auf Ebene eines kooperativen Netzwerkes für mehrere Bewirtschaftende erfolgen. Die jeweils auszuwählenden naturschutzfachlichen Maßnahmen aus den Standards und Empfehlungen können auf diesem Weg zielgerichtet geplant und dadurch den Flächennutzenden die Umsetzung erleichtert werden. Anerkannte landwirtschaftliche Berater und Beraterinnen können beispielsweise in Brandenburg über die Website des Landesamtes für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg gefunden werden. Die Inanspruchnahme der landwirtschaftlichen Beratung wird vom Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg gefördert („Beratungsrichtlinie“).



Ziel der Biodiversitätsberatung
Analyse des Artenpotenzials der bewirtschafteten Flächen
Sensibilisierung für die Wirkung biodiversitätsfördernder Maßnahmen
Konkrete Planung und Einrichtung von Maßnahmen
Aufzeigen von Förderprogrammen
Kooperative Vernetzung der Paludikultur-Landnutzenden zum Erfahrungsaustausch

4.2.
Biodiversitätsschonende
Pfleger von Gräben

Die Pflege der Be- und Entwässerungsgräben sollte unter Berücksichtigung von Grabenunterhaltungsvorgaben bei Sicherstellung der Mindestunterhaltung auf das Notwendigste reduziert werden. Dem geht idealerweise eine ökologische Grabenschau voraus, um schutzwürdige Strukturen zu erkennen und die Pflege darauf fußend zu planen. Anzustreben ist ein mehrjähriges Pflegeintervall von ca. 5 Jahren. Dabei ist die Grabenräumung wechselseitig einseitig im Zeitraum von Mitte September bis Ende Oktober durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass sowohl schonende Technik wie Mähkörbe oder Grabenlöffel, aber auch moorbodenschonende Technik (z.B. Breitreifen) eingesetzt werden. Grabenränder sollen partiell flach ausgeformt werden und anfallender Grabenauswurf ist auf den Flächen zu verteilen.

Ziele der biodiversitätsschonenden Pflege von Gräben
Sicherstellung der Mindestunterhaltung von Gräben zur Be- und Entwässerung
Förderung von Pflanzengesellschaften der Röhrichte und blütenreichen Hochstaudenfluren
Förderung von Strukturen als Brut-, Nist-, Laichplätze, Sitz- und Singwarten sowie Versteck- und Rückzugsräume für diverse Tiergruppen wie Vögel, Amphibien, Fische und Insekten



4.3.
Jährliche Rotationsbrachen

Mahd und darauffolgende Arbeitsschritte stellen eine große Gefahr für die vorkommende Fauna dar (direkt durch Tötung/Verletzung bzw. indirekt durch zeitweisen Lebensraumverlust). Mindestens 10% der bewirtschafteten Fläche sollte daher jährlich von der Mahd ausgenommen werden. Dieser als Streifen oder Quadrat angelegte Bereich liegt bis zur ersten regulären Ernte im Folgejahr brach. Dann rotiert die Brache nach einem festgelegten System auf der Fläche, wodurch eine einsetzende Sukzession auf der jeweiligen Brachfläche vermieden wird. Die Mahd ist in Fluchrichtung der Tiere zu der Brache durchzuführen.

Ziele der Rotationsbrachen	
Erhalt von Lebensraumstruktur auf der Fläche	
Möglichkeit des Ausweichens mobiler Arten während der Ernte	
Schaffung eines Rückzugsraums für Wiesenvögel, Insekten und weitere Tiergruppen	
Reife und Aussamen von Wiesenkräutern	
Wiederbesiedlung aus ungenutzten Arealen bei erneutem Aufwuchs	



© F. Birr

4.4.
Hochschnitt

Die Mahdhöhe hat einen wesentlichen Einfluss auf die Mortalität einzelner Tiergruppen - vor allem betroffen sind große Arten von Amphibien und Reptilien, aber auch bestimmte Insektengruppen. Bei der Mahd sollte ein Hochschnitt durchgeführt werden. Es ist daher eine Schnitthöhe von mindestens 10 cm, besser 14 cm, einzustellen. Dies ist beispielsweise bei Balkenmäherwerken durch das Anbringen entsprechender Kufen zu realisieren. Bei der Mahd von Röhrichtern, wie zum Beispiel Schilf und Rohrkolben, wird bereits ein Hochschnitt zum Schutz der Bestände praktiziert.

Ziele des Hochschnittes	
Verringerung der Beeinträchtigung des Mikroklimas	
Einschränkung der Sterblichkeit von vor allem größeren Tieren wie Amphibien, Reptilien, Vögeln aber auch Insekten in Ei- und Larvenstadium	
Reduzierung von Verunreinigung bei der Futterbergung (v. a. bei Silage)	

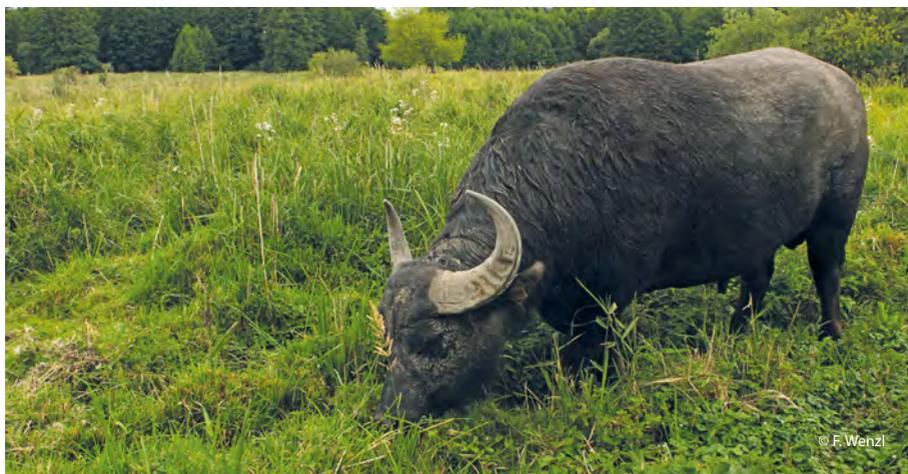


© F. Wenzl

4.5.
Extensive Beweidung

Die Beweidung ist eine mögliche Form der Wertschöpfung auf sehr feuchten und nassen Moorstandorten, die sich in der Regel positiv auf den Erhalt und die Entwicklung einer moortypischen Biodiversität auswirkt. Zu hohe Besatzdichten sind dabei nicht nur ungünstig für das Tierwohl der Nutztiere (Futterverfügbarkeit), sondern haben auch negative Auswirkungen auf Flora, Fauna und die Tragfähigkeit des Standorts (Gefahr von Vertrittschäden). Die Besatzdichte sollte daher auf die Aufwüchse der Flächen sowie auf die eingesetzten Tierrassen ausgerichtet sein. Zur Beweidung von Mooren sind neben Wasserbüffeln auch leichte Rinderrassen wie z.B. Fjäll-Rinder oder Galloways, aber auch Rotwild geeignet. Die Besatzstärke von 0,3 - 0,8 (- 1,5) Großvieheinheiten je Hektar sollte nicht überschritten werden. Bei Bedarf sind Mineralstoffe zuzufüttern.

Ziele der extensiven Beweidung
Schaffung eines breiten Spektrums von Lebensraumstrukturen
Erhöhung des Tierwohls
Verringerung von Trittschäden bei Wiesenbrüterelegen, Insekten und Amphibien
positive Wirkung auf das Landschaftsbild – Ästhetik einer Weidelandschaft



5. NATURSCHUTZFACHLICHE EMPFEHLUNGEN

Nachfolgend werden die Maßnahmen, die über die biodiversitätsfördernden Standards hinaus gebietspezifisch Anwendung finden können, aufgeführt. In Tabelle 3 werden sie zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 3: Naturschutzfachliche Empfehlungen für nasse Moorbewirtschaftung

Naturschutzfachliche Empfehlungen	Verzicht auf Walzen und Schleppen
	Staffelmahd
	Faunaschonende Mahd und Ernte
	Einschränkungen bei den Mahdterminen
	Mahd/Ernte auf Teilflächen alle 2 (-7) Jahre
	Gezieltes Parasitenmanagement
	Anlage und Erhalt von Hecken, Baumreihen und weiteren Strukturen

5.1.
Verzicht auf Walzen
und Schleppen

Schleppen und Walzen bringen als klassische Grünlandpflegemaßnahmen auf Moorböden erhebliche Folgen für die Fauna auf Wiesen und Weiden mit sich. Zum Beispiel sind Amphibien, Insekten aber auch die Wiesenbrüter, deren Gelege durch Walze und Schleppe zerstört werden, stark von diesen Arbeitsschritten betroffen. Walzen und Schleppen sollten im zeitigen Frühjahr daher unterbleiben. Zumindest sind Einschränkungen des Pflegeintervalls wie maximal Zwei-Jahresrhythmen oder eine flächige Einschränkung der Pflege, wie wechselweise 50 % der Flächen, einzuhalten. Genauere Auslegungen sind in der Naturschutzberatung flächenspezifisch zu erörtern und festzulegen.



**Ziele des Verzichtes auf
Walzen und Schleppen**

Schutz von Wiesenbrüteregelegen,
Insekten und Amphibien

Förderung von vielseitigen Strukturen

5.2.
Staffelmahd

Bei der Staffelmahd werden maximal 25 % der Gesamtfläche (Schlag) in einem Zeitraum von zehn Tagen gemäht. Die Nutzung soll entsprechend über einen langen Zeitraum gestreckt werden, so dass die Mahd der ersten Teilflächen nach Möglichkeit bereits im Mai stattfindet. Bei Feuchtgradienten im Gebiet bietet sich an, mit den trockeneren Flächen zu beginnen und sich dann bis auf die nassen Areale, die auch eine etwas verzögerte Vegetationsentwicklung im Frühjahr aufweisen, in Etappen vorzuarbeiten. Die standortgerechte Planung ist zusammen mit der Biodiversitätsberatung durchzuführen.

Ziele der Staffelmahd

Angebot von Ausweich-
möglichkeiten für mobile Arten

Schaffung von Heterogenität und
Strukturvielfalt auf Landschaftsebene

Sicherung von Nahrungs-
verfügbarkeit für Greifvögel



© Archiv Biosphärenreservat Drömling

5.3. Faunaschonende Mahd und Ernte

Bei der Ernte sollte darauf geachtet werden, faunaschonende Technik einzusetzen. Es sollten keine rotierenden Mähetechniken wie Mulchgeräte, Scheiben- oder Trommelmäher mit Aufbereiter verwendet werden. Über die Mahdtechnik hinaus ist auch für das Schwaden der Ernte von rotierender Technik abzusehen, es ist vorzugsweise ein Kammchwader einzusetzen. Die Ernte sollte mit der jeweils aktuellen faunaschonendsten Technik durchgeführt werden. Auch bei den Abläufen der Mahd ist ein aufmerksames Vorgehen einzufordern – Beginn von innen nach außen oder in Fluchrichtung für mobile Tierarten zu einer Rotationsbrache oder speziell schützenden Randbereichen.



Ziele faunaschonender Mahd und Ernte

Verringerung der Mortalität von Amphibien und Insekten

Möglichkeit des Ausweichens von mobilen Arten in nicht bewirtschaftete Bereiche (Fahruster)



Abbildung 2: Reihung der Mähetechniken bezüglich ihrer negativen Wirkung für die Wiesenfauna (von oben nach unten zunehmende Intensität). Quelle: Van de Poel & Zehm 2014.

5.4. Einschränkungen bei den Mahdterminen

Im Einzelfall wie z.B. für speziellen Brutvogelschutz kann eine Reduzierung der Bewirtschaftung auf einen bis maximal zwei Schnitte pro Jahr in einem an die Tier- und Pflanzenwelt der Fläche und den Standort angepassten Bewirtschaftungszeitraum erforderlich sein. Die erste Mahd sollte dann i.d.R. erst ab Mitte Juli oder/und im Spätsommer ab September erfolgen. Eine andere Variante wäre, den ersten Schnitt im Beginn des Vollfrühlings, d.h. Anfang Mai, bei noch geringem Aufwuchs anzusetzen und dann im Juli das zweite Mal zu mähen. Bei zwei Schnitten ist generell eine achtwöchige Ruhephase einzuhalten.



Ziele der Einschränkungen von Mahdterminen

Verminderung negativer kumulativer Effekte durch mehrere Schnitte

Ermöglichung eines erfolgreichen Brutgeschäftes von Wiesenvögeln

Abschluss des Lebenszyklus vieler Arten von Wirbellosen durch längeren Unterschlupf, Reproduktionsraum und Nahrungsangebote

Schaffung von Heterogenität und Strukturvielfalt auf Landschaftsebene

Eine konkrete Abstimmung der Mahdtermine ist mit Blick auf die Ansprüche spezifisch vorkommender, gefährdeter Arten bei der naturschutzfachlichen Beratung zu thematisieren.

5.5. Mahd auf Teilflächen alle 2 (-7) Jahre

Diese Maßnahme umfasst Teilbereiche, die mehrjährig – also 2 (-7) Jahre – aus der Nutzung genommen werden und keiner Biomasseentnahme unterliegen. Es bieten sich Flächen in Randlage von Schlägen bzw. schwer zu bewirtschaftende Bereiche an. Auf zur Verbuschung (Aufwuchs von Gehölzen) neigenden Standorten ist von der Maßnahme abzusehen. Vor allem in Schilfröhrichten sind so entstehende Altschilf-Bereiche wichtig für anspruchsvollere, röhrichtbewohnende Vogel- und Insektenarten.



Ziele der Mahd auf Teilflächen, die nur alle 2 (-7) Jahre durchgeführt wird

Schaffung einer speziellen Heterogenität und Strukturvielfalt auf Landschaftsebene

Angebot von Lebensräumen für Tierarten, die insbesondere Streuauflagen und stehende abgestorbene Halmstrukturen benötigen

5.6. Gezieltes Parasitenmanagement bei Beweidung

Die Beweidung von sehr feuchten und nassen Standorten bringt für die meisten Nutztierarten einen erhöhten Parasitendruck mit sich. Der präventive Einsatz von Antiparasitika ist jedoch zu vermeiden. Herkömmliche Anthelminthika (Entwurmungsmittel) werden von den Tieren nur unvollständig abgebaut und ausgeschieden. Dabei kann eine schädigende bis tödliche Wirkung auf eine spezialisierte Dungfauna ausgehen, die ihrerseits Nahrungsgrundlage diverser Vogelarten ist. Bei Gefährdung des Tierwohls ist eine Behandlung nur nach entsprechend bestätigtem Befall durch z.B. Kotproben durchzuführen. Es sollte auf faunaschonende Präparate zugegriffen werden und auf Boli und Long-Acting-Präparate, die über einen langen Zeitraum Wirkstoffe abgeben, verzichtet werden. Präventive Maßnahmen von Parasitenbefall bei der Weidetierhaltung müssen umfänglich ausgeschöpft werden z.B. ausschließliche Behandlung befallener Nutztiere, sowie zeitweise isolierte Aufstallung der befallenen Nutztiere und Reduzierung der Besatzdichte.



Ziele des gezielten Parasitenmanagements

Vermeidung sub-lethaler bis lethaler Effekte für kotbesiedelnde und nachfolgende zersetzende Organismenarten

Uneingeschränkte Umsetzung des Dungs als organische Düngung

Ausschluss der Beeinträchtigung von in der Nahrungskette folgenden Artengruppen, wie z.B. Vögel

5.7. Anlage und Erhalt von Hecken, Baumreihen und weiteren Strukturen

Die Anlage von Hecken und Baumreihen sowie von anderen Strukturen, wie aus der Bepflanzung ausgesparte Senken, sollten auch im Sinne von Erosionsschutz und Klimawandelanpassung mitgedacht werden. Dabei ist darauf zu achten, dass bei der Pflanzung von Hecken, Baumreihen oder Einzelbäumen standortangepasste Gehölze, wie z.B. diverse einheimische Weidenarten verwendet werden, die mit entsprechendem hohen Wasserständen zurechtkommen. Wassergefüllte oder schlammige, weitgehend vegetationslose Senken sollten kleinflächig belassen oder gezielt angelegt werden. In der naturschutzfachlichen Beratung sollte dies thematisiert und auch Aspekte wie das Landschaftsbild oder der Anspruch einiger Arten an weite offene Landschaften mit beachtet werden.



Ziele der Anlage und des Erhalts von Hecken, Baumreihen und weiteren Strukturen

Schaffung bzw. Erhalt von Rückzugsräumen für verschiedene Artengruppen wie zum Beispiel Amphibien, Libellen und Vögel

Angebot spezieller Nahrungshabitats für Feuchtwiesenvögel über das Frühjahr hinaus

Schaffung bzw. Erhalt einer speziellen Heterogenität und Strukturvielfalt auf Landschaftsebene

Positive Beeinflussung des Landschaftsbildes und dessen Erholungswert



6. ANWENDUNGSBEREICHE DER MASSNAHMEN UND AUSGEWÄHLTE FÖRDERPROGRAMME

Tabelle 4: Anwendungsbereiche der hier vorgestellten Maßnahmen. Ein Kreuz bedeutet, dass für die jeweilige Kultur die Maßnahme angewendet werden kann. Zuordnung der Wasserstände zu den Kulturen nach Närmann et al. (2021). Förderungen Stand: Ende 2023. Diese unterscheiden sich jedoch in den einzelnen Bundesländern.

Kulturen		Anbaukulturen		Selbstbegründete Kulturen		aktuelle Förderung
		Schilf, Rohrkolben	Seggen, Rohrglanzgras	Nasswiesen und sehr feuchte Wiesen sowie Seggenried	Nassweiden und sehr feuchte Weiden	
Wasserstand		im Sommer -10 bis 0 cm im Winter -5 bis + 15 cm (Wasserstufe 5+, nass)		im Sommer -10 bis 0 cm im Winter -5 bis +15 cm (Wasserstufe 5+, nass) bzw. im Sommer -10 bis -20 cm im Winter -5 bis -15 cm (Wasserstufe 4+, sehr feucht)		
Biodiversitätsfördernde Standards	Biodiversitätsberatung bei Nutzungsumstellung	X	X	X	X	GAK-Förderung
	Biodiversitätsschonende Pflege von Gräben	X	X	X	X	–
	Jährliche Rotationsbrachen	X	X	X	X ¹	Öko-Regelung
	Hochschnitt	X	X	X		–
	Extensive Beweidung				X	Grünlandförderung
Naturschutzfachliche Empfehlungen	Verzicht auf Walzen, Schleppen		X	X	X	Grünlandförderung
	Staffelmahd		X	X		Grünlandförderung
	Faunaschonende Mahd und Ernte	X ²	X	X		Grünlandförderung, Investitionsförderung Anbaugeräte
	Einschränkung der Mahdtermine		X	X	X	Grünlandförderung
	Mahd/Ernte auf Teilflächen nur alle 2 (-7) Jahre	X	X	X		–
	Gezieltes Parasitenmanagement				X	–
	Anlage und Erhalt von Hecken und Baumreihen	X	X	X	X	GAK-Förderung

¹ Pflegeschnitt, ² nur bei Sommermahd

7. AUSBLICK

Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) und Vertragsnaturschutz bieten bereits im Rahmen der Grünlandförderung Möglichkeiten, biodiversitätsfördernde Standards und Empfehlungen umzusetzen. Die Fördersätze sind je nach Bundesland differenziert gestaltet.

Für Paludikulturen oder sehr feuchte Bewirtschaftung von Moorböden nach Wiedervernässung ist derzeit davon auszugehen, dass die Maßnahmen einen positiven Effekt für die Entwicklung der Biodiversität bieten bzw. hemmende Einflüsse gemildert werden können. Jedoch werden in Zukunft durch Adaptation der Maßnahmen an die jeweils aktuellen Gegebenheiten auch Anpassungen der entsprechenden Förderwege und -sätze nötig sein.

Es ist zu betonen, dass über die Maßnahmen auf der Einzelfläche hinausgehend auf Landschaftsebene ein Mosaik verschiedener Nutzungen und Nutzungsintensitäten zum Erhalt und zur Entwicklung der Biodiversität

unverzichtbar ist (3, 26, 27). Dies ist im landschaftlichen Kontext auszuhandeln und wäre über kooperative Ansätze in Förderprogrammen zu verankern wie zum Beispiel die AUKM „Kooperative Maßnahmen“ im Land Brandenburg. Die sich mit Vernässung i.d.R. einstellenden Nässegradienten in den Niederungen bieten dafür eine gute Voraussetzung.

Generell gilt als Postulat: die zukünftige Bewirtschaftung ist standortgerecht und soweit möglich vorausschauend auf die Klimaveränderungen auszurichten. Die Art der Nutzung und daran anknüpfender Wertungsketten sollte sich an den Wasserverfügbarkeiten, den Bodenzuständen, der Wirtschaftlichkeit und den sich daraus ergebenden oder zu etablierenden Pflanzenbeständen orientieren.

Weiterführende Informationen zu den jeweiligen Maßnahmen mit entsprechendem Literaturverweis sollen in einer im Projekt erarbeiteten BfN-Schrift veröffentlicht werden.



TEIL 2

Angepasste Bewirtschaftungs- technik

Paul Mosebach
Vera Luthardt
Inga Schleip



Biosphärenreservat Drömling

1. DIE FÖRDERRICHTLINIE „PROMOOR“ IM LAND BRANDENBURG

In Deutschland werden mehr als eine Million Hektar organischer Böden als Grünland genutzt. Hinzu kommen rund 360.000 Hektar derzeit als Ackerland genutzte Flächen. Auf Grund der hohen Klimarelevanz sollten diese organischen Böden, insbesondere auch die ackerbaulich genutzten, auf eine torferhaltende bzw. schwach torfzehrende Grünlandnutzung oder auf den Anbau von Paludikulturen umgestellt werden. Gemäß der 2023 veröffentlichten aktualisierten Kulisse, kann Brandenburg mit einer Fläche von 243.300 Hektar organischer Böden – davon 155.000 Hektar Niedermoore – maßgeblich zum Gelingen der Umstellung hin zu einer zukunftssicheren Moorbewirtschaftung beitragen (16).

Insbesondere Landwirtschaftsbetriebe stehen hier vor großen Herausforderungen. Dies betrifft unter anderem die Bewirtschaftungstechnik. Moorgrünland besitzt eine durchwurzelte Schicht an der Oberfläche mit hoher Festigkeit, während darunterliegende mehr oder minder stark zersetzte Torfe und Mudden deutlich geringere Festigkeiten aufweisen (28, 29, 30). Die landwirtschaftliche Nutzung solcher Flächen ist unter feuchten bis nassen Bedingungen in der Regel nur mit angepasster Landtechnik oder Spezialmaschinen möglich. Werden bei der Bewirtschaftung nicht hinreichend die standörtlichen Besonderheiten berücksichtigt, ist die Befahrung der Flächen mit hohen Risiken verbunden. So können bei



Moorgrünland in der Uckermark



Narbenschäden durch nicht-angepassten Technikeinsatz

nicht standortgerechter Bewirtschaftungstechnik Schäden der Grasnarbe auftreten, welche die Befahrbarkeit über einen langen Zeitraum herabsetzen und zudem die Erträge deutlich mindern. Schäden an der eingesetzten Technik oder ein Festfahren haben unter Umständen kostenintensive Bergungs- und Reparaturmaßnahmen zur Folge.

In Brandenburg werden Moorbewirtschaftende beim Erwerb und dem Einsatz standortangepasster Bewirtschaftungstechnik durch entsprechende Förderangebote unterstützt. Die erstmalig 2019 angebotene Förderung im Rahmen der EFRE-Richtlinie

„ProMoor“ (siehe Box) haben sieben Landwirtschaftsbetriebe in Anspruch genommen. Deren Standorte befinden sich im Norden und Westen Brandenburgs, wobei der flächenmäßig größte Anteil im Rhinluch zu verorten ist.

Es handelt sich überwiegend um Betriebe mit dem Schwerpunkt auf Grünlandbewirtschaftung, wobei in geringeren Anteilen teilweise auch Ackerflächen bewirtschaftet werden. Genutzt wird das Moorgrünland entweder als Mähweide, überwiegend jedoch als Mähwiese zur Gewinnung von Futter (Heu, Silage) für Mutterkühe, in geringerem Maße auch für

Wasserbüffel, Pferde und Schafe sowie als Biomasse für die energetische Verwertung, Kompostierung und Pflanzenkohleherstellung.

Die Betriebe haben mit Zuwendungen aus der Richtlinie überwiegend durch Breit- oder Doppelbereifung angepasste Grünlandtech-

nik erworben bzw. vorhandene Maschinen nachgerüstet. Delta-Laufwerke für einen Standardtraktor, ein handgeführter Motormäher sowie raupenbasierte Spezialtechnik wurden im Einzelfall erworben. Ergänzt wurden Anbaugeräte, beispielsweise Doppelmessermäherwerke, angeschafft.

Box 2: Eckpunkte der Förderrichtlinie „ProMoor“

Förderfähig waren der Umbau bzw. die Umrüstung bestehender Technik, die Anschaffung gebrauchter oder neuer Technik, technische Anpassung und Erprobung von Technik und Verfahren bis zur Anwendungsreife, Etablierung einer Nasskultur sowie investive Maßnahmen zum Wassermanagement.

Fördervoraussetzungen waren die Maßnahmenumsetzung auf organischen Böden (z.B. Moor, Moorgley, Anmoor) mit maximalen Treibhausgasemissionen von 20 t CO₂-Äq./ha/a, ein maximaler Kontaktflächendruck jedes einzelnen Rades oder jeder einzelnen Kette der geförderten Technik von 612 g/cm², ein Projektdurchführungszeitraum von mindestens 36 Monaten sowie die Dokumentation und wissenschaftliche Begleitung.

Die Höchstfördersätze der zuwendungsfähigen Ausgaben beliefen sich auf 60% für Kleinstunternehmen und kleine Unternehmen, 50% für mittlere Unternehmen und 40% für Unternehmen, die nicht unter die Definition für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) fallen.

2. ZUSTAND LANDWIRTSCHAFTLICH GENUTZTER NIEDERMOORE

2.1. Fokus Boden

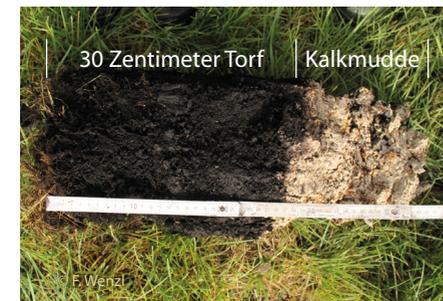
Es gibt eine Vielzahl von Moortypen, die durch eine unterschiedliche Form der Wasserversorgung entstanden sind und damit auch einen diversen Bodenaufbau (Stratigraphie) aufweisen. Die im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung untersuchten Moore sind überwiegend Versumpfungs- und Verlandungsmoore, womit sie als repräsentativ für das Hauptvorkommen in den großen Niederungen Brandenburgs betrachtet werden können (31).

Bei einigen Flächen wurde auch nach sechs Metern noch nicht der mineralische Untergrund erreicht. Analysen zeigen, dass beachtliche Mengen Kohlenstoff in den Torfen und Mudden festgelegt sind. Zugleich sind auch Flächen darunter, bei denen aufgrund von Mineralisierungsprozessen bereits in 30 bis 40 cm Tiefe eine Kalkmudde als ehemalig abgelagertes Gewässersediment ansteht.

Nimmt man eine Verlustrate von 0,5 cm pro Jahr bei fortgesetzter Entwässerung an (50), wäre eine weitere Bewirtschaftung durch den fortschreitenden Abbau der auf der Mude liegenden Torfe in wenigen Jahrzehnten kaum mehr möglich (50).

Die bodenkundlichen Untersuchungen belegen auf den meisten Standorten eine mäßig bis stark fortgeschrittene Moordegradierung als Folge der früheren intensiveren, entwässerungsbasierten Landwirtschaft. Dies zeigte sich unter anderem in Bodenverdichtungen mit mittleren Trockenrohdichten von 0,26 g/cm³ der vererdeten und 0,41 g/cm³ der vermulmten Torfe (Tabelle 5). Sehr gering zersetzte Torfe besitzen dagegen Trockenrohdichten von – zum Teil deutlich – unter 0,2 g/cm³, sind also wesentlich lockerer gelagert (32).

Im Unterboden treten häufig, bedingt durch Schrumpfungs- und Quellungsprozesse, Torfaggregierungshorizonte auf. Damit einhergehend sind Wasserleitfähigkeit und -speichervermögen und letztlich auch die gleichmäßige Wasserversorgung der Vegetation mit Wasser eingeschränkt. Verstärkt wird dieser Effekt durch „Sperrschichten“, die sich unter anderem durch den Einsatz zu schwerer Landtechnik herausbildeten (33). Eine lückige Pflanzendecke, verringerte Durchwurzelung, Stauwasser und generell stark wechselnde Feuchteverhältnisse mindern in der Folge schließlich Ertrag und Befahrbarkeit (34).



Bodenriegel eines Verlandungsmoores im Rhinluch



© P. Mosebach

Kleinräumig differenzierte Standortbedingungen.
Deutlich ausgeprägt auch auf dieser Untersuchungsfläche im Rhinluch

Tabelle 5: Mittlere Trockenrohdichten und Anteil organischer Bodensubstanz der untersuchten Standorte (Standardabweichungen angegeben in Klammern). n – Untersuchungsflächen

	Horizont (Messtiefe in cm)	Trockenrohdichte [g cm ⁻³]	Organische Bodensubstanz [M.-%]	n
Zunahme Torfdegradierung ↑	anmoorig (0-10)	0,57	28,0	1
	Torf, vermulmt (0-10)	0,41 (0,1)	58,9 (21,9)	7
	Torf, vererdet (0-10)	0,26 (0,09)	64,5 (12,0)	13
	Torf, zeitweise wassergesättigt (0-10)	0,15	78,5	1
	Torfe im Unterboden (20-30)	0,29 (0,08)	68,9 (14,3)	22

2.2. Fokus Wasser

Niedermoore sind generell auf zufließendes Wasser aus einem Einzugsgebiet, aus dem Grundwasser oder aus oberirdischen Zuflüssen angewiesen. Diese Zuflüsse hängen in unterschiedlichem Maße vom direkten Witterungsgeschehen ab, reagieren oft auch erst zeitverzögert.

Die letzten Jahre waren durch defizitäre Niederschlagssummen bei deutlich erhöhten Temperaturen gekennzeichnet. Im subkontinental geprägten Nordostdeutschland fallen im Sommer die Wasserstände des Moorgrünlandes sehr stark ab, insbesondere wenn die Wasserüberschüsse aus dem Winterhalbjahr nicht in der Fläche gehalten werden und der regionale Wasserhaushalt

insgesamt durch ein Netz aktiver Entwässerungssysteme beeinflusst ist. Auch auf einem Großteil der im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung betrachteten Flächen sind mäßig wechselfeuchte, teilweise auch stark wechselfeuchte Verhältnisse vorherrschend. Die vorkommenden Pflanzenarten kennzeichnen meist mittlere Wasserstände von 5 bis 15 cm unter Flur im Winterhalbjahr und 20 bis 45 cm unter Flur im Sommerhalbjahr, wobei sie zum Zeitpunkt der Ernte häufig deutlich tiefer lagen.

Plötzliche Starkregenereignisse, wie etwa im Sommer 2021, können jedoch einen sprunghaften Anstieg des Wasserstandes mit Überstauphasen zur Folge haben (Abb. 3). Solche unvorhersehbaren Ereignisse erschweren die Nutzungsabläufe erheblich.

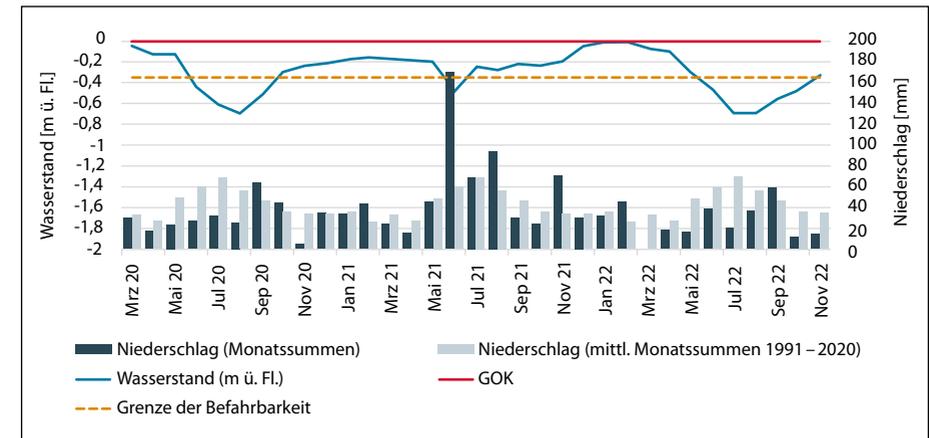


Abbildung 3: Pegelgang einer Moorfläche in der Uckerniederung (gemittelte Monatswerte) in Bezug zur Geländeoberkante (GOK) und im Vergleich mit den Niederschlagssummen (Daten des DWD, Station Grünow). Angegeben ist zudem die Grenze für eine sichere Befahrbarkeit mit konventioneller Landtechnik von 35 cm unter Flur (u. Fl.), das entspricht -35 cm über Flur (ü. Fl.) (35).

2.3. Fokus Vegetation

In Brandenburg sind nährstoffreiche Feuchtwiesen auf mäßig entwässertem Moorgrünland weit verbreitet, da die Zersetzung der Torfe mit einer hohen Nährstoffverfügbarkeit einhergeht. Ein bis drei Schnitte, gegebenenfalls mit einer Beweidungsperiode, sind üblich. Häufig sind dann artenreiche Mischbestände aus Süß- und Sauergräsern, Binsen und Kräutern anzutreffen. In Abhängigkeit der Wasserstände, Nährstoffe und Nutzungsform kommen weitere Ausprägungen vor, wie Großseggen- und Rohrglanzgraswiesen, Flutrasen oder auch von Schilf dominierte Bestände. Selten sind auch Feuchtwiesen nährstoffarmer Standorte anzutreffen.

Die in der wissenschaftlichen Begleitung eingebundenen Wiesen und Mähweiden weisen in der Regel zahlreiche moortypische Pflanzenarten auf, die häufig einen An-

teil von mehr als 50% ausmachen. Moorspezifische Arten, also Arten die ausschließlich auf Moorböden vorkommen, sind dagegen nur wenige vertreten, darunter beispielsweise Schwarzschof-Segge, Stumpfbliätige Binse, Fieberklee und Sumpf-Dreizack (36).

Giftpflanzen wie Sumpf-Schachtelhalm und Gift-Hahnenfuß sowie Arten, die als Störzeiger betrachtet werden können und auf Nährstoffbelastung, Trockenheit oder eine unangepasste Nutzungsintensität hindeuten, kommen gelegentlich vor. Hierzu zählen die Große Brennnessel, Stumpfbliätiger Ampfer, Sand-Schaumkresse oder auch das Land-Reitgras.

Häufig waren Pflanzen mit geringem Futterwert, wie Seggen und Binsen, mit hohen Anteilen vertreten. In Kombination

mit den späten Nutzungszeitpunkten sind vergleichsweise niedrige Energiegehalte zu erwarten. Im Rahmen der Untersuchungen bewegten sich diese kurz vor dem tatsächlichen Erntetermin im Sommer in einer Spanne von 4,4 bis 5,6 MJ NEL (Netto-Energie-Laktation) pro kg Trockenmasse (Tabelle 6).

In der Milchviehhaltung ist somit gegebenenfalls noch die Nutzung als Beifutter für Jungtiere möglich. Andere tiergebundene

Verwertungen, darunter Futter für Mutterkühe und Pferde sowie Einstreu, sind möglich. Aber auch stoffliche und energetische Nutzungen können eine geeignete Wertschöpfung darstellen.

Ausführliche Informationen der Verwertungsmöglichkeiten geben unter anderem MLUK (2023), Abel & Kallweit (2022), Nordt et al. (2022) und Birr et al. (2021) (37, 38, 39, 40).

Tabelle 6: Vergleich der Durchschnittswerte verwertungsrelevanter Parameter der untersuchten Pflanzenbestände. n – Untersuchungsflächen, MJ NEL/kg TM - Netto-Energie-Laktation (in Megajoule pro Kilogramm Trockenmasse), TM ha/a - Trockenmasse je Hektar und Jahr, *Durchschnittserträge nach Närmann et al. (2021) (3).

Pflanzenbestand	Energie [MJ NEL/kg TM]	Rohprotein [%]	Rohfaser [%]	Ertrag* [t TM ha/a]	n
Reiche Feuchtwiesen	4,8	11,3	29,3	5–8	14
Arme Feuchtwiesen	4,6	9,8	30,6	1–4	3
Rohrglanzgraswiesen	5,4	13,8	29,9	3–10	2
Großseggenwiesen	4,9	12,6	29,7	2–12	1



Nährstoffarme Feuchtwiese



Nährstoffreiche Feuchtwiese



Rohrglanzgraswiese



Großseggenwiese

3. ERGEBNISSE ZUR TRAGFÄHIGKEIT VON NIEDERMOOREN

Als Maß für die Tragfähigkeit* auf den untersuchten Niedermoorflächen wurden von Juni bis Oktober 2022 die Scherfestigkeiten** (Scherflügel: 14 x 7,6 cm) in einer Tiefe von 0 bis 15 cm gemessen.

Der Vergleich von seggendominierten Beständen mit kräuter- und süßgrasreichen Feuchtwiesen zeigte, dass die Scherfestigkeit bei Dominanz von Seggen höher ist als die der Feuchtwiesen (Abb. 4). Zudem führen geringere Bewuchsdichten bei höheren

Bodenfeuchten zu einer Verringerung der Scherfestigkeit. Bei hohen Bodenfeuchten waren in der Regel geringere Scherfestigkeiten festzustellen.

Diese Ergebnisse bestätigen, dass die Wahl geeigneter Landtechnik bei Anhebung der Wasserstände essentiell ist, um das Risiko von Schäden der Grasnarbe zu minimieren und so die maximale Tragfähigkeit zu erhalten.

Box 3: Begriffserklärungen

*Die **Tragfähigkeit** beschreibt die Fähigkeit des Bodens – durch die Befahrung aufgebrauchte – Lasten zu tragen. Im Moorgrünland ist sie das Ergebnis des Zusammenwirkens von Scherfestigkeit und Eindringwiderstand. Wird die Tragfähigkeit durch den Einsatz zu schwerer Maschinen überschritten, sinken Räder oder Raupen in den Boden. Ab einer Einsinktiefe von etwa 8 cm kommt es in der Regel auch zu nachhaltigen Schäden der Grasnarbe (24, 29, 30).

Die **Scherfestigkeit ist die maximale Schubspannung, mit der ein Körper vor dem Abscheren belastet werden kann. Sie beschreibt also den Widerstand des Bodens gegen horizontale Belastungen und wird mit einem Scherflügel gemessen (30).

***Der **Kegeleindringwiderstand** wird mittels Penetrometer gemessen und beschreibt die Bodenfestigkeit bei vertikaler Belastung. Insbesondere wird er zur relevanten Größe, wenn neben der Scherfestigkeit der Grasnarbe bei steigenden Maschinenlasten stärker die Druckempfindlichkeit des Bodens zum Tragen kommt (41, 42, 43).

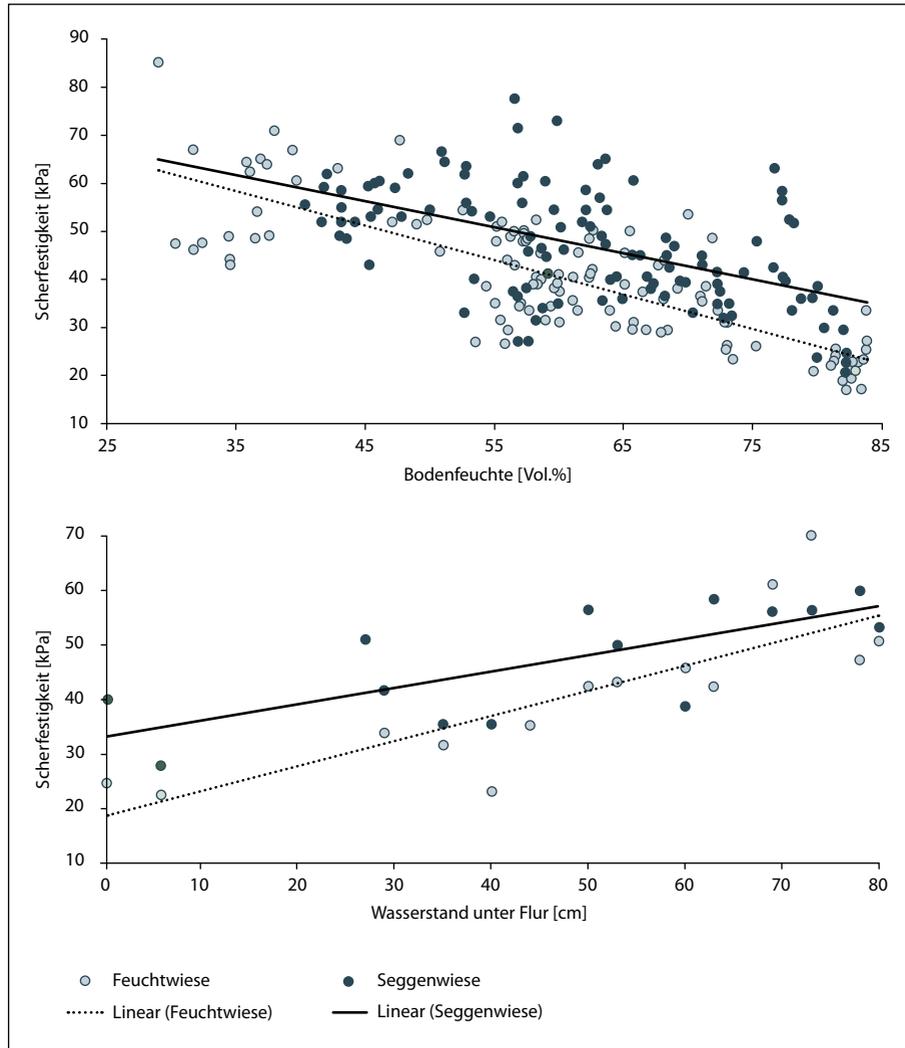


Abbildung 4: Zusammenhang von Bodenfeuchte (oben), Wasserstand (unten) und Scherfestigkeit für Seggenwiesen und Feuchtwiesen. $n = 14$ Standorte (Feuchtwiesen: 115 Messwerte, Seggenwiesen: 110 Messwerte)

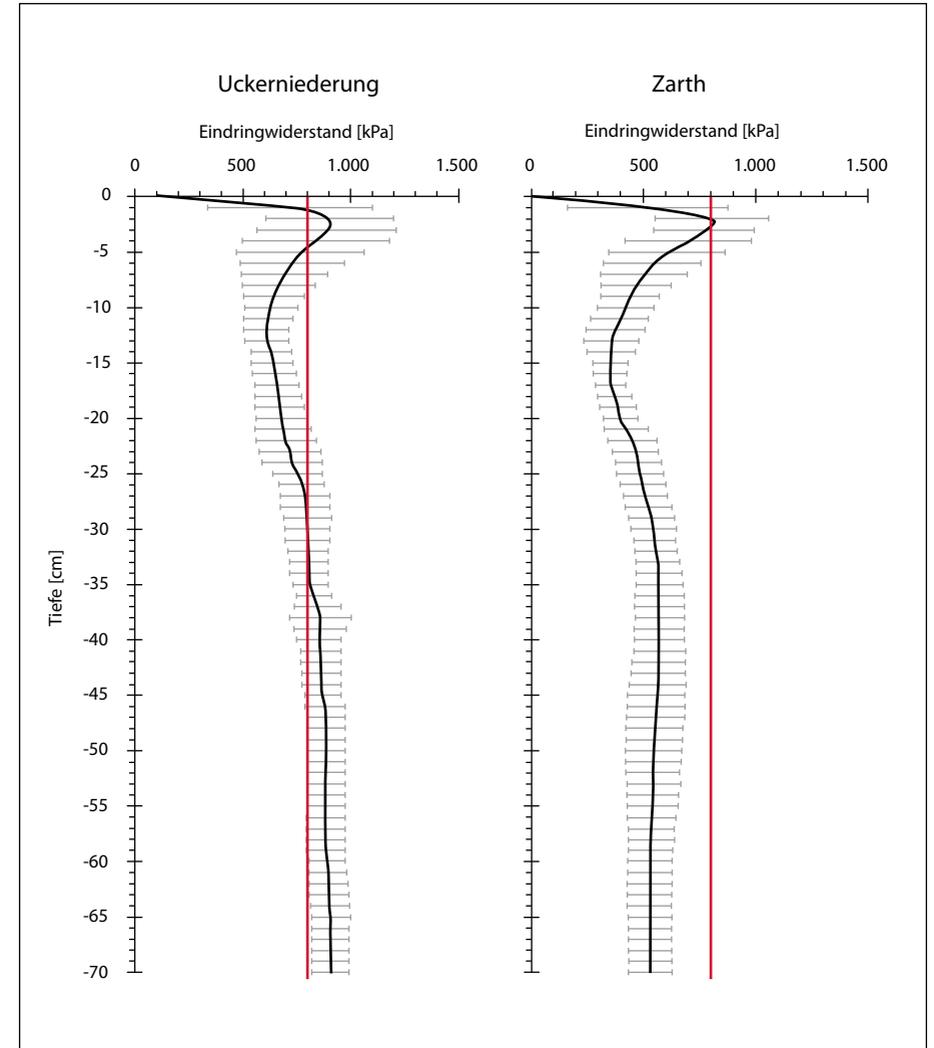


Abbildung 5: Kegeleindringwiderstände in der Uckerniederung und im Zarth ($n = 30$). Dargestellt sind die Mittelwerte je Zentimeter Bodentiefe mit Standardabweichungen. In rot die Grenze der sicheren Befahrbarkeit mit konventioneller Technik von 800 kPa (35).

Bei Wasserständen tiefer als 30 cm unter Flur wurden nahezu ausschließlich hohe bis sehr hohe Tragfähigkeiten (Scherfestigkeit >31 kPa) ermittelt. Dies gilt für Seggenwiesen, Feuchtwiesen, Rohrglanzgraswiesen aber auch Flutrasen. Die Flächen sind mit angepasster Standardtechnik dann in der Regel gut befahrbar. Besondere Aufmerksamkeit ist in Bereichen geboten, die häufig befahren werden oder die als Geländesenken von Stauwasser beeinflusst sind. Dort etablieren sich sekundäre Flutrasen mit geringeren Scherfestigkeiten. Auch zuvor nicht oder nur sporadisch genutzte Standorte wiesen deutlich geringere Scherfestigkeiten als jährlich gemähte Standorte auf.

Die Scherfestigkeiten der einzelnen Moorböden unterscheiden sich statistisch signifikant, sind also standortspezifisch. Im Rahmen der hier vorgestellten Untersuchungen haben Messungen je Standort zu einem Zeitpunkt im Sommerhalbjahr stattgefunden. Die Entwicklung der Scherfestigkeit im Jahresverlauf wird nicht abgebildet. Hier sind künftig Zeitreihen mit Messungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten notwendig, wie sie auch im BMEL-geförderten Projekt WetNetBB (Laufzeit 2023-2032) angedacht sind.

Auf Flächen in der Uckerniederung und dem Zarth erfolgten Messungen des Kegeleindringwiderstandes*** mittels Penetrometer (Konus, Grundfläche: 2 cm²). Bei hohen Wasserständen und geringer Bodenverdichtung sank der Kegeleindringwiderstand häufig auf unter 800 kPa, was nach früheren Untersuchungen als Grenze der sicheren Befahrbarkeit für konventionelle Technik angesehen wird (35). Der entscheidende Beitrag der Grasnarbe zur Tragfähigkeit wird durch

den Peak des Eindringwiderstandes in den oberen Zentimetern ersichtlich.

Wiedervernässte, stark degradierte Moore mit vermulmten Oberböden und flurnahen Wasserständen sind nach wie vor in den Untersuchungen unterrepräsentiert. Forschungsarbeiten zur Bewirtschaftung solcher – in der Regel noch entwässerter – Standorte sind aufgrund der großen Anteile an der gesamten Moorfläche besonders relevant und prioritär aufzugreifen.



© P. Hübner

Penetrometer im Einsatz

4. ANGEPASSTE LANDTECHNIK UND SPEZIALMASCHINEN FÜR EINE MOORSCHONENDE GRÜNLANDNUTZUNG

Wie in den einleitenden Kapiteln ausgeführt gibt es keine Alternative zu einer zukünftig nassen Nutzung der Moorböden, wenn weiterhin Landwirtschaft betrieben werden soll. Die sich daraus ergebenden Einschränkungen in der Bewirtschaftung mit konventioneller Technik, die für eine entwässerungsbasierte Nutzung optimiert wurde, ist in den vorangegangenen Kapiteln erläutert. Deshalb bedarf es der Entwicklung und Anwendung angepasster Technikvarianten, die in den letzten Jahren schon deutlich forciert wurden.

Übersicht verfügbarer Technik

Zur Bewirtschaftung von sehr feuchtem und nassem Moorgrünland ist geeignete Technik einzusetzen, die sich durch:

- angepasste Radlast,
- niedrigen Kontaktflächendruck,
- geringen Zugkraftbedarf und
- reduzierte Überrollhäufigkeit auszeichnet.

Werden die Erfordernisse an die Erntelogistik und Technik berücksichtigt, sind so auch unter sehr feuchten bis nassen Bedingungen ein- bis mehrstufige Verfahren zur Werbung frischer oder getrockneter Biomasse möglich. Die verschiedenen Technikvarianten werden üblicherweise nach folgenden Kategorien klassifiziert (44):

1. Kleintechnik
(fahrerbasiert, ferngesteuert, handgeführt)
2. Angepasste Standardtechnik
3. Spezialtechnik
(raupenbasiert, radbasiert)

Kleintechnik zeichnet sich durch eine geringe Gesamtmasse aus und ist daher besonders narbenschonend. Traditionell kommen derartige Geräte in der Landschaftspflege, z.B. bei der Mahd von Feuchtwiesen im Rahmen des Vertragsnaturschutzes, zum Einsatz. Einachsgeräteträger sind mit breiten Stachelwalzen mit großer Aufstandsfläche kombinierbar und daher besonders gut für wenig tragfähige Böden geeignet. Aufgrund einer großen Bandbreite von Anbaugeräten (u.a. Doppelmesser-/Scheibenmäherwerk, Schwader, Ballenpresse, Ballengabel, Heuschieber) sind sie vielseitig einsetzbar. Verfügbar sind auch funkferngesteuerte Trägerfahrzeuge, die wahlweise mit Raupenlaufwerken, Reifen oder Stachelwalzen ausgestattet werden können. Auch hier sind diverse Anbaugeräte für vielseitige Einsatzmöglichkeiten vorhanden.

Angepasste Standardtechnik umfasst herkömmliche Landtechnik – wie Traktoren, Pressen, Ladewagen, Anhänger – die mit verschiedensten Maßnahmen für die Moorbewirtschaftung unter angehobenen Wasserständen modifiziert wird. Eine gängige Variante ist die Ausstattung mit möglichst breiter Bereifung. Möglich sind auch Doppel- oder sogar Drillingsbereifungen, durch die der Kontaktflächendruck nochmals erheblich verringert werden kann. Bei Nachrüstung der Traktoren und Anbaugeräte mit Mehrfach- oder Breitbereifung muss die Dimensionierung der Achsen für die gesteigerte Beanspruchung ausgelegt sein und entsprechend umsichtig gefahren werden. Weitere, in der Grünlandnutzung jedoch bisher nicht in breitem Umfang etablierte

Möglichkeiten sind Delta-Laufwerke, der Einsatz von Bogie-Bändern, wie sie auch bei Forstmaschinen zum Einsatz kommen, sowie die früher häufiger genutzten eisernen Gitterräder (45).

Raupenbasierte Spezialtechnik wird mittlerweile von mehreren Herstellern angeboten. Dies sind Pistenraupen, die für den landwirtschaftlichen Einsatz umgebaut werden. Aber auch eigens dafür entwickelte Trägerfahrzeuge werden angeboten. Je nach Ernteverfahren (ein- oder mehrstufig) und Biomasseprodukt (Ballen, Häcksel oder Bunde) können beispielsweise Mähraupen oder Mäh-Laderraupen mit aufgesetztem oder angehängtem Bunker oder mit Ballenpresse zum Einsatz kommen.

Radbasierte Spezialtechnik, wie die Seigamachines mit großvolumigen Reifen eines dänischen Herstellers, wurden speziell für den Einsatz auf nassen Flächen entwickelt. Der Vorteil des Aufschwimmens aufgrund der „Ballonreifen“ vermindert zwar das Risiko des Einsinkens, doch wird dadurch bei höherem Überstau die Manövrierfähigkeit eingeschränkt und der Radschlupf auf ein narbensschädigendes Maß erhöht. Die Produktion solcher Maschinen wurde bereits eingestellt. Dennoch sind sie bzw. Nachbauten weiterhin, insbesondere für die Schilfwerbung, im Einsatz (44).



Kleintechnik mit Heuschieber



Kleintechnik: Rundballenpresse und Verladewagen



Kleintechnik: Prototyp einer neu entwickelten, besonders leichten Spezialraupe



Kleintechnik: Funkferngesteuerte Geräteträger



Angepasste Standardtechnik: Leichte Traktoren mit Breitreifen



Angepasste Standardtechnik: Grünlandtechnik mit Doppelreifen



Angepasste Standardtechnik: Breitreifen am Traktor und Tandemachse an der Ballenpresse



Angepasste Standardtechnik: Traktor mit Delta-Laufwerken



Raupenbasierte Spezialtechnik: Moorraupe mit Mähwerk und Biomassebunker



Raupenbasierte Spezialtechnik: Moorraupe mit Mähwerk



Raupenbasierte Spezialtechnik: Spezialraupe mit Mähwerk und Biomassebunker



Raupenbasierte Spezialtechnik: Spezialraupe mit Mähwerk und Knicklenkung



Raupenbasierte Spezialtechnik: Spezialraupe mit Ladewagen



Raupenbasierte Spezialtechnik: Spezialraupe mit Ballenpresse und Ladefläche

Tabelle 7: Vorstellung verschiedener Technikvarianten. Die Investitionskosten resultieren aus einer Abfrage der Nettopreise für ausgewählte Modelle in den Jahren 2022/2023. Vor- und Nachteile ergänzt nach Wichmann et al. (2016) (44).

Beschreibung	Hersteller/ Vertrieb (Auswahl)	Investitionskosten (Netto)	Vorteile	Nachteile
Kleintechnik				
handgeführt: Einachsgeräteträger mit Rädern oder Stachelwalzen	Brielmaier, Irus, Köppl, Rapid	<ul style="list-style-type: none"> Grundgeräte ab etwa 23.000€ Anbaugeräte ab etwa 3.000-8.000€ Optionspaket Funkfernsteuerung 3.900€ 	<ul style="list-style-type: none"> geringe Gesamtmasse und daher besonders narben- und bodenschonend geringer Transportaufwand (bspw. mittels Anhänger am Geländewagen) geringe Arbeitsbreite und hohe Wendigkeit (Einsatz z.B. zwischen Agri-PV) je nach Gerät vergleichsweise niedrige Investitions- und variable Maschinenkosten 	<ul style="list-style-type: none"> geringe Flächenleistung bei der Biomasseberäumung erhöhtes Risiko des Festfahrens in Störstellen (z.B. alte Fahrspuren) bei kleiner Aufstandsfläche (insbesondere bei Einachsgeräteträgern) dichte, hochwüchsige Bestände aufgrund geringer Bodenfreiheit problematisch (Mahdgut kann ggf. nicht überfahren werden)
fahrerbasiert: Standardtraktoren (<2 t Leermasse); ggf. mit Breit- oder Doppelreifen	Antonio Carraro, DEUTZ-FAHR, John Deere, KIOTI, Kubota, Landini, Massey Ferguson	Je nach Leistungsklasse ab etwa 16.000-42.000€		
funkferngesteuert: Geräteträger mit Raupen, Rädern oder Stachelwalzen	Brielmaier, Energreen, Irus, Köppl	<ul style="list-style-type: none"> Grundgeräte ab etwa 50.000-62.000€ Anbaugeräte ab etwa 5.000-16.000€ 		
Angepasste Standardtechnik				
Breitreifen für Standardtraktoren (Alternative: Doppelreifen oder Delta-Laufwerke); vorzugsweise Grünlandreifen oder Anhängerreifen mit flachen Stollen und abgerundeten Schultern; Pressen/Ladewagen/Anhänger mit Breit-/Doppelbereifung oder Tandemachsen	Alliance, BKT, Bridgestone, Firestone, Michelin, Mitas, Nokian, Rosava, Trelleborg, Vredestein	divers	<ul style="list-style-type: none"> hohe Flächenleistung hohe Auslastung auch durch Einsatzmöglichkeiten abseits des Moorgrünlandes vergleichsweise geringe Investitionskosten bei Nachrüstung des Fuhrparks Technik i.d.R. bekannt Hangtechnik: vergleichsweise leicht aber leistungsstark 	<ul style="list-style-type: none"> Zwillingsreifen: Aufwand für Montage/Demontage am Feldrand erhöhte Belastung der Achsen durch Breit-/Doppelbereifung komplizierte Bergung festgefahrener Maschinen bei hohen Maschinenmassen Delta-Laufwerke: bei Durchbruch der Grasnarbe/Fahrspuren ggf. Probleme aufgrund geringem Böschungswinkel; erhöhter Verschleiß bei Straßenfahrten
Traktoren mit Allrad- und Hundegangelenkung („Hangtechnik“); ggf. mit Breit-/Doppelbereifung oder Delta-Laufwerken	Aebi, Lindner, Reform, Rigitrac	ab etwa 100.000-150.000€		
Raupenbasierte Spezialtechnik				
umgebaute Pistenraupen oder neu konzipierte Trägerfahrzeuge, Anhänger und Ballenpressen	De Vries Cornjum, Hanze Wetlands, Loglogic, Marsh Master, Meili, mera Rabeler, Prinoth, Wellink, Lindner, PRONAR	große Spanne von etwa 160.000-560.000€	<ul style="list-style-type: none"> äußerst geringer Kontaktflächendruck mittlerweile breites Angebot am Markt auch bei Überstau einsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> Investitionskosten und Erntekosten vergleichsweise hoch (46) hoher Transportaufwand (z.B. mittels Tieflader) gesteigertes Risiko von Narbenschäden bei Kurvenfahrten (47) ggf. Probleme aufgrund geringem Böschungswinkel

5. EINSATZBEREICHE DER MOORTECHNIK

Mittlerweile sind für die verschiedensten Ernteverfahren von Moorbiomasse technische Lösungen am Markt verfügbar. Pauschale Aussagen darüber, welche Technik für den jeweiligen Standort geeignet ist, sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet. Viele Faktoren können für oder gegen die Wahl bestimmter Maschinen und Ernteverfahren sprechen, wie Bodenzustand und Nutzungshistorie, Wasserstände im Jahresverlauf, Pflanzenbestände sowie der

Flächenzuschnitt, Zuwegungen und Verladeplätze.

Auf Basis von Befahrungsversuchen und dem Erfahrungsaustausch mit Landwirtschaftsbetrieben können die Angaben in der folgenden Tabelle als Orientierung für eine risikoarme Befahrung von Niedermoor-Grünland dienen.



Seggenreiche Nasswiese im NSG Zarth

Tabelle 8: Einsatzbereiche standortgerechter Technik zur Ernte im Sommer.

Die angegebenen Spannen der Wasserstände entsprechen den Wasserstandsmedianen im Sommerhalbjahr. Berechnungen des mittleren Kontaktflächendrucks (KFD) erfolgten mit dem online-Simulationsmodell „Terranimo“ unter Auswahl des Standardbodens „Moorboden“, der Feuchtigkeitsstufe „Feucht“ und dem zur Grünlandbefahrung empfohlenen maximalen Reifeninnendruck von 0,8 bar (48).

Technik	Einsatzbereiche für die Ernte im Sommerhalbjahr
Kleintechnik	flurnahe Wasserstände (0-20 cm unter Flur) möglich
	Stellen mit verringerter Tragfähigkeit (z.B. Bestandeslücken, alte Fahrspuren) ggf. umfahren
	vorzugsweise Kleinflächen
	große Flächen möglich (Pressen/Beräumung dann jedoch mit leistungsstärkeren Maschinen)
Leichte, angepasste Standardtechnik (Masse <4 t, KFD bis 300 g/cm²)	flurnahe Wasserstände (0-20 cm unter Flur) bei tragfähiger Grasnarbe möglich
	Flächenzuschnitt erfordert häufige Wendemanöver und Überfahrungen (narbenschonende Bereifung wählen, optional mit Allradlenkung)
Angepasste Standardtechnik (Masse 4-8 t, KFD bis 450-500 g/cm²)	Wasserstände von 20-45 cm unter Flur bei tragfähiger Grasnarbe möglich
	vorzugsweise größere Flächen
Raupenbasierte Spezialtechnik (KFD <200 g/cm²)	Wasserstände in Flur bis Überstau möglich
	auch bei verringerter Tragfähigkeit einsetzbar (kleinere Störstellen können i.d.R. überfahren werden)
	vorzugsweise größere Flächen bzw. Flächen mit günstiger Spurplanung (bei engen Kurvenradien und Manövrieren auf engem Raum hohe Belastung der Grasnarbe durch die Ketten)

6. EMPFEHLUNGEN ZUR WEITEREN RISIKOMINDERUNG VON SCHÄDEN AN GRASNARBE UND TECHNIK

Die Anpassung einzelner Technikkomponenten ist wenig erfolgreich, wenn weiterhin auch ungeeignete Maschinen in der Verfahrenslinie zum Einsatz kommen. **Es ist daher notwendig, die gesamte Technik, die für den Einsatz auf den sehr feuchten und nassen Moorflächen vorgesehen ist, durch Nachrüstung anzupassen oder geeignete Technik zu erwerben.**

Der für die Eignung der Landtechnik maßgeblich entscheidende **Kontaktflächendruck** kann bei bekannten Maschinenparametern beispielsweise mit dem online-Simulationsmodell „Terranimo®“ bestimmt werden. Die Achslasten können dafür bei den Maschinenherstellern erfragt und für Kombinationen mit unterschiedlichen Anbaugeräten und Anhängern berechnet werden. Falls möglich, ist das selbstständige Wiegen eine präzisere Alternative. Auch bei niedrigem Kontaktflächendruck gilt stets der Grundsatz, dass ein Fahrzeug mit **niedriger Radlast** – bei optimaler Bereifung – immer die bodenschonendere Alternative ist. Bodenschonende Technik ermöglicht im Übrigen nicht nur bei hohen Wasserständen ein sicheres Befahren, sondern verringert auch bei niedrigen Wasserständen die Gefahr von Bodenverdichtungen. Technik mit geringer Bodenbelastung sollte auch in Zeiten niedriger Wasserstände zum Einsatz kommen.

Zusätzliche Potentiale der Bodenschonung können durch **Absenkung des Reifenin-**

nendricks erzielt werden, wodurch sich die Kontaktfläche weiter vergrößert. Grundsätzlich sollte daher mit dem geringst möglichen Reifennendruck gefahren werden. Eine Unterschreitung des vom Hersteller empfohlenen Wertes ist jedoch unbedingt zu vermeiden. Um eine schnelle Anpassung zwischen Feld- und Straßenfahrten zu ermöglichen, kann eine Reifendruckregelanlage eine sinnvolle Ergänzung darstellen. Hinsichtlich der Bereifung ist der **Einsatz spezieller Grünlandreifen** oder auch Anhängerreifen empfehlenswert. Durch abgerundete Schultern und breite Stollen sind sie besonders narbenschonend. Auch für Raupentechnik gilt: **Form und Material der Kettenstege müssen narbenschonend sein.**

Auf dem Grünland selbst wird das Risiko tiefer Fahrspuren verringert, wenn konstante, der Tragfähigkeit und dem Biomasseaufwuchs **angepasste Arbeitsgeschwindigkeiten** gewählt werden und ein Aufstoppen in der Fläche vermieden wird. Zu geringe Fahrgeschwindigkeiten erhöhen die Zeitspanne, in der die Maschine den Boden belastet. Zu hohe Fahrgeschwindigkeiten können durch die entstehenden Bodenwellen ebenso zum Reißen der Grasnarbe führen. Besonders sensible Bereiche und durch frühere Bodenschäden verursachte **Störstellen können umfahren oder behutsam ausgemäht werden.** Letztlich mindern solche Bereiche mit ausgefaulten Grasnarben und Rohbodenstellen nicht nur die Tragfähigkeit sondern auch den Ertrag. Durch ein



Angepasste Standardtechnik bei flurnahem Wasserstand

abgestuftes Anheben der Wasserstände kann diesem Prozess vorgebeugt werden, indem die Bestandesumschichtung durch ein sukzessives Einwandern und Ausbreiten angepasster Arten (z.B. Seggen) gefördert wird.

Herausfordernd ist der Abtransport der Biomasse vom Feld insbesondere dadurch, dass die Anzahl der Überfahrten stark ansteigt je weniger Flächenzufahrten vorhanden sind. In solchen Fällen ist eine **Befestigung oder Neuanlage von Flächenzufahrten, Lager- und Übergabepätzen** ratsam. Gegebenenfalls kann der Einsatz von mobilen Fahrplatten an Zufahrten

sinnvoll sein. Neben den genannten langfristigen Maßnahmen muss sich aber stets auch die mittel- bis kurzfristige **Einsatzplanung vorab an den jeweils vorherrschenden Standortbedingungen ausrichten.** Unverzichtbar sind **erfahrene Maschintinnen und Maschinisten**, die dem Einsatz entsprechend ausgebildet sind oder werden und genügend Kenntnis über die speziellen Flächenverhältnisse besitzen.

7. AUSBLICK

Es ist schon jetzt ein breites Angebot von Kleintechnik, über Anpassungsoptionen von Standardtechnik, bis hin zu Spezialtechnik vorhanden. Höhere Investitionen sind jedoch insbesondere für kleine Betriebe und Betriebe mit wenigen Moorflächen schwer leistbar oder nicht rentabel. Eine Alternative kann künftig der Zusammenschluss in Maschinenkooperationen sein, in denen die Technik von mehreren Landwirtschaftsbetrieben gemeinsam genutzt wird.

Die frühzeitige Wahrnehmung von Agrarberatungen und der intensive Austausch mit (Moor-)erfahrenen Berufskollegen und -kolleginnen sind ausgesprochen hilfreich im Prozess der Umstellung hin zu einer zu-

kunfts-fähigen Moorbewirtschaftung mit hoher Wasserstandshaltung. Mit ergänzenden Standorterkundungen können dabei technische Lösungen für die anvisierten Bewirtschaftungsverfahren gemeinsam und zielgerichtet erarbeitet werden.

Umfangreiche Informationen für eine zeitgemäße Moorbewirtschaftung bietet auch der neue Ratgeber des MLUK „Brandenburgs Moore klimafreundlich bewirtschaften“ (37). Über die Richtlinie „Klima-/Moorschutz-investiv“ wird die Förderung von moorbodenschonender Technik, Nutzungs- und Verwertungsverfahren in Brandenburg fortgeführt (49).

8. LITERATUR

- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (Hrsg.) (2016) Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. 272 S. Stuttgart: Schweizerbart.
- Joosten, H., Brust, K., Couwenberg, J., Gerner, A., Holsten, B., Permien, T., Schäfer, A., Tanneberger, F., Trepel, M., Wahren, A. (2013): MoorFutures®. Integration von weiteren Ökosystemdienstleistungen einschließlich Biodiversität in Kohlenstoffzertifikate. Standard, Methodologie und Übertragbarkeit in andere Regionen. BfN-Skripten, Band 350. 130 S. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Närmann, F., Birr, F., Kaiser, M., Nerger, M., Luthardt, V., Zeitz, J. & Tanneberger, F. (Hrsg.) (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skripten 616. 341 S. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Bail-lie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Hernández Morcillo, M., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Re-venga, C., Sauer, J. R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.-C. & Watson, R. (2010): Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science* 328 (5982): 1164-1168.
- Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W., Fernandez-Manjarrés, J.F., Araújo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E.L., Guénette, S., Hurtt, G.C., Huntington, H.P., Mace, G.M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R.J., Sumaila, U.R. & Walpole, M. (2010): Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science* 330 (6010): 1496-1501.
- Minayeva, T., Bragg, O., Cherednichenko, O., Couwenberg, J., van Duinen, G.J., Giesen, W., Grootjans, A.P., Grundling, P., Nikolaev, V. & van der Schaaf, S. (2008): Peatlands and biodiversity. In: Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change (hrsg. v. F. Parish, A. Sirin, D. Charman, H. Joosten, T. Minayeva, M. Silivius, L. Stringer): 60-98. Global Environment Centre, Kuala Lumpur & Wetlands International.
- Prentice, R.C. (2011) The Peatland Biodiversity Management Toolbox: A Handbook for the Conservation and Management of Peatland Biodiversity in Southeast Asia - A Compilation. Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) and the Global Environment Centre, Selangor, 230 pp.
- Minayeva, T., Bragg, O.M. & Sirin, A.A. (2017): Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity. *Mires and Peat* 19: 1-36.
- Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hrsg.) (2014) Moore in Brandenburg und Berlin. 384 S. Natur+Text, Rangsdorf.
- Ssymank, A., Ullrich, K., Vischer-Leopold, M., Belting, S., Bernotat, D., Bretschneider, A., Rückriem, C. & Schiefelbein, U. (2015): Handlungsleitfaden „Moorschutz und Natura 2000“ für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten. In: Natura 2000 und Management in Moorege-bieten (hrsg. v. M. Vischer-Leopold, G. Ellwanger, A. Ssymank, K. Ullrich & C. Paulsch): S. 277-312. Naturschutz und Biologische Vielfalt 140. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Lamers, L.P.M., Vile, M.A., Grootjans, A.P., Acreman, M.C., van Diggelen, R., Evans, M.G., Richardson, C.J., Rochefort, L., Kooijman, A.M., Roelofs, J.G. M. & Smolders, A.J.P. (2015): Ecological restoration of rich fens in Europe and North America: from trial and error to an evidence-based approach. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society* 90 (1): 182-203.9. Leifeld J, Menichetti L. The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nat Commun* 2018; 9(1):1071. doi: 10.1038/s41467-018-03406-6.
- Leifeld, J. & Menichetti, L. (2018): The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature communications* 9 (1): 1071.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (2021): Ökosystemleistungen der Moore. <https://www.bfn.de/oekosystemleistungen-0> (letzter Zugriff: 8.9.2023).

14. IPCC (2018) Global warming of 1.5 °C. 32 S. Genf: Intergovernmental Panel on Climate Change.
15. Abel, S., Barthelmes, A., Gaudig, G., Joosten, H., Nordt, A. & Peters, J. (2019): Klimaschutz auf Moorböden: Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 03/2019 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X). 84 S.
16. Wittnebel, M., Frank, S., Tiemeyer, B. (2023). Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland Thünen Working Paper 212. doi: 10.3220/WP1683180852000.
17. Tanneberger, F., Appulo, L., Ewert, S., Lakner, S., Ó Broilcháin, N., Peters, J. & Wichtmann, W. (2020): The Power of Nature-Based Solutions: How Peatlands Can Help Us to Achieve Key EU Sustainability Objectives. *Advanced Sustainable Systems* 1: 1-10.
18. UNEP (2022): Global Peatlands Assessment – The State of the World’s Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands. Main Report. Global Peatlands Initiative. 418 S. United Nations Environment Programme, Nairobi.
19. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) (2014): Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe. Schriftenreihe Nachwachsende Rohstoffe 34. 1116 S. Gülzow-Prüzen, FNR.
20. BLZV (2021): Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/blzv_moorbodenschutz_bf.pdf (letzter Zugriff: 19.04.2023).
21. Succow, M. & Joosten, H. (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. 622 S. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
22. LLUR (2012): Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. 37 S. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.
23. Osterburg, B., Tiemeyer, B. & Röder, N. (2018): Hintergrundpapier zum Moorbodenschutz und zur torf schonenden und erhaltenden Moorbodennutzung als Beitrag zum Klimaschutz. Thünen Working Paper 105. 23 S. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
24. Brunotte, J., Schmidt, W.A., Brandhuber, R., Busch, M., Honecker, H., Bug, J., Ebach, C., Schrader, S., Weyer, T. & Vorderbrügge, T. (2014): Gute fachliche Praxis - Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz. 2. Aufl. 119 S. aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz e.V., Bonn.
25. GMC & DVL (2021): Vorgaben zum Grünlanderhalt bei der Umstellung auf Paludikultur: Informationspapier. 9 S. Greifswald, Ansbach, Greifswald Moor Centrum, Deutscher Verband für Landschaftspflege e.V.
26. Tschardtke, T., Klein, A. M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. & Thies, C. (2005): Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. *Ecology letters* 8: 857-874.
27. Tanneberger, F., Birr, F., Couwenberg, J., Kaiser, M., Luthardt, V., Neger, M., Pfister, S., Oppermann, R., Zeitz, J., Beyer, C., van der Linden, S., Wichtmann, W. & Närmann, F. (2022): Saving soil carbon, greenhouse gas emissions, biodiversity and the economy: paludiculture as sustainable land use option in German fen peatlands. *Regional Environmental Change* 22: 69.
28. Schmidt, W. (1981): Kennzeichnung und Beurteilung der Bodenentwicklung auf Niedermoor unter besonderer Berücksichtigung der Degradierung. Leistung des Institutes für Futterproduktion Paulinenaue der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.
29. Prochnow, A. (1994): Verfahrenstechnische Grundlagen für die großflächige Landschaftspflege am Beispiel der Nütze-Nieplitz-Niederung. Dissertation, Forschungsbericht Agrartechnik der MEG, Nr. 265.
30. Kraschinski, S. (2001): Ein verfahrenstechnischer Beitrag zum angepassten Befahren von Niedermoorgrünland. Dissertation, Humboldt Universität Berlin.
31. Landgraf, L. & Schultz-Sternberg, R. (2001): Ökologische Bewertung der brandenburgischen Niedermoore - Auswertung digitaler Biotop- und Moordaten. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 10 (1), 17-28.
32. Roßkopf, N., Fell, H., Zeitz, J. (2015): Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. In: *Catena*, Vol. 133, p. 157-170.
33. Schultz-Sternberg R. & Zeitz, J. (1997): Entscheidungsmatrix als Handlungshilfe für die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in Niedermooren (= Fachbeiträge des Landesumweltamtes, Heft-Nr. 27). Potsdam: Landesumweltamt Brandenburg.
34. Zeitz, J. (2014): Prozesse und Auswirkungen einer entwässerungsbasierenden Moornutzung. In: Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hg.): *Moore in Brandenburg und Berlin*. Rangsdorf: Natur+Text, S. 113-122.
35. Blankenburg, J., Höper, H.H., Schmidt, W. (2001): Bodenphysikalische Eigenschaften und Wiedervernässung. In: Kratz, R. & J. Pfadenhauer (Hrsg.): *Ökosystemmanagement für Niedermoore - Strategien und Verfahren zur Renaturierung*. Ulmer Stuttgart: 81-91.
36. Luthardt, V. (2014): Gefäßpflanzenarten der Moore und der Feuchtgebietsarten mit enger Bindung an Moore in Brandenburg und Berlin. In: Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hg.): *Moore in Brandenburg und Berlin*. Rangsdorf: Natur+Text, Digitaler Anhang auf DVD II-3.
37. MLUK (2023): Brandenburgs Moore klimafreundlich bewirtschaften – ein Ratgeber für Anwender und Interessierte. Michael Succow Stiftung im Auftrag für Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK). Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbh, Potsdam.
38. Abel, S. & Kallweit, T. (2022): Potential Paludiculture Plants of the Holarctic. *Proceedings of the Greifswald Mire Centre 04/2022* (self-published, ISSN 2627-910X), 440 p.
39. Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C., Neubert, J. (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 05/2022 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X), 144 S.
40. Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J., Luthardt, V. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren – Steckbriefe für klima-schonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum (Hrsg.). Eberswalde/ Greifswald, 148 S.
41. Tölle, R., Prochnow, A., Kraschinski, S. (2000): Messverfahren zur Bewertung der Befahrbarkeit von Niedermoorgrünland. *Agrartechnische Forschung* 6 (2000) Heft 3, S. 54-61.
42. Schreiner, B.G. (1967): A technique for estimating the performance of tracked vehicles in muskeg. *Journal of Terramechanics*, Vol. 4, No. 3: 23-29.
43. Wiedow, D., Burgstaler, J. & Schröder, C. (2016): Befahrbarkeit nasser und wiedervernässter Niedermoore. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): *Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore*. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 59-62.
44. Wichmann, S., Dettmann, S. & Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: Wichtmann et al. (Hrsg.): *Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 63-70.
45. Schulte, K. H. (1955): Prüfung von Gitterrädern auf Dauerfestigkeit. Teil I. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, Agrartechnik Heft 10: 409-412.
46. Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre. Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 2. Auflage. Universität Greifswald, Greifswald.
47. Schröder, C., Dahms, T., Paulitz, J., Wichtmann, W., Wichmann, S. (2015): Towards large-scale paludiculture: addressing the challenges of biomass harvesting in wet and rewetted peatlands. *Mires and Peat*, Volume 16 (2015), Article 13, 1-18.
48. Berner Fachhochschule (BFH): Terranimo® expert. Online verfügbar unter <https://ch.terranimo.world/expert>
49. MLUK: Investitionen in eine klimagerechte Landnutzung und Entwicklung von organischen Böden – Klima-/Moorschutz-investiv. Online unter: <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/service/foerderung/fachuebergreifend/rl-klima-moorschutz-investiv/>
50. Fell, H., Roszkopf, N., Bauriegel, A., Hasch, B., Schimmelmann, M., Zeitz, J. (2015): Erstellung einer aktualisierten Moorkarte für das Land Brandenburg. TELMA, Band 45: 75-104.



IMPRESSUM

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)

Referat Öffentlichkeitsarbeit,
Internationale Kooperation

Henning-von-Tresckow-Straße 2 – 13, Haus S
14467 Potsdam

Telefon: +49 (0)331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de

Redaktion

Paul Mosebach, Friedrich Birr, Franz Wenzl, Vera Luthardt, Inga Schleip

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)
Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz

Satz

Giraffe Werbeagentur GmbH

Druck

dieUmweltDruckerei GmbH

Gedruckt auf Recyclingpapier, das mit dem BLAUEN ENGEL
und FSC ausgezeichnet ist.

1. Auflage, Juli 2024

1.000 Exemplare



natureOffice.com/DE-275-NL22791

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Zuwendungsempfängers wieder, diese muss nicht mit der Auffassung des Zuwendungsgebers übereinstimmen.

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)

Referat Öffentlichkeitsarbeit,
Internationale Kooperation

Henning-von-Tresckow-Straße 2 – 13, Haus S
14467 Potsdam

Telefon: 0331 866-7237

E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Internet: mluk.brandenburg.de



mluk.brandenburg.de
vimeo.com/mlukbrandenburg
x.com/MLUKBrandenburg

