



BRANDENBURGS MOORE klimafreundlich bewirtschaften

Ein Ratgeber für Anwender und Interessierte

mluk.brandenburg.de

BRANDENBURGS MOORE klimafreundlich bewirtschaften

Ein Ratgeber für Anwender und Interessierte

Inhalt

Einleitung – Der Weg zum Ziel	06
Der Weg zum Ziel 2030 – wo Brandenburg im Moorschutz stehen will	08
Entwässerte Moore schaden der Natur und langfristig auch den Menschen	10
Die Rolle der Moore im Klimaschutz	12
Brandenburgs genutzte Moore	16
Haben Moore in Brandenburg eine Zukunft?	17
Wie werden Moore nass bewirtschaftet?	21
Änderung der Moornutzung – ein Beispiel aus dem Oberen Rhinluch	23
Möglichkeiten für eine zukunftsfähige Moornutzung in Brandenburg	24
Verwertungsoptionen für Biomasse aus nassen Mooren	25
Nutzbarer Aufwuchs in nassen Mooren	30
Beispiele für Verwertungsmöglichkeiten von Moorbiomasse	32
Regionale und überregionale Kontakte für Paludikultur-Biomasseverwertung	33
Portraits Verwerter	36
Technikausstattung, Marktanalyse und technische Lösungen	38
Schritte zur Umsetzung	49
Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für nasse Moornutzung	50
Investive Finanzierungsmöglichkeiten für Landwirtinnen und Landwirte	52
Schlussfolgerungen für künftige investive Förderinstrumente	54
Technik in der Praxis – Zwischenergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der EFRE-Förderrichtlinie Moorschutz	55
Weiterführende Praxistipps	59
Links und Publikationen	60
Impressum	61

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Brandenburg ist mit seiner Moorfläche von 264.000 Hektar eine der moorreichsten deutschen Regionen. Allerdings wurden die Moore über Jahrhunderte durch Entwässerungssysteme für die landwirtschaftliche Nutzung urbar gemacht. Heute können nur noch etwa 165.000 Hektar als echte Moore klassifiziert werden, weitere 99.000 Hektar gelten als Moorfolgeböden. Dazu gehören Anmoore und Moorgleye. Von diesen kohlenstoffreichen und damit klimarelevanten Böden sind gegenwärtig etwa 42.000 Hektar in ackerbaulicher Nutzung. Weitere 167.000 Hektar werden als Grünland genutzt.

Angesichts der sich verschärfenden Folgen des Klimawandels stehen wir vor der Herausforderung, die Potenziale der Moore, insbesondere für die Regulierung des Wasserhaushalts, wieder stärker zu nutzen. So hat die Landesregierung Brandenburg am 14. März 2023 das unter Federführung des Umweltministeriums erarbeitete Moorschutzprogramm verabschiedet. Es vereinbart Ziele und beschreibt den Handlungsbedarf und die künftige Herangehensweise für die Umsetzung des Moorschutzes im Land. Mit der Verabschiedung des Programms wollen wir auch die in den 1990er Jahren begonnenen Bemühungen um die Revitalisierung von Mooren verstärken. Landwirtinnen und Landwirte sind hier wichtige Verbündete. Neben der Sicherung der noch wenigen naturnahen Moore kann durch eine moorerhaltende und moorschonende Bewirtschaftungsform auf weiterhin genutzten Flächen das Wasser in der Landschaft und der Kohlenstoff im Boden gehalten werden. Dies ist für die Erreichung der Klimaneutralität Brandenburgs von entscheidender Bedeutung und wird daher auch ein wichtiger Baustein im Klimaplan sein.

Die Abflüsse müssen so reguliert werden, dass auf Moorflächen so lange wie möglich hohe Wasserstände für eine landwirtschaftliche Nutzung erhalten bleiben.



Die Umstellung der landwirtschaftlichen Betriebe von einer entwässerungsbasierten Bewirtschaftung auf eine moorschonende beziehungsweise moorerhaltende Bewirtschaftung ist für landwirtschaftliche Betriebe eine Herausforderung. Ökonomisch sinnvolle und stabile Wertschöpfungsketten für Biomasse aus nassbewirtschafteten Moorflächen sind notwendig, um eine moorschonende Bewirtschaftung langfristig auf tragfähige Grundlagen zu stellen. Die vorliegende Broschüre bietet einen ersten Überblick und stellt bereits erfolgreich erprobte Verfahren vor.

Axel Vogel
Minister für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz

Potsdam, August 2023

Einleitung – Der Weg zum Ziel



Intakte Moore sind ganzjährig wassergesättigte Ökosysteme. Der Mensch hat sie im Laufe der Technikentwicklung durch Entwässerung urbar gemacht und damit ihre Funktion in der Landschaft erheblich geschädigt. In nassen Mooren wachsen Pflanzen, die optimal an die Standortbedingungen angepasst sind. Den Kohlenstoff für den Aufbau ihrer Biomasse beziehen sie wie alle Pflanzen aus der Atmosphäre. Sterben komplette Pflanzen oder auch nur Teile von ihnen ab, geraten diese und der in ihrer Biomasse eingebaute organische Kohlenstoff unter permanent wassergesättigte Bedingungen.

Daher kann die Biomasse, vor allem die unterirdischen Pflanzenteile wie Wurzeln, Radizellen und Rhizome, unter Luftabschluss nicht völlig von Mikroorganismen zersetzt werden. Es entsteht Torf. Über Jahrtausende hinweg sind in Mooren so bis zu mehreren Metern mächtige organische Schichten aufgewachsen. Insofern funktionieren natürliche Moore über lange Zeiträume als Kohlenstoffsinken, da sie mit ihrem Torfkörper dem globalen Kohlenstoffkreislauf Kohlenstoff dauerhaft entziehen.

Werden Moore entwässert, kehrt sich ihre Funktion in der Landschaft komplett um. Aus Kohlenstoff- und Nährstoff-Senken

werden Kohlenstoff- und Nährstoffquellen. Die Belüftung des Torfkörpers durch den abgesenkten Moorwasserstand führt zur mikrobiellen Umsetzung der Torfe. Der gebundene Kohlenstoff wird dabei hauptsächlich in Form von Kohlenstoffdioxid (CO₂) als langlebiges Treibhausgas (THG) in die Atmosphäre freigesetzt. Dort wirkt es, ähnlich wie Glas und Folien in Treibhäusern, reflektierend für Wärmestrahlung und heizt den globalen Klimawandel an. Neben der Emission von CO₂ kommt es auch zu Nährstoffausträgen, zur Verschlechterung der Wasserleitfähigkeit in den oberen Bodenschichten und zu einem Verlust von produktiver Fläche durch Moorschwind (Verlust an Geländehöhe und Moorboden durch Sackung, Schrumpfung, mikrobielle Umsetzung und Erosion). Nicht zuletzt sterben moortypische Artengemeinschaften von Pflanzen und Tieren komplett aus.

In der Vergangenheit wurden Moore in Europa und Deutschland großflächig entwässert und damit auch der überwiegende Anteil der Moore zerstört (in Deutschland liegt dieser Anteil bei 85 Prozent). Die bisherige Moornutzung durch den Menschen führt durch die damit einhergehende Degradierung der Moorböden in eine Sackgasse. In einer Zeit, in der Brandenburgs Landschaft Wasser nötiger braucht denn je, sind Moore als Wasserspeicher

und Rückhalteräume zunehmend verloren gegangen und an vielen Stellen bis an den Grundwasserspiegel entwässert worden. Hinzu kommen die Umweltbelastungen durch Nährstoffausträge und hohe Treibhausgasemissionen, die fortwährend enorme gesamtgesellschaftliche Kosten verursachen. Insbesondere für den Klimaschutz in Brandenburg spielt der Moorschutz eine zentrale Rolle: Ohne großflächigen Moorschutz ist die Klimaneutralität nicht zu erreichen und ohne Klimaneutralität sind die Lebensgrundlagen der nachfolgenden Generationen gefährdet.

Insgesamt geht man in Brandenburg von einer noch vorhandenen Fläche kohlenstoffreicher Böden im Umfang von etwa 264.000 Hektar aus. Die Auswertung geologischer Karten und moorkundlicher Daten zeigt eine Größenordnung einer ehemaligen Moorfläche von über 280.000 Hektar. Die intensive entwässerungsbasierte Nutzung der Moorflächen in Brandenburg führte durch Torfsackung und Mineralisation zu grundlegenden Veränderungen der brandenburgischen Moorlandschaft. So können heute entsprechend der bodenkundlichen Kartieranleitung noch etwa 165.000 Hektar als echte Moore angesprochen werden. Etwa 99.000 Hektar der ehemaligen Moorfläche Brandenburgs können heute nur noch als Moorfolgeböden, dazu gehören Anmoore und Moorgleye, angesprochen werden.

Sollen Moore erhalten und die Umweltbelastung durch die Moorbewirtschaftung auf ein Minimum reduziert werden, ist ein grundsätzlicher Wandel in der Nutzung von Mooren vonnöten. Die Wasserstände der Moorflächen müssen dafür angehoben und die Nutzung an diese neuen Standortbedingungen angepasst werden. Es werden Pionierinnen und Pioniere gebraucht, die einen Anfang machen und sich verantwortlich den Herausforderungen stellen, um sich und zukünftigen Generationen eine

Tabelle 1: Verlust von 61.000 Hektar Moor in Brandenburg bis 2023 durch Entwässerung

Organische Böden	1934/1965 [ha]	2023 [ha]
Moore	226.000	165.000
Moorgleye, Anmoore, Moorfolgeböden	46.000	99.000
Summe organischer Böden	272.000	264.000

Existenzgrundlage auf und mit den Mooren zu erhalten. So stellt sich die Herausforderung, den langjährigen Entwicklungsprozess in Technik und Verfahren in der entwässerungsbasierten Landwirtschaft im kommenden Jahrzehnt aufzuholen, damit die nasse, moorerhaltende Bewirtschaftung für Betriebe rentabel wird. Landwirtinnen und Landwirte dürfen damit nicht allein gelassen werden.

Diese Broschüre soll einerseits über Hintergründe zum Wandel in eine zukunftsfähige Nutzung von Mooren informieren, Möglichkeiten zur nassen Bewirtschaftung von Mooren aufzeigen, praxisnahe Beispiele mit Landwirtinnen und Landwirten in Brandenburg zusammenbringen und zum anderen die derzeit vom Land Brandenburg bereitgestellten Hilfen und Programme darstellen.



Der Weg zum Ziel 2030 – wo Brandenburg im Moorschutz stehen will

Moore prägen viele Landschaften in Brandenburg. Ihre Bewirtschaftung trägt in diesen Regionen zur Existenzsicherung landwirtschaftlicher Betriebe bei. Die Bedeutung von nassen Mooren für den Wasserhaushalt, den Rückhalt von Nährstoffen, den Klimaschutz und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen ist so groß, dass sich immer mehr Menschen um deren Schutz beziehungsweise deren Wiederherstellung bemühen. Im Ergebnis der Pariser Klimakonferenz 2015, werden Maßnahmen ergriffen, um Moore auf großer Fläche für Natur und Mensch langfristig zu erhalten.

Die Zielstellung, bis 2045 Klimaneutralität zu erlangen, stellt Brandenburg vor immense Herausforderungen, die nur mit gebündelten Kräften aller relevanten Akteure erfolgreich gemeistert werden können. Als ersten Zwischenschritt auf dem Weg zur Klimaneutralität wurde von Bund und Ländern die Bund-Länder-Zielvereinbarung „Klimaschutz durch Moorbodenschutz“ gemeinsam erarbeitet (Stand 2011¹). Darin wurde vereinbart, die jährlichen Treibhausgasemissionen aus Moorböden in Deutschland bis zum Jahr 2030 um 5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente zu reduzieren. Das Land Brandenburg hat einen Anteil an der Moorfläche Deutschlands von rund 15 Prozent. Damit ergibt sich für Brandenburg das Ziel, die Emissionen aus Moorböden um mindestens 750.000 Tonnen CO₂-Äquivalente bis zum Jahr 2030 zu senken. Zur Erreichung dieses Zieles bietet das brandenburgi-

sche Moorschutzprogramm einen abgestimmten Rahmen aller Aktivitäten des Moorschutzes im Land. Neben dem Moor- und Klimaschutz liegt dabei ein Schwerpunkt auch auf der Stabilisierung des angespannten Landschaftswasserhaushaltes.

Die Umstellung von einer überwiegend entwässerungsba- sierten hin zu einer die oberirdischen Abflüsse reduzierenden, moorschonenden und moorerhaltenden Bewirtschaftung ermöglicht die Erhaltung von Moorböden auch für kommende Generationen (siehe Abbildung 1).

Das heißt aber auch, dass sich in der Zukunft die Bewirtschaftung an den Standort anpassen muss und nicht, wie bislang praktiziert, der Standort an die Form der Bewirtschaftung. Ein „weiter so wie bisher“ führt unweigerlich zum Verlust der landwirtschaftlichen Produktionsgrundlagen. Mit der Erhaltung und Weiterführung der Nutzfläche unter moorerhaltenden Bedingungen tritt die Sicherung der eigenen Zukunft und die der Kinder oder Nachfolger in den Vordergrund.

Es liegt an der heutigen Generation in Zusammenarbeit mit allen Beteiligten, den lange andauernden sprichwörtlichen Graben zwischen Moorschutz und Moornutzung zu schließen. Auch wenn die Nutzung einiger Teilflächen durch Wiedervernässung stark eingeschränkt beziehungsweise die Nutzung dieser Flä-

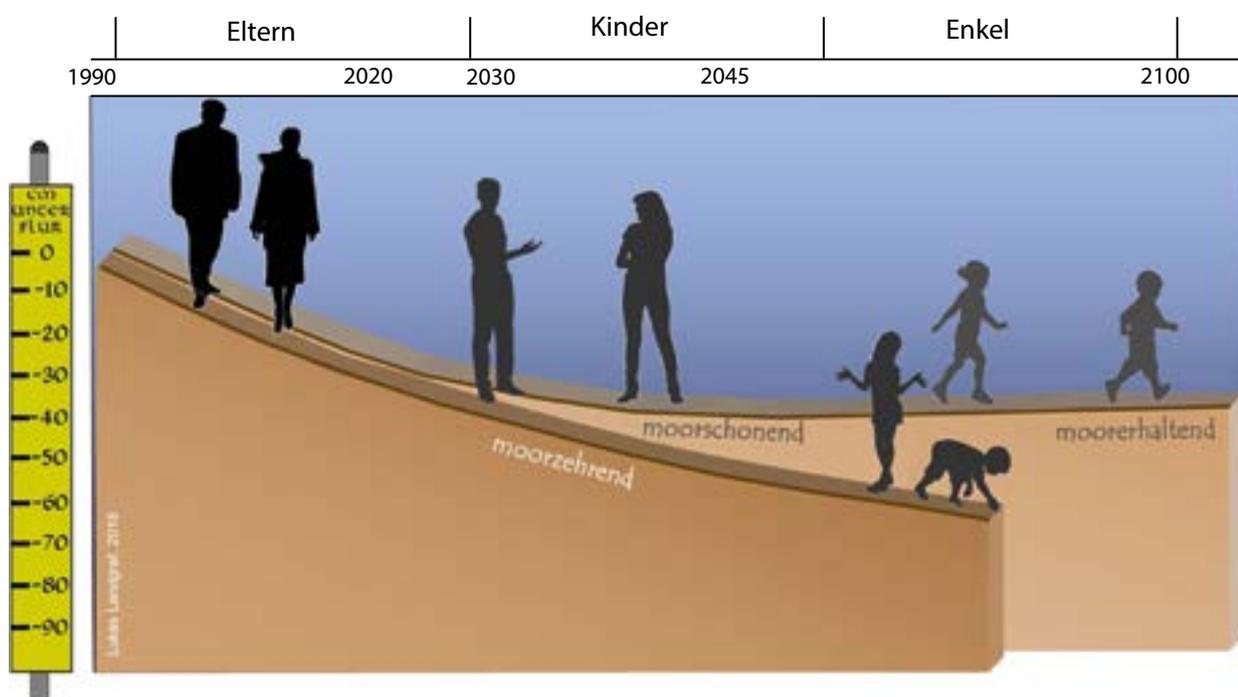


Abbildung 1: Generationsübergreifende Nutzungsumwandlung auf Mooren: Selbst unter moorschonender Stauhaltung findet immer noch mäßige Moor- beziehungsweise Torfzehrung statt bei durchschnittlichen Wasserständen um -40 cm unter Flur werden im Schnitt immer noch circa 20 Tonnen CO₂ Äquivalent pro Hektar und Jahr an Treibhausgasen emittiert (siehe Abbildung 6, Seite 13). Zielführend für die klimaneutrale Bewirtschaftung von Mooren, sind nur moorerhaltende durchschnittliche Wasserstände von um -10 cm unter Flur bis in Flur.
Grafik: Lukas Landgraf (2018)

chen schwerpunktmäßig auf Biodiversitätsziele ausgerichtet wird, kann sich die Gesellschaft die Nutzungsaufgabe aller bewirtschafteten Moorflächen nicht leisten. Vielmehr gilt es jetzt, gemeinsam den Erhalt von Moorbodensubstanz auch unter angepasster nasser Bewirtschaftung nachhaltig anzupacken – zum Vorteil aller, insbesondere der zukünftigen Generationen.

Untersuchungen im Zusammenhang mit der Klimaplanerarbeitung für Brandenburg bestätigen, dass sich insbesondere durch Wasserstandsanehebungen in Brandenburger Niedermooren sehr hohe Treibhausgasreduzierungspotenziale realisieren lassen. Es wird von einem Beitrag in Höhe von etwa 4,2 Millionen CO₂-Äquivalente zur Erreichung der Klimaziele bis 2045 ausgegangen. Auf Grund der erst langfristig wirksam werdenden Maßnahmen im Zusammenhang mit der Wiedervernässung von Mooren können bis zum Jahr 2030 zunächst nur geringere Minderungseffekte erzielt werden. Dabei spielt die Umwandlung von Ackerflächen auf Moorstandorten in Grünland oder die Etablierung von standortgerechten Gehölzen eine wichtige Rolle.

In Bezug auf die Erreichung der Ziele für 2040/2045 ist davon auszugehen, dass eine notwendige Erhöhung des Wasserstands auf über 140.000 Hektar Niedermooreflächen sowie die Umwandlung von Acker- zu Grünland mit anschließender Wasserstandsanehebung auf weiteren 40.000 Hektar erforderlich ist. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass angesichts der bereits gegenwärtigen Folgen des Klimawandels, die in Brandenburg insbesondere lange Trockenphasen und Wassermangel bewirken, zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar ist, ob das Wasserdargebot für die anvisierten Ziele der Wiedervernässung/Wasserstandsanehebungen ausreichen wird.

Große Anstrengungen von allen Beteiligten sind nun erforderlich, um diesen Weg zu gehen. An dessen Ende profitieren nicht nur Klima, Wasserhaushalt und Moore, sondern alle. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit existenzsichernde Formen der Moornutzung einzuführen.

Das Land Brandenburg steht den Beteiligten bei der Umstellung auf eine nasse Moorbewirtschaftung aktiv zur Seite. Erste Schritte wurden mit einer aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) finanzierten Förderrichtlinie getan, welche die Landwirtinnen und Landwirte beim Erwerb und dem Einsatz standortangepasster Bewirtschaftungstechnik unterstützt hat. Das Förderangebot wurde nur zögerlich angenommen, da bei der Ausgestaltung der Förderrichtlinie existenzielle Bedarfe von Landwirtinnen und Landwirten noch nicht hinreichend berücksichtigt wurden und eine bessere Planungssicherheit gewährleistet sein muss.

Das Signal an Landwirtinnen und Landwirte war jedoch klar: Sie werden bei der Umstellung auf eine standortangepasste Bewirtschaftung nicht allein gelassen. Die Erfahrungen aus der Umset-

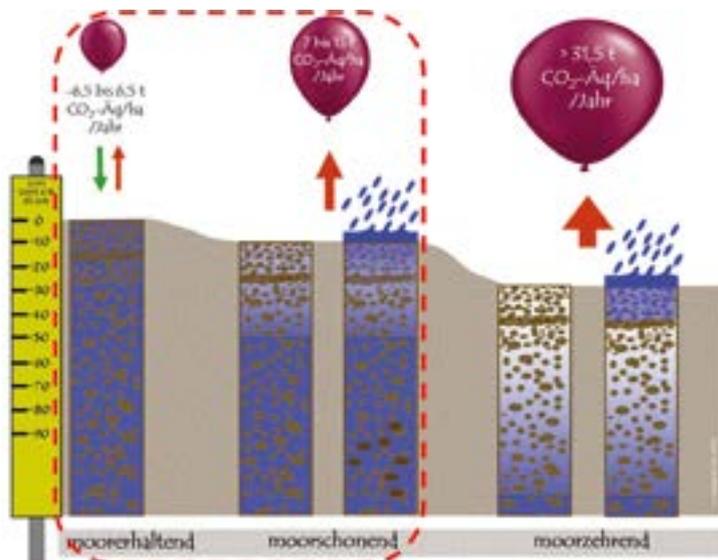


Abbildung 2: Klimawirkung der Entwässerungsstufen auf Mooren und Ziele des Pariser Klimaabkommens (2015) und des Landes Brandenburg (2021). Klimaziele basierend auf Paris 2015 bis 2030: Reduzierung der Emissionen von etwa 6,5 Mio. t CO₂-Äq/a um 1 Mio. t → mindestens 40.000 Hektar entwässerte Moorfläche auf flurnahe Wasserstände bringen. Ab 2045: klimaneutrale Bewirtschaftung der Moore. Grafik: Lukas Landgraf (2018)

zung der EFRE-Förderrichtlinie „Moorschutz“ haben neben den Klimaschutzwirkungen wichtige Erkenntnisse erbracht, die die Entwicklung einer gezielteren und bedarfsgerechteren Förderrichtlinie ermöglicht haben. Dieses Förderinstrument wurde im November 2022 in Kraft gesetzt. Damit wurde in Brandenburg eine wirksame Unterstützungsmöglichkeit für den notwendigen Umstellungsprozess geschaffen.

Mit der seit Juli 2023 abrufbaren Förderrichtlinie „Klima-/Moorschutz – investiv“ können auf Moorflächen wirtschaftende Betriebe in Brandenburg nun eine umfangreiche Förderung beantragen um die notwendige Umstellung der Bewirtschaftung gestalten zu können.

Die vorliegende Broschüre soll für diesen Prozess Lösungswege aufzeigen. Sie bietet Hilfestellungen für praktizierende Landwirtinnen und Landwirte, die auf Moorböden wirtschaften. Die Broschüre richtet sich in diesem Sinn aber auch an Beschäftigte in Behörden und der Wasserwirtschaft, sowie an Menschen in Moorregionen und überhaupt an alle Interessierte.

1 Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz (2021)
Link: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Klimaschutz/moorbodenschutz-blzv.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Quellen:
LfU (Landesamt für Umwelt) 2022: Kurzfassung Moorschutzfachkonzept als Beitrag zur Umsetzung des Klimaplanes in Brandenburg - Varianten, Maßnahmen und Arbeitsplan für den Moor-Klimaschutz, Referat W 26, Lukas Landgraf: 36. S. + Anlagen

IÖW 2022: Gutachten zum Klimaplan Brandenburg
Kap 3.8 Szenarien für ein klimaneutrales Brandenburg – Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft
Entwurf, Stand: 14.10.2022
Studie im Auftrag des Landes Brandenburg, vertreten durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH: 43 S.

Entwässerte Moore schaden der Natur und langfristig auch den Menschen



In vielen Regionen Brandenburgs findet bereits ein Rückgang der landwirtschaftlichen Produktivität auf entwässerten Mooren großflächig statt. Der Geländehöhenverlust, ausgelöst durch die Entwässerung und den Moorschwind, führt durch lokal unterschiedliche Schwundraten zu einem starken Mikrorelief, welches ein gleichmäßiges Management erschwert. Oder die Bodenoberfläche ist bereits bis auf das Niveau der Vorflut abgesunken, was eine weitere Entwässerung nur mit hohen Schöpfwerks- und Polderkosten ermöglicht und somit eine immer weitere Entfernung von kosteneffizienter Bewirtschaftung bedeutet.

Der Einsatz von nicht standortangepasster, konventioneller Landmaschinentechnik hat in fast allen landwirtschaftlich genutzten Mooren durch Bodenverdichtung und Zersetzungsprozesse zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Stauschicht unterhalb der Graswurzelzone geführt. Es kann dadurch zur Ausbildung von zwei Wasserständen in einem Bodenprofil kommen (oberflächennahes Stauwasser, tiefer liegendes Grundwasser, siehe Abbildung 4). Nach Starkregenereignissen im Sommer kommt es zur Staunässe in Senkenlagen und zum Ausfaulen der Grasnarbe, obwohl der eigentliche Moorwasserstand deutlich tiefer liegt. Dies hat neben Produktionseinbußen auch eine Reduktion der Tragfähigkeit des Bodens zur Folge. In Trockenphasen mit niedrigen Wasserständen im Moorboden reißt der

kapillare Wasseraufstieg ab. Die mangelnde Wasserversorgung der Pflanzenwurzeln in der obersten Bodenschicht führt zu teils massiven Einbußen im Pflanzenwachstum.

Diese Probleme werden sich mit den durch den fortschreitenden Klimawandel häufigeren Dürre Jahren sowie einer steigenden Anzahl intensiver, sommerlicher Starkniederschläge noch verschärfen. Kulturen auf angrenzenden Mineralböden sind durch die Wasserspiegelabsenkung weniger gut mit Wasser versorgt.

Die Durchlässigkeit der Stauschicht ist abhängig vom Wassergehalt. Gelingt es, die Stauschicht feucht zu halten, prägt sich der Stau effekt wenig stark aus. Dabei halten bereits moorschonende (mäßig moorzehrende) Wasserstände, bei denen der kapillare Bodenwasseraufstieg noch bis an die Mooroberfläche reicht, die Stauschicht von unten feucht und verhindern die vollkommene Austrocknung des Oberbodens (siehe Abbildung 4). Jedoch erst mit flurnahen Wasserständen werden diese Prozesse gestoppt.

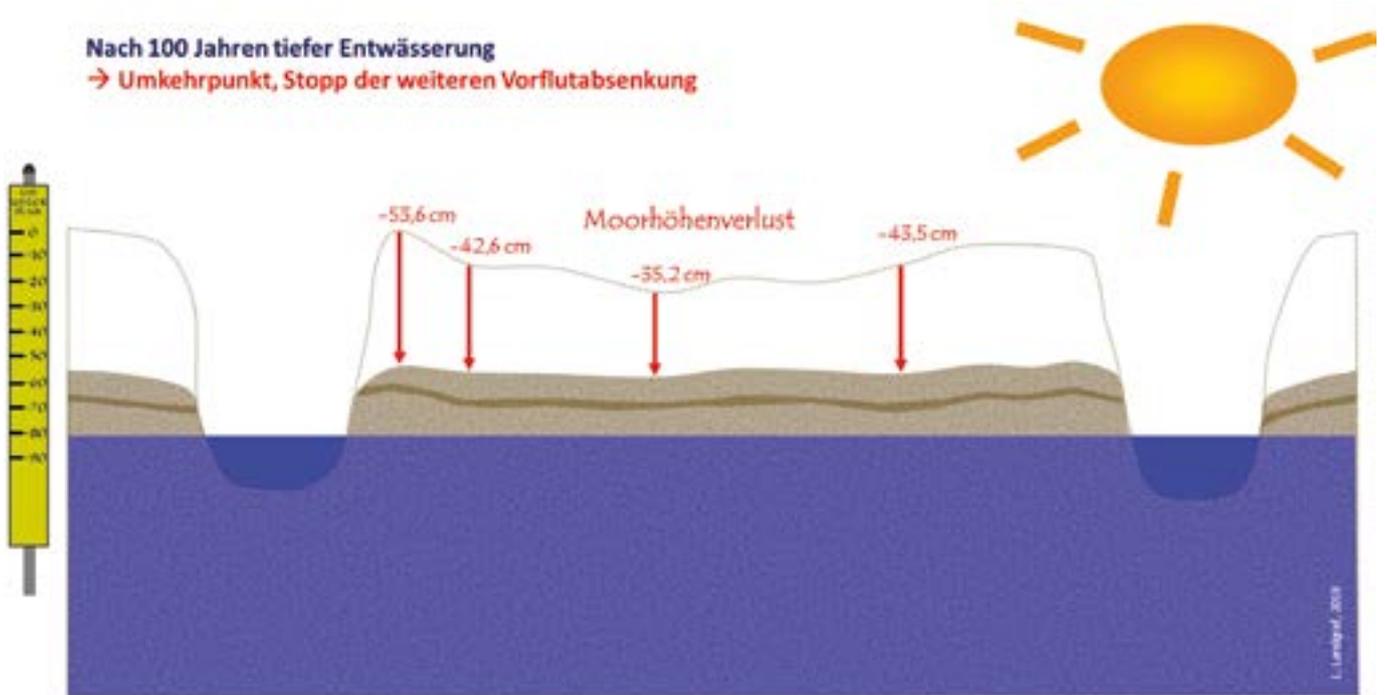


Abbildung 3: Errechnete Höhenverluste eines Moorprofils nach 100 Jahren gleichbleibender Entwässerungstiefe bis zum Punkt nicht ausreichender Vorflut – Endstation für die konventionelle Moorbewirtschaftung.
 Grafik: Lukas Landgraf (2020)

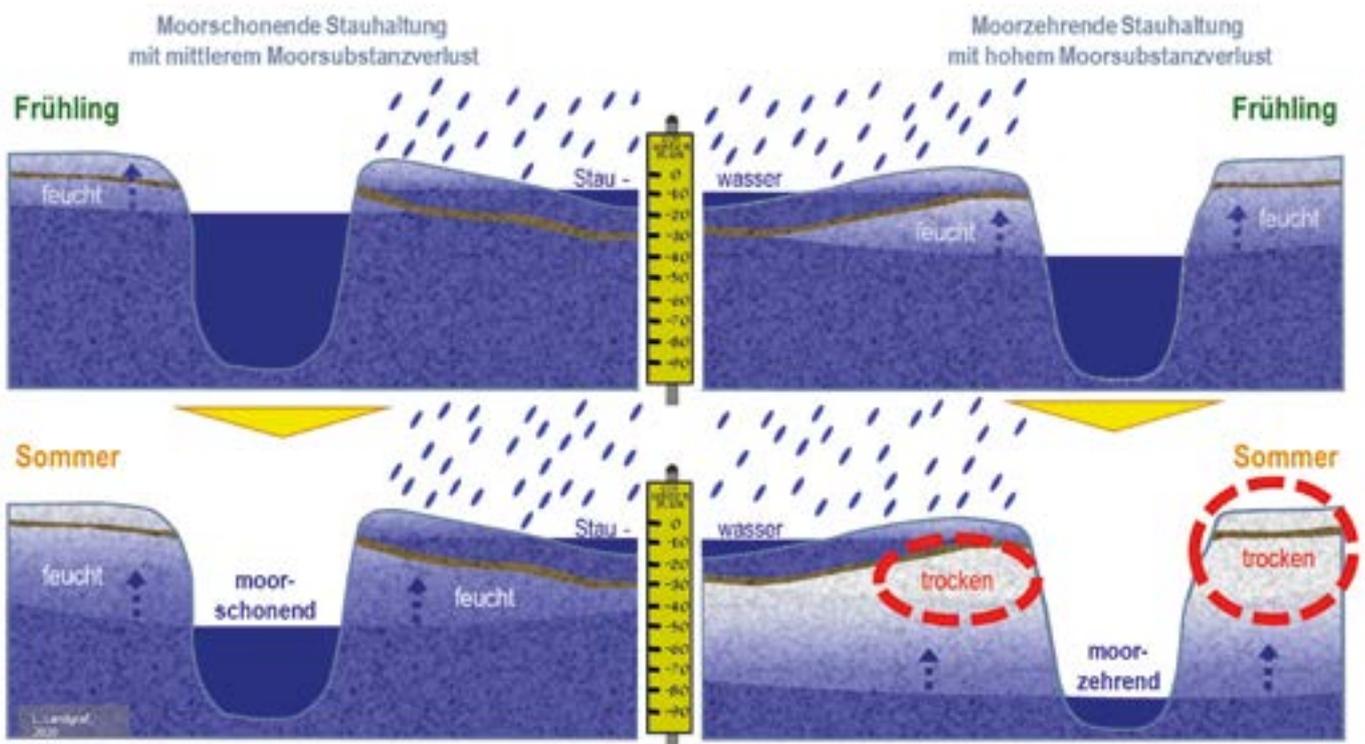


Abbildung 4: Vergleich des Wasserhaushalts eines Moorbodenprofils mit Stauschicht bei stark moorzehrenden und moorschonenden (mäßig moorzehrenden) Wasserständen jeweils im Frühling und Sommer
 Grafik: Lukas Landgraf (2020)

Die Rolle der Moore im Klimaschutz

Mit der Einigung auf das Pariser Klimaschutzabkommen im Jahr 2015 haben sich die Regierungen dazu bekannt, den globalen Temperaturanstieg auf deutlich unter 2 Grad Celsius, möglichst auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Das bedeutet für Deutschland und Brandenburg, dass in allen Sektoren alle vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen bis 2045 auf Netto-Null gesenkt werden müssen. Insofern müssen auch alle CO₂-Emissionen durch Moorentwässerung bis dahin gestoppt werden. Das bedeutet: Ohne die Wiederherstellung natürlicher Wasserstände (Wiedervernässung) in allen Mooren können die Ziele im Landnutzungssektor (LULUCF), zu dem die Emissionen von landwirtschaftlichen Böden gerechnet werden, nicht erreicht werden. Das Maßnahmenpaket des Brandenburger Klimaplanes wird dafür entsprechend großflächige Moorschutzmaßnahmen vorsehen.

Zu Lande sind Moore sehr raumeffiziente Kohlenstoffspeicher. Durch die stetige Wassersättigung der Torfschichten bleibt der in den abgestorbenen Pflanzenteilen enthaltene Kohlenstoff im wassergesättigten Torfboden konserviert und ist dem globalen Kohlenstoffkreislauf langfristig (im Idealfall für immer) entzogen. Dabei nehmen Moore lediglich 3 Prozent der weltweiten Landfläche ein. Im Vergleich dazu speichern alle Wälder der Erde auf 30 Prozent der Landoberfläche in etwa nur halb so viel Kohlenstoff.

Entwässerte Moore hingegen sind demzufolge unabdingbar Kohlenstoffquellen: Weltweit werden etwa 15 Prozent der Moore im entwässerten Zustand genutzt und diese verursachen auf einem unverhältnismäßig kleinen Teil der globalen Landoberfläche (circa 0,5 Prozent) derzeit jährlich circa 5 Prozent aller vom Menschen verursachten THG-Emissionen. Moore haben daher eine wichtige Rolle für den Klimaschutz. Deutschland gehört, global gesehen, zu den moorreicheren Ländern. Hier sind noch ungefähr 1,2 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in organischen Böden (Moor-, Torf- und Anmoorböden) auf einer Fläche von rund 1,8 Millionen Hektar gespeichert. Davon sind mehr als 90 Prozent entwässert und vor allem in land- und forstwirtschaftlicher Nutzung. Die entwässerten Moorflächen in Deutschland verursachen jährliche THG-Emissionen von etwa 53 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent. Das entspricht rund 6,7 Prozent der gesamten deutschen THG-Emissionen. Damit ist Deutschland im europäischen Vergleich auf Platz 2 nach Finnland bezüglich der THG-Emissionen aus entwässerten Moorböden. Brandenburg als eines der moorreichsten Bundesländer steht deshalb in besonderer Verantwortung.

In der Landwirtschaft in Deutschland sind lediglich 7 Prozent der bewirtschaftenden Gesamtfläche Moorböden. Diese verursachen allerdings 37 Prozent aller Treibhausgasemissionen aus der gesamten Landwirtschaft (siehe Abbildung 5).

In den besonders moorreichen Bundesländern wie Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Bayern und Schleswig-Holstein sind die Emissionen aus entwässerten Mooren teilweise höher oder in derselben Größenordnung wie jene aus dem Industrie- oder dem Verkehrssektor. So emittierten landwirtschaftlich genutzte Moorböden in Brandenburg mit circa 7,2 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent den gesamten Teil der Emissionen aus dem Landnutzungssektor LULUCF. Die im Rahmen der Erarbeitung des Klimaplanes erhobenen aktuellen Zahlen bestätigen diese Größenordnungen.

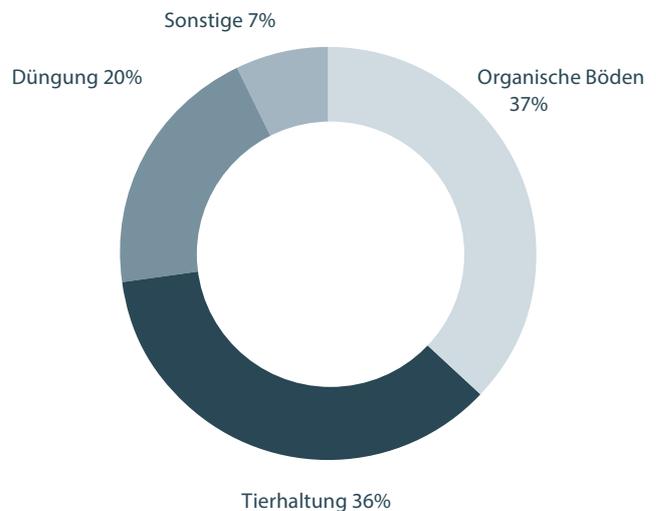


Abbildung 5: Anteil verschiedener landwirtschaftlicher Aktivitäten an den Gesamt-Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Deutschland

Aus wissenschaftlicher Sicht sollte durch eine fachgerechte Wiedervernässung zu Klimaschutzzwecken eine Einstellung der Wasserstände im langfristigen Mittel auf Flurhöhe und kurz darunter erreicht werden.

So werden Kohlendioxid und Lachgasemissionen gestoppt und die Bildung von Methan wird minimiert. Mit Hinblick auf Methanbildung ist langanhaltender Überstau in der Vegetationsperiode sowie die Verfügbarkeit von leichtzersetzbarer und proteinreicher Biomasse zu vermeiden. Dadurch lassen sich Methanspitzenemissionen verhindern.

Die gute Nachricht ist, dass man einen großen Teil des Problems mit einer Nutzungsumstellung auf verhältnismäßig kleiner Fläche in den Griff bekommen kann. Denn mit Anhebung der Wasserstände auf das Niveau vor der Entwässerung lassen sich die hohen THG-Emissionen von Moorflächen stoppen (siehe Abbildung 6). Eine besondere Bedeutung kommt dabei den Paludikulturen zu, darunter versteht man die Kultivierung von Biomasse

auf nassen beziehungsweise wiedervernässten Moorböden. Die Karte auf Seite 15 (Abbildung 7) zu Treibhausgasemissionen aus Moorböden in Brandenburg zeigt die Gebiete, in denen dringender Handlungsbedarf vorliegt.

Gesellschaftlich steht Deutschland hier vor einer enormen Herausforderung. In der Umsetzung bedeutet dies, dass jährlich 50.000 Hektar entwässerter Moore wiedervernässt werden müssen. Das kann nicht allein durch die Aufgabe bisheriger Nutzung erreicht werden. Um die klimapolitischen Ziele auf Moore zu übertragen, müssen alle an einem Strang ziehen. Dies verlangt die aktive, von der gesamten Gesellschaft mitgetragene Einbindung von Landnutzerinnen und Landnutzern, die für die Umstellung auf nasse Bewirtschaftungsverfahren Unterstützung über einen geeigneten rechtlichen wie förderpolitischen Rahmen benötigen, um beides realisieren zu können, den Erhalt von Mooren und eine wirtschaftlich tragfähige Produktionslandschaft gleicher Güte.

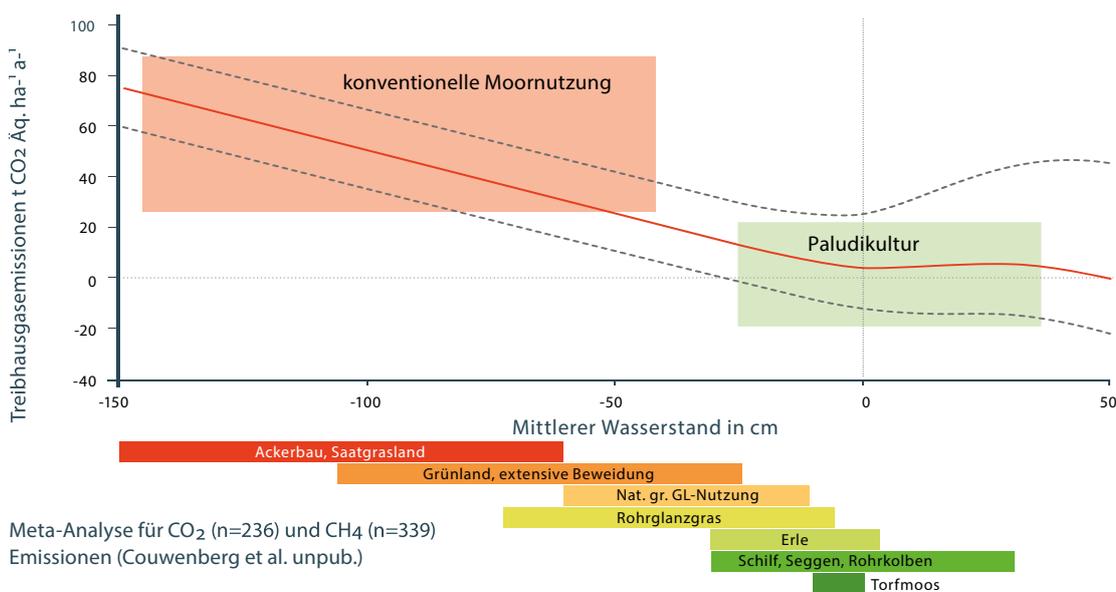


Abbildung 6: THG-Emissionen in Abhängigkeit vom mittleren Wasserstand und Bewirtschaftung in konventioneller Moornutzung und Paludikultur (Quelle: Succow, M. et al. 2022; auf Basis von Daten in Couwenberg et al. (2011) und Wichtmann et al. (2016), aktualisiert)

Wiedervernässung heute ist günstiger als Wiedervernässung morgen: Wie kann ein Emissionsminderungspfad für die genutzten Moore Brandenburgs aussehen?

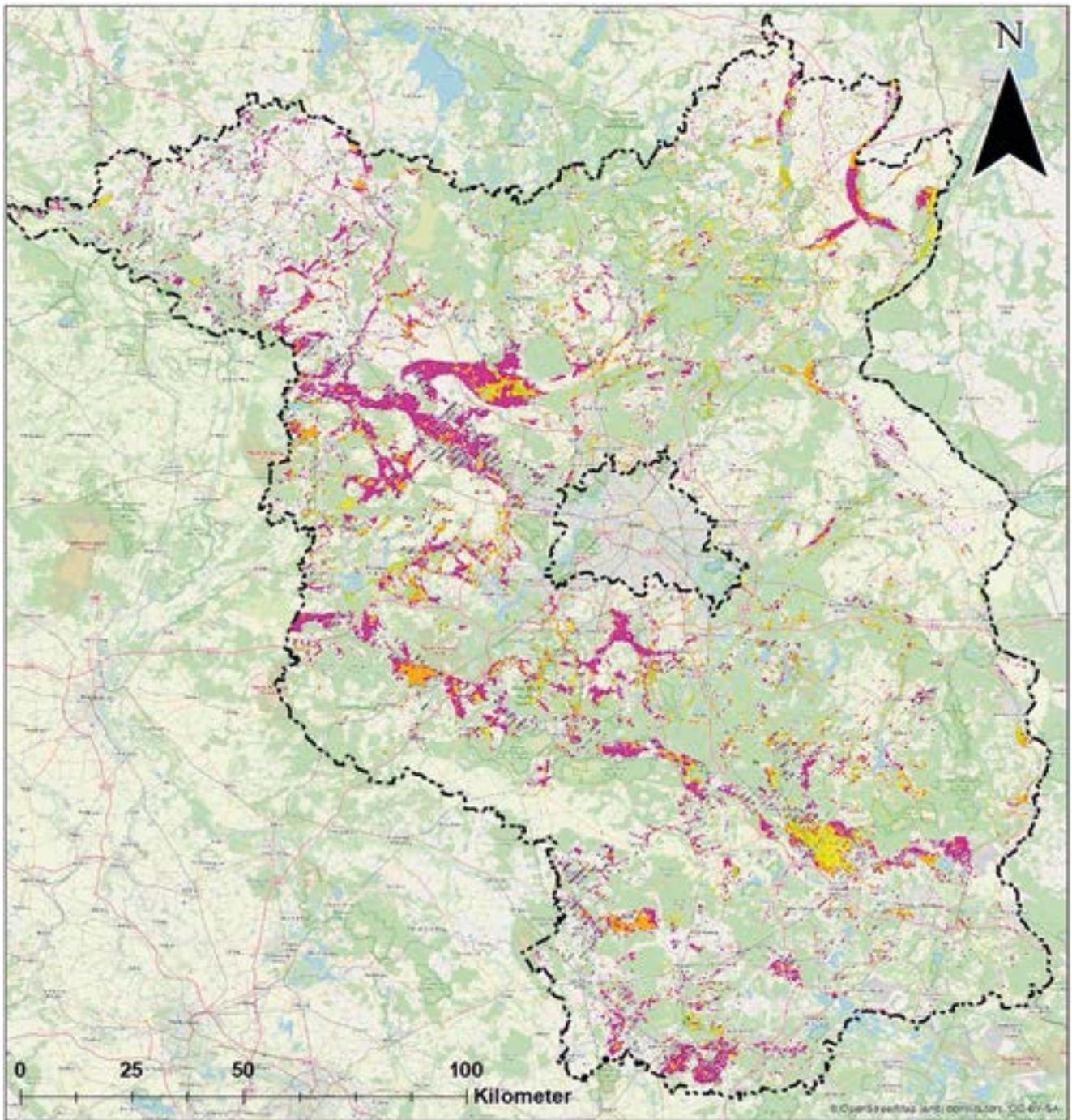
Ein sinnvoller Emissionsminderungspfad für Brandenburg muss die Umstellung der Ackernutzung auf moorerhaltende Bewirtschaftung als nasses Dauergrünland oder als Paludikulturanbau verfolgen. Zusätzlich dazu müssen große Teile der unter einer entwässerungsbasierten Intensivgrünlandbewirtschaftung ausgesetzten Flächen kosteneffektiv und betriebsverträglich auf moorerhaltende Bedingungen umgestellt werden. Ist dies nicht möglich, sollten diese zunächst in mindestens moorschonende (mäßig moorzehrende) Verfahren gebracht werden. Wenn sich alle Beteiligten bewusst werden, dass bis 2045 alle Moore flurnahe Wasserstände aufweisen müssen, um Klimaneutralität zu erreichen, und daraus wirksame Umsetzungsstrategien zu entwickeln, kann der Umstellungsprozess gelingen.

Anpassung an den Klimawandel durch nasse Moornutzung

Die Erreichbarkeit der Zielstellung, Moore wiederzuvernässen, wird wegen des klimawandelbedingten Wassermangels immer schwieriger (Häufung von Dürreperioden). Umso wichtiger ist es, diesen Kreislauf zu durchbrechen und weitere Entwässerungen

von Moorböden zu beenden und Wiedervernässungen voranzutreiben. Zusätzlich zur direkten THG-Emissionsverringerung, das heißt zum Klimaschutz, und zum Stopp von Moorbodenverlust leisten wiedervernässte Moore weitere wichtige Beiträge zur Anpassung an den Klimawandel. So fungieren sie als Wasserrückhalteräume nach Starkregen und Flutereignissen. Damit dienen Moore dem Hochwasserschutz und helfen den Landschaftswasserhaushalt auszugleichen. In Dürreperioden waren in den vergangenen Jahren auf Nasswiesen noch gute Heuernten möglich, wo an anderer Stelle Felder und Wiesen vertrockneten. Ein weiterer positiver Klimaanpassungseffekt, der von wiedervernässten Moorflächen ausgeht, ist durch die höhere Verdunstung der Feuchtgebietsvegetation gegeben, die für eine lokale Abkühlung der Landschaft sorgt. Nicht zuletzt wird durch nasse Moorflächen und Nutzung mit standortangepassten Arten und Bewirtschaftungsverfahren die moortypische Biodiversität gefördert. Damit wird auch der Umsetzung des von Deutschland ratifizierten Biodiversitätsabkommens Folge geleistet.





- Landesgrenze Brandenburg
- GWP [t CO₂ Äq./ha*a]
- >30
- >25-30
- >20-25
- >15-20
- >10-15
- >5-10
- <=5
- Mineralboden (ehem. Moor)
- versiegelt
- keine Daten

Abbildung 7: Treibhausgasemission aus Moorböden in Brandenburg: Die Karte zeigt die aktuellen Treibhausgasemissionen von Mooren in Brandenburg. Sie wurde auf Basis der derzeitigen Moorbodenverbreitung, dem Entwässerungsgrad und der aufwachsenden Vegetation beziehungsweise der aktuellen Nutzung im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz und des Landesamtes für Umwelt in Brandenburg erstellt.

Datengrundlage: CIR-Biototypen 2009 – Flächendeckende Biotop- und Landnutzungskartierung im Land Brandenburg (BTLN) – LfU, Stand: 2009
 Kartierdaten aus dem Netzwerk Moorschonende Stauhaltung (NeMoS) 2018-2020 – HNE Eberswalde, Stand: 2020
 Kartierung von Biotopen, gesetzlich geschützten Biotopen (Paragraph 30 BNatSchG in Verbindung mit Paragraph 18 BbgNatSchAG) und FFH-Lebensraumtypen im Land Brandenburg – LfU, Stand: 05.02.2020
 Open Street Map – Stand: 2020
 Selektive Biotopkartierung geschützter Biotope (Altbestand) – LUGV, Stand: 17.09.2009
 Referenzierte Moorkarte (2013) für das Land Brandenburg – LBGR Brandenburg, Stand: 07/2014
 Treibhausgas-Emissions-Standort-Typen (GEST) – Couwenberg et al. unveröff., Stand: 03/2019
 VG250 Bundesländergrenzen – Esri DE Open Data: BKG, Stand: 08.10.2020

Bearbeiter: Christoph Schwenck, Felix Reichelt
 Erstellt mit Arc Gis 10,6,1
 Alle Rechte vorbehalten





Brandenburgs genutzte Moore

Haben Moore in Brandenburg eine Zukunft?

Brandenburg weist eine große Vielfalt an grundwassergespeisten Mooren (Niedermooren) auf (siehe Abbildung 8). Nur Regenmoore sucht man hierzulande vergebens. Die Niederschläge reichen in den für Deutschland relativ warmen und trockenen Sommern nicht aus, um eine rein regenwassergespeiste Moorbildung zu befördern. Brandenburg liegt in einer subkontinental beeinflussten Klimazone mit stärkeren Schwankungen bei Temperatur und Niederschlag. Das macht – vor allem eiszeitlich bedingt – auch die Besonderheit der Feuchtgebiete in Brandenburg aus, in einem relativ niederschlagsarmen Land mit dennoch vielen Gewässern und Feuchtgebieten.

Brandenburg ist geprägt durch besonders viele flachgründige Moore, die weite Flächen verloren haben. Dieser Moorflächenverlust hat Dimensionen angenommen wie in keinem anderen Bundesland.

Auf großen Flächen, die früher Moore waren, ragt heute der mineralische Untergrund hervor. Nach dem Verlust der Torfsubstanz breitete sich der Ackerbau zunehmend auf den ehemaligen Moorflächen aus. Besonders deutlich lässt sich das im Havelländischen Luch erleben. Doch auch diese Gebiete bleiben grundwassernahe Standorte mit hohen flurnahen Wasserständen in nassen Jahren. Ackerbau ist dort oft nur zu halten, wenn das Wasser aus den Flächen oft schon früh im Jahr abgepumpt wird.

Die Nutzung des Moorgrünlands in Brandenburg war in den drei Jahrzehnten zwischen den 1960er und 1980er Jahren vor allem von intensiver Milchviehwirtschaft geprägt. Bekannt wurde die DDR-Initiative „Milchader Berlin“ zur Eigenversorgung der Bevöl-

kerung mit Milch, mit der vor allem die großen Luchgebiete für die Produktion erschlossen wurden.

In der DDR hatten Moore als Grünland vorrangig der Milchproduktion zu dienen. Das Bild der überall weidenden Schwarzbunten war prägend auf ostdeutschen Mooren. Nach der Wiedervereinigung wurden die riesigen Milchviehbestände deutlich reduziert, ein Prozess, der bis heute noch anhält. Dann kam eine Zeit mit vorherrschenden Mutterkuhherden und Grünlandextensivierung während gegenwärtig die Pferdehaltung immer mehr auf dem Grünland an Bedeutung gewinnt.

In Brandenburg ist für Landwirtinnen und Landwirte eine großflächige Nutzungsänderung auf Moorstandorten schwer mit ihrem Selbstverständnis als Lebensmittelherstellerinnen und Lebensmittelhersteller zu vereinbaren. So kann eine zukunftsfähige Umstellung nur gelingen, wenn alle verstehen, dass der Klima- und Moorschutz und die damit erforderlichen Anpassungen an die Bewirtschaftung der Moore auch eine große Chance darstellen, weil erstmalig etwas entsteht, was den Standort nicht „verbraucht“, sondern erhält.

In der Vergangenheit wurden nasse Moore eher als Nachteil für die menschliche Nutzung gesehen. Ertragszuwachs war immer mit Entwässerung verbunden, was noch heute an den Bewertungsvorgaben der Bodenschätzung zu erkennen ist. Es wird also einer großen Anstrengung bedürfen, diese Vorurteile aufzuklären. Dafür muss es noch viel mehr praxistaugliche Demonstrationsvorhaben mit entsprechender Breite an Methoden und Varianten geben, die Landwirtinnen und Landwirte sofort an-

Tabelle 2: Verbreitung der Nutzungsarten auf landwirtschaftlich genutzten Mooren (Quelle: Moorschutzprogramm Brandenburg 2023 abgestimmt mit dem Klimaplangutachten MLUK 2023)

Nutzungsart		Restmoorfläche Moore nach bodenkundlicher Kartieranleitung	Moorfolgeböden Anmoore und Moorgleye	Moore und Moorfolgeböden/ Kohlenstoffreiche Böden Aktuelle Fläche der kohlenstoffreichen Böden Brandenburgs
Landwirtschaftlich genutzt	Ackerwirtschaft	11.000	31.000	42.000
	Grünlandwirtschaft	110.000	57.000	167.000
Forstwirtschaft		30.000	8.000	38.000
Ungenutzte, torf- erhaltende, naturnahe Moore	Torfbildend	4.000	–	4.000
	Nicht torfbildend	5.000	–	5.000
Gewässerbegleitend/ Sonderstandorte		5.000	3.000	8.000
Summe		165.000	99.000	264.000

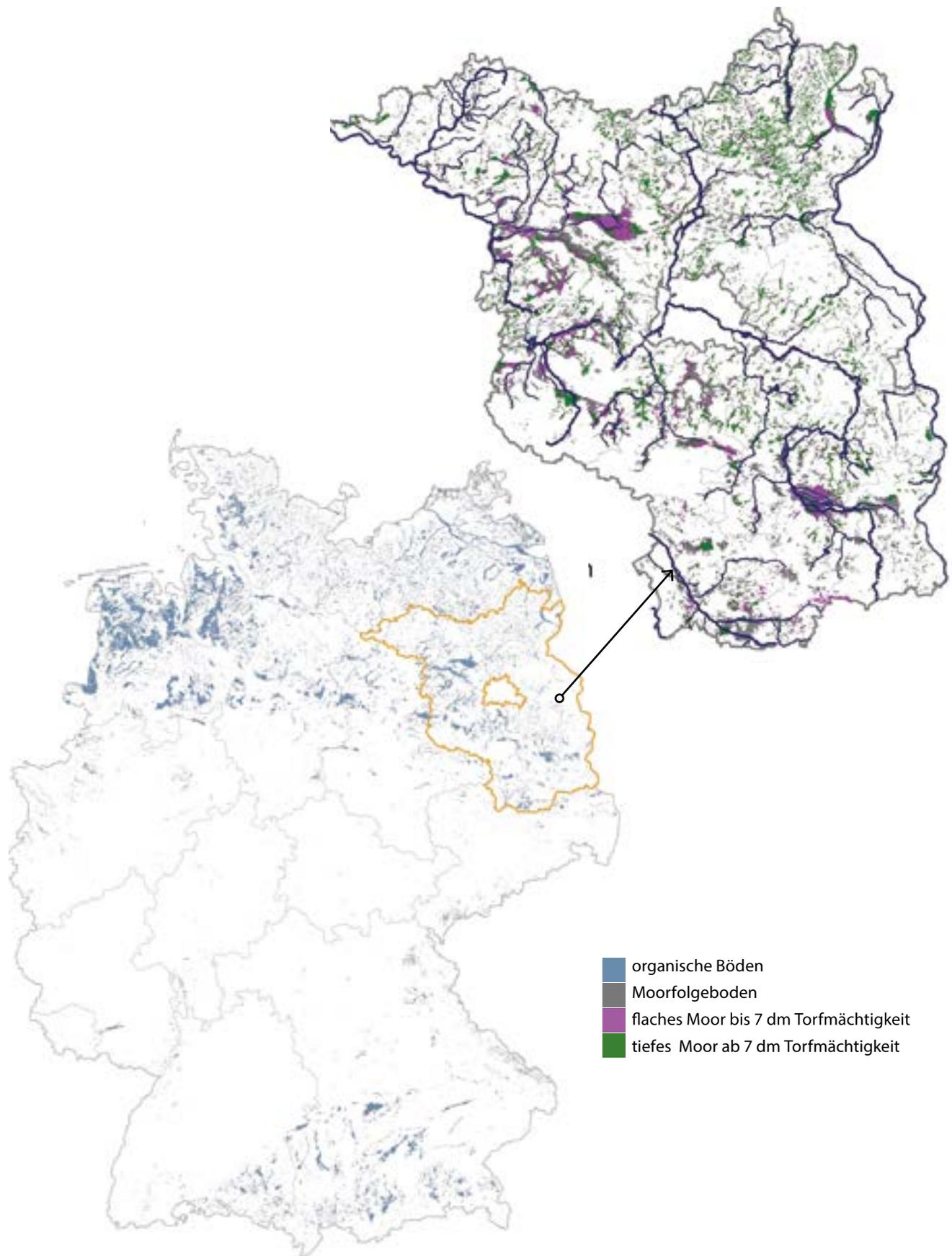


Abbildung 8: Übersicht der Moorverteilung in Deutschland und im Land Brandenburg
 (Quellen: Verbreitung organischer Böden in Deutschland Greifswald Tegetmeyer et al. 2021, Moorverbreitung in Brandenburg LBGR 2013)
 Tegetmeyer, C., Barthelmes, K.-D., Busse, S. & Barthelmes, A. (2021) Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands. 2., überarbeitete Fassung.
 Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2021 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X)

wenden können. Das Land Brandenburg wird solche Demonstrationsvorhaben in den kommenden Jahren umsetzen und unterstützen.

Werden Landwirtinnen und Landwirte nach Unterstützungsbedarfen für die Umstellung auf eine nasse Moornutzung gefragt, so nennen sie zu allererst, dass ausreichende wirtschaftliche Verwertungs- und Planungssicherheiten gegeben sein müssen.

Jede Anhebung des mittleren sommerlichen Wasserstands mindert die Moorhöhenverluste und die Klimagasemissionen. Erst jedoch mit sommerlich flurnahen Wasserständen kann dem Problem der schleichenden Moorhöhenverluste effektiv begegnet werden. Mit Wasserspiegelanhebungen ist bei konventioneller Nutzung oft ein Wertverlust der Moorflächen verbunden (Stichwort „nasse Enteignung“). Dem steht die schleichende Selbstvernässung der entwässerten Moorstandorte gegenüber. Denn tatsächlich führt die Moorentwässerung langfristig den Wertverlust der Fläche herbei, da durch den degenerierten Torfkörper die Wasserleit- und Wasserspeicherfähigkeit verloren geht und die Moorhöhe sinkt, was die Wasserregulierung bis zur Selbstvernässung einschränkt. Dies trifft zu, solange sich ausschließlich auf entwässerungsbasierte Nutzung orientiert wird.

Es wird daher Zeit, Wasserspiegelanhebungen in Mooren zum Erhalt der Torfsubstanz als Wertsteigerung der Flurstücke zu verstehen. Ganz sicher wird sich diese Sichtweise und Bewertung dann durchsetzen, wenn zunehmend mehr Wertschöpfungsmöglichkeiten auf der Basis der Bewirtschaftung nasser Moore entwickelt und praktiziert werden.

Schnell beendet werden sollten die tiefere Entwässerung und der rasante Torfverlust, welche hohe Treibhausgasemissionen zur Folge haben. Bei mittleren Wasserständen von höchstens 40 Zentimeter unter Flur reicht zumindest noch der aufwärtsgerichtete kapillare Bodenwasserstrom bis an die Bodenoberfläche. Dieser kann den oberflächennahen Torf zwar nicht mehr nass, aber feucht halten. Die Torfverlustraten sind dann mäßig hoch. Die Anhebung der Wasserstände auf Flurnähe auch im Sommer ist das Ziel des Moor- und Klimaschutzes. Dann wird Torf erhalten oder sogar neu gebildet. Erst die sommerlich nasse Mooroberfläche stoppt den Moorsubstanzverlust. Tabelle 3 zeigt einen Überblick der Entwässerungskategorien auf organischen Böden.

Wird das Wasser für die Erhaltung der Moore in Brandenburg ausreichen? Die Hauptphase des Jahres für die Grundwasserneubildung ist der Winter. Im Sommer zehrt die brandenburgische Landschaft von diesen gespeicherten Vorräten. Die größten Wasserspeicher sind die Grundwasserleiter, aus denen die Moore gespeist werden. Der Wasserrückhalt durch intakte Moore erhöht auch die Grundwasserstände in den Grundwasserleitern im Einzugsgebiet. Das erhöht das verfügbare Wasserdargebot in der Landschaft. Neben den Mooren sind Seen und Auen weitere wichtige Speicher in der Landschaft. Es kommt also sehr darauf an, mit gut gefüllten Speichern über den Sommer zu kommen, um Wassermangel zu vermeiden. Darauf muss die Wasserbe-

Tabelle 3: Überblick der Moorentwässerungsstufen (Landgraf 2022, Kurzfassung Moorschutzfachkonzept), Datengrundlagen GEST 2.0, Emissionsfaktoren: Felix Reichelt, GMC 2022, eine Restfläche von 29.575 Hektar konnte nicht in Wasserstufen differenziert werden.

Wasserstufen-kategorie Wasserstufen in Klammern	Kategorie	Median des Grundwassers im Sommer cm unter Geländeoberkante	Ganzjähriges Stauziel cm unter Geländeoberkante	Flächengröße [t CO ₂ -Äq./ha*a]	Emissionsspannen [t CO ₂ -Äq./ha*a]
1 (6+ bis 5+)	mooraufbauend bis moorerhaltend	höher als 10 → Ziel Moorschutz	ohne künstliche Entwässerung	9.132	0 bis 5
2 (4+, 4+/ 3+)	mäßig moorzehrend („moorschonend“)	10 bis 40 → Mindestziel	10 bis 30	29.815	5 bis 15,5
3 (3+, 3+/2+)	stark moorzehrend	40 bis 70 → Gute fachliche Praxis (aktuell)	40 und 50	62.257	15,5 bis 25
4 (2+ bis 2-)	sehr stark moorzehrend	ab 70 und tiefer → Tiefentwässerung	tiefer als 60	133.621	25 bis 50

wirtschaftung in den kommenden Jahren umgestellt werden, um den Folgen des Klimawandels erfolgreich zu begegnen. Dafür sollten die Stauhöhen an Wehren im Sommer nicht abgesenkt, sondern hochgehalten werden. Durch die Wasserspiegelanhebung in Mooren und grundwassernahen Flächen steht den Pflanzen mehr Wasser zu Verfügung, wodurch der Ertrag an Biomasse als auch die Verdunstung erhöht wird. Verdunstung hat dabei kühlende Effekte auf das Lokalklima.

Die folgenden Erkenntnisse aus der Wasserwirtschaft lassen sich ziehen:

- höhere Moorwasserstände dämpfen die Wasserstandsschwankungen und mindern Nährstofffreisetzungen
- höhere Wasserhaltung in Mooren bringt höhere Zuflüsse in Gewässer während der Trockenphasen mit sich und kann somit auch die Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie stärken
- höhere Zuflüsse in Gewässer können je nach Entwässerungsgrad der Moorböden, zur Eutrophierung der Gewässer führen, wenn durch die Wasserstandsanhhebung temporär Nährstoffe freigesetzt werden. Dieses Risiko kann durch Maßnahmen zum Nährstoffrückhalt reduziert werden
- hohe Wasserstände in Moor und Niederung bewirken eine Grundwasseranreicherung im Einzugsgebiet und wirken so den Folgen des Klimawandel entgegen

- Moore ohne Entwässerung sind wirkungsvolle Retentionsräume für Hochwasser

Unterm Strich profitiert die Wasserwirtschaft auf breiter Linie vom Moorschutz.

Auswertungen eines gekoppelten Grundwasserströmungs- und Bodenwasserhaushaltsmodells für das Randowbruch im Auftrag des Landesamts für Umwelt Brandenburg (BAH 2021) zeigen, dass bei vollem Wasserrückhalt im Moor und im Einzugsgebiet auch unter Berücksichtigung von Klimaszenarien fast 80 Prozent des Moores ohne weitere Torfverluste zu erhalten sind, während die übrigen Flächen noch bis zur Grundwasseroberfläche an Höhe verlieren würden. Es besteht die berechtigte Hoffnung, dass mit der Wiederherstellung und Stützung des Landschaftswasserhaushaltes auch viele Moorflächen in Zeiten des Klimawandels erhalten werden können.

Die Umstellung auf eine großflächig nasse Nutzung der Moore ist zu schaffen. Gerade in Ostdeutschland haben die Landwirtinnen und Landwirte schon einige große Herausforderungen und Anpassungen meistern müssen. Nun geht es darum, landwirtschaftlichen Betrieben alle verfügbare Unterstützung zu gewähren und den Erhalt von Moorlandschaften nachhaltig zu sichern.



Wie werden Moore nass bewirtschaftet?

Die Ausgestaltung der künftigen Europäischen Gemeinsamen Agrarpolitik (EU GAP) soll gewährleisten, dass in Zukunft landwirtschaftlichen Betrieben angemessene Ausgleichsmaßnahmen für die durch verantwortungsvolle nasse Moorbewirtschaftung bereitgestellten Ökosystemdienstleistungen zur Verfügung stehen. Bund und Länder sind in der Verantwortung, die Angaben zu Mooren im neuen Entwurf der GAP sinnvoll an die Besonderheiten der Bundesländer anzupassen und auszugestalten sowie mit entsprechenden Länderprogrammen zu flankieren (siehe Seite 50 f.).

Eine wesentliche Voraussetzung für die großflächige Umsetzung der nassen Bewirtschaftung von Moorböden ist ein neues Selbstverständnis von Landwirtinnen und Landwirten. Sie erbringen für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft notwendige Klimaschutzleistungen und tragen darüber hinaus zur Stabilität des Landschaftswasserhaushalts bei. Diese Leistungen müssen auch in der öffentlichen Wahrnehmung gesehen, anerkannt und letztlich angemessen entgolten werden. Die Produktion von klimaschonenden Erzeugnissen auf Moorböden kann ein neuer Betriebszweig für landwirtschaftliche Betriebe mit Moorflächen werden. Eine Betriebsumstellung oder -anpassung erfordert eine Neuorientierung der Bewirtschaftung und schafft ein neues und positiv besetztes Berufsbild, das des „Moor-Klimawirts“. Beispiel-Betriebe werden in der DVL Broschüre „Moor-Klimawirte – Zukunft der Landwirtschaft im Moor“ vorgestellt. Hier zeigen Betriebe, dass bereits jetzt eine nasse Moorbewirtschaftung möglich ist. Es sind Pionierinnen und Pioniere, die die Umstellung mit viel Sachverstand, Augenmaß und Verbundenheit mit ihren Flächen, aber auch mit einer gehörigen Portion Idealismus bereits geschafft haben.

Dazu sagt Lars-Andreas Sieh, praktizierender Landwirt:

„Eine Bewirtschaftung unter nassen Verhältnissen (hoher Stau) ist machbar, sowohl mit Tieren als auch per Mahd. Die Kunst ist, die Tiere nicht zu lange auf den Flächen zu belassen und sie öfter umzutreiben, damit die Grasnarbe nicht durchgetreten wird. Oder den Viehbesatz nach unten anzupassen, was bei einer extensiven Bewirtschaftung, die ich seit zwanzig Jahren in der Praxis umsetze, der Fall ist. Ich selbst habe damit schon Erfahrungen gesammelt, da an einigen Stellen meines Grünlandes das Wasser bis zur Oberkante Gräben angestaut ist. Durch den hohen Wasserstand ist gewährleistet, dass auch im Sommer noch Gras wächst. Wenn man seine Kühe in der Jugendentwicklung frühzeitig mit sehr viel rohfaserreicherem Futter ernährt, können die Tiere dies dann sehr gut umsetzen. Auch das Bergen mit angepasster Technik und das anschließende Verfüttern an Fleischrinder ist kein Problem. In Jahren, in denen wir viel Wasser im Randowbruch haben, die Gräben bis oben mit Wasser gefüllt sind, gedeihen die Kälber besser, da die Mütter mehr Milch haben. Sie können die Biomasse sehr gut zu Milch umwandeln. Es zeigt, dass mit Rindern trotz Wasserflächen auf den Wiesen, hier eine moorschonende Bewirtschaftung möglich ist. Bei der Technik sollte man versuchen,



die bisherige den neuen Gegebenheiten anzupassen, um nicht unnötige Ressourcen zu verschwenden. Bei nasser Bewirtschaftung könnte leichtere Technik mit breiteren Reifen eingesetzt werden. Wichtig dabei ist das Walzen der zertretenden Grasnarbe, um diese zum Befahren zu erhalten.“

Der praktizierende Moorklimawirt Sebastian Petri sagt dazu:

„Die Nutzung muss dem Standort angepasst werden, nicht anders herum“.

Für den jungen Landwirt aus dem Kremmener Luch im südöstlichen Teil des Rhinluchs (siehe Abbildung 9) muss sich da grundsätzlich etwas verändern:

„Es kann nicht sein, dass wir uns die eigene Produktionsgrundlage zerstören, das hat keine Zukunft“.

Als Heranwachsender hat er die Zerstörung der Landschaft im Rhinluch, vom elterlichen Betrieb aus beobachtet. Die Eltern beginnen 1995 in Zusammenarbeit mit Naturschutzverbänden mit einer der Pflege und dem Naturschutz gerechten Moornutzung. Heute bewirtschaftet Sebastian Petri mit seiner Familie insgesamt 280 Hektar Niedermoorfläche im Kremmener Luch. Kleinere Teile der Flächen werden mit Wasserbüffeln bewirtschaftet aber das Hauptgeschäft ist die Werbung und der Verkauf von Pferdeheu.

Von insgesamt rund 280 Hektar Niedermoorflächen, die Familie Petri im Kremmener Luch bewirtschaftet, werden im Jahr durch-

schnittlich 50 bis 60 Dezitonnen (Trockenmasse) Heu pro Hektar geerntet. Seit 1995 sind die Erträge stabil „und das ohne Düngung und Pestizid-Einsatz.“

Im Winter befährt er die Flächen ab November und Dezember mit Überstau, um genug Wasser für mittlere Sommerwasserstände von zirka 20 Zentimeter unter Flur vorzuhalten.

„Wenn im März/Mai die Pflanzentriebe die Wasseroberfläche durchstoßen, sinken die Wasserstände schnell auf 5 bis 10 Zentimeter unter Flur, allein durch das, was die Vegetation im Wachstum zieht.“

Der Überstau ist notwendig. Zum einen kommen mit dem Flutwasser Nährstoffe in das System und zum anderen könnten, ohne winterlich hohe Wasserführung, die mittleren Sommerzielwasserstände nicht erreicht werden.

„Brandenburg hat im Sommer nicht genug Wasser. Da können Moore quasi als Wasserspeicher genutzt werden.“

Bei der Bestandsaufstockung setzt der junge Landwirt auf Selbstsaat, vorwiegend von Rohrglanzgrasbeständen:

„Das funktioniert gut, wenn nach Fruchtreife der Schnitt erfolgt. Bei der Ernte werden die Samen dann gleich gut verteilt.“

Dort wo sich Seggen und Binsen durchsetzen, lässt Sebastian Petri dies zu, die standortsangepassten Arten sorgen nicht nur für moortypische Artenvielfalt, sondern bilden gerade an den nasserem, schwierigeren Standorten, die für die angepasste Bewirtschaftung im nassen Moor so wichtige dichte Grasnarbe mit einem starken Wurzelfilz. So bleibt die Funktion der Bewirtschaftung des Standortes mit dem angepassten Landmaschinenfuhrpark des Betriebes und der extra angeschafften Spezialraupe erhalten.

Moorschutz und nasse Nutzung von Mooren: Gewinne für beide Seiten

Unter nasser Bewirtschaftung werden in dieser Broschüre die Anbau-Paludikulturen und die nasse Grünlandbewirtschaftung auf bislang entwässerungsbasiert genutzten landwirtschaftlichen Moorflächen, verstanden. Klima- und Moorbodenschutzziel ist die Wiedervernässung aller organischen Böden (Moorböden). Eine Etablierung nasser Bewirtschaftung auf den Moorböden ist dann aussichtsreich, wenn Landwirtinnen und Landwirte Planungssicherheit auf ihren Wirtschaftsflächen besitzen und etablierte Paludikulturen in einer förderfähigen Kulisse verbleiben können. Mögliche Konflikte können durch eine sinnvolle Gesamtkonzeption in der Landschaft ausgeräumt werden. So können wiedervernässte und nass genutzte Moorstandorte als

Puffersysteme zwischen bestehenden Moorschutzgebieten und konventioneller Landwirtschaft dienen. Gut in den Landschaftswasserhaushalt eingebettet, können dabei Nährstofflasten in Schutzgebieten und Gewässern gemindert werden. Der Fokus von Paludikultur sollte auf bislang intensiv genutzten und tief entwässerten Moorstandorten liegen, die besonders hohen Klimaschaden verursachen. Durch die Wiedervernässung erhalten solche Flächen auch eine naturschutzfachliche Aufwertung. Die neu geschaffenen Wasserrückhalteräume tragen dazu bei, den Verlust von wechselfeuchten Habitaten durch zunehmende Sommertrockenheit abzumildern. Sofern die nasse Moorbewirtschaftung direkt oder mit Auswirkung auf Naturschutzflächen, wie NATURA 2000-Gebieten, stattfinden soll, muss die Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen Paragraph 12 der Konditionalitätenverordnung der Gemeinsamen Agrarpolitik überprüft werden. Sollten beispielsweise Wiesenbrüterhabitate von der Wiedervernässung betroffen sein, wird in der Regel die Einstellung nasser Bedingungen nicht auf der ganzen Fläche optimal zu realisieren sein, so dass auf der Wiedervernässungsfläche eher mosaikhaft wechselfeuchte Standorte zu entwickeln sind. Auch könnten angrenzende Flächen mit eingeplant werden auf denen der Wasserstand bis zu wechselfeuchten Bedingungen angehoben wird, um gegebenenfalls Ersatzhabitate für die Wiesenbrüter zu schaffen.

Durch Auftrags-Pufferzonenbewirtschaftung und Landschaftspflege in Schutzgebieten können zudem für beide Seiten nützliche Wechselwirkungen zwischen Naturschutz und Moorklimawirtinnen und Moorklimawirten entstehen. Über gezielte Naturschutzförderung beziehungsweise Agrarumweltprogramme können mosaikhafte Bewirtschaftungsverfahren gefördert werden. Somit werden Rotationsbrachen auf Teilflächen ermöglicht.

Änderung der Moornutzung – ein Beispiel aus dem Oberen Rhinluch

Mit der Komplexmelioration, dem staatlichen Großentwässerungsprogramm für die moorreichen Gebiete in der DDR, ist auch im zweitgrößten Moor Brandenburgs, dem Rhinluch, entwässerungsbasierte Moornutzung großflächig umgesetzt worden. Wird dort so weiter gewirtschaftet wie bisher, wird der Moorschwund mit 0,5 bis 1 Zentimeter jährlich zum großflächigen Verlust von konventionellen, landwirtschaftlichen Produktionsflächen führen.

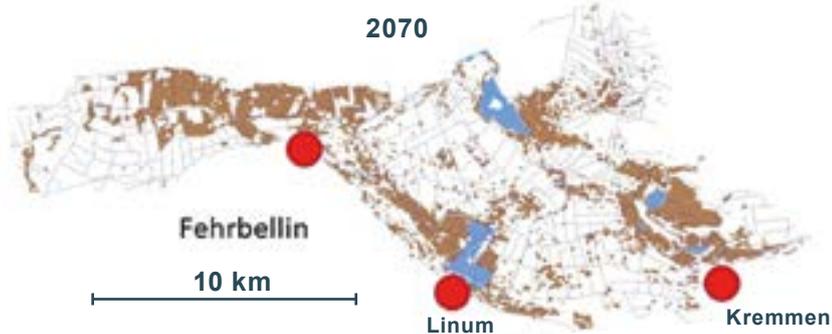
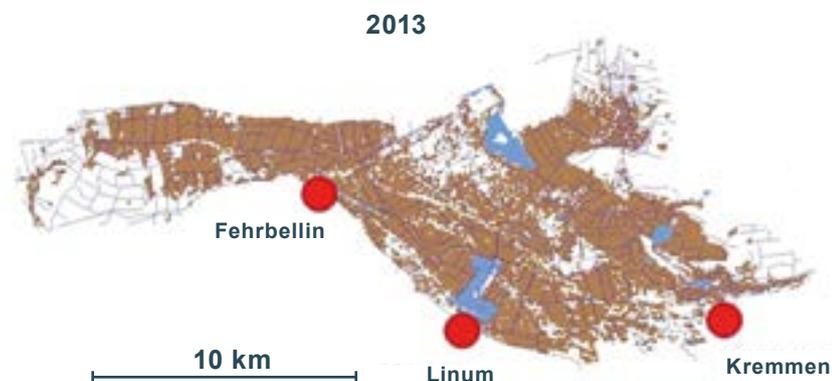
Aus den Praxiserfahrungen des im Kremmener Luch wirtschaftenden Landwirtschaftsbetriebs Petri leiten sich weitere Vorschläge für die Umstellung auf eine nasse Bewirtschaftung ab:

- Optimal für eine Bewirtschaftung der Flächen ist eine angepasste radbasierte Landmaschinenteknik in Kombination mit Spezialraupenfahrzeugen.
- Pferdeheunutzung eignet sich dort, wo die Biomasse-Qualität ausreicht. Geeignet hierfür sind Rohrglanzgrasbestände. Andernfalls kann das Heu auch als Einstreu verwendet werden. Bei Winterernte bieten sich für die Biomassen unterschiedliche stoffliche Verwertungsmöglichkeiten.
- In Zukunft können jährlich aufwachsende Biomassen als Lignin-Ersatzstoffe eine wichtigere Rolle auf dem Markt einnehmen. Der Nachteil von Holz ist einfach: bei der Ernte werden über 50-80 Jahre gespeicherter Kohlenstoffvorrat wieder aktiviert, bei den jährlich aufwachsenden halmgutartigen Biomassen hat man da keine Probleme, da diese Biomasse ohnehin nach einem Jahr wieder umgesetzt werden würde. Der Kohlenstoff in der Moorbilmasse kann bei der Veredelung zu Produkten noch über den Lebenszyklus der einzelnen Produkte hinweg gespeichert werden. Kommt diese Biomasse aus nasser Moorbewirtschaftung, so hat man durch den Schutz des Kohlenstoffs im Moorboden gleich doppelt zum Schutz des Klimas beigetragen.

Abbildung 9: Zwei Zeitschnitte zur Moorverbreitung im Oberen Rhinluch, dem zweitgrößten Moor Brandenburgs. Noch in den 1970er Jahren war vor Abschluss der Komplexmeliurations-Hochphase großflächig intakter Moorboden vorhanden. Im Szenario für 2070 sind, bei postulierter Fortführung der bisherigen Bewirtschaftungsweise, Resttorfauflagen nur noch in nicht mehr weiter entwässerungsfähigen Senkenlagen entlang der Flussläufe vorhanden.

(Grafik: Lukas Landgraf 2020)

Foto: geringmächtiger Resttorfauflage über Mudde im Kremmener Luch (Sebastian Petri)





Möglichkeiten

für eine zukunftsfähige
Moornutzung in Brandenburg

Verwertungsoptionen für Biomasse aus nassen Mooren

Für die Landwirtschaft auf Moorstandorten muss es in Zukunft nasse Bewirtschaftungsalternativen geben. Diese lassen sich über geeignete Anpassung der Förderpolitik und des agrarge-setzlichen Rahmens gegenüber herkömmlichen entwässerungs-basierten Verfahren wirtschaftlich darstellen. Mit der „ProMoor“ Richtlinie und der Agrar- und Klima-Maßnahme „Moorschonende Stauhaltung“ (siehe Seite 55 ff.) bietet Brandenburg Land-wirtinnen und Landwirten Anreize und Unterstützung für die ersten Stufen zum Beschreiten eines zukunftsfähigen Emissions-minderungspfads auf Moorstandorten. Als mögliche klimaneu-trale Bewirtschaftung von wiedervernässten Mooregebieten in Brandenburg ist Schilf bei mittleren Wasserständen über Flur am besten geeignet. Ebenfalls als gut zu bewerten sind Großseg-gen unter nassen Bedingungen und der Anbau von Rohrkolben. Unter sehr feuchten Bedingungen ohne dauerhaften Überstau sind Rohrglanzgras und Großseggen vor allem für eine stoffliche Verwertung geeignet. Auch tiergebundene Verfahren kommen auf solchen Standorten infrage. Allerdings weisen die letzteren Varianten jeweils etwas schlechtere Klimabilanzen im Vergleich zu Schilf, Großseggen und Rohrkolben auf nassen Standorten auf. Dafür sind sie oft, in Bezug auf Arten- und Biotopschutz, von großem ökologischem Wert. Feuchtgrünland und andere Bewirtschaftungsverfahren feuchter Standorte sind mäßig torf-zehrend und deshalb nicht für alle Moorstandorte geeignet. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht bedarf es weiterhin vor allem der Entwicklung von Produkten und Verwertungsketten für die in Paludikulturen erzeugte Biomasse, also eine Stärkung der Nach-frageseite für Biomasse von nassen Standorten. Hierfür ist eine enge Zusammenarbeit zwischen landwirtschaftlichen Betrie-ben, Unternehmen und der Forschung notwendig, um innovati-ve Ansätze zur Marktreife zu bringen und betriebswirtschaftlich lohnende Verwertungsketten zu etablieren.

Biomasse aus Paludikultur: Futtermittel, Baustoffe, Energiegewinnung

Bei den Biomassen aus nass genutzten Mooren sind derzeit Ernte und Verwertungsketten für Schilf, Rohrkolben, Rohrglanzgras, Seggen und sonstigen Nasswiesenaufwuchs bereits recht gut untersucht und vielfach im Pilotmaßstab schon in Umsetzung. Tabelle 4 gibt eine Übersicht zu Verwertungsmöglichkeiten von Biomasse aus Paludikultur. Aus betriebswirtschaftlicher und ins-besondere aus Klimaschutzsicht, sind stoffliche Verwertungsket-ten für Baustoffe oder materielle Zwischen- und Endprodukte, tiergebundenen und energetischen Verwertungsketten vorzu-ziehen. Zum einen kann eine höhere Wertschöpfung mit ver-edelten Produkten erzielt werden, zum anderen trägt die Fest-legung des Kohlenstoffs in Endprodukten für die Lebenszeit der Produkte zu einer zusätzlichen Verbesserung der Klimabilanz der Verfahren bei.

Eine Übersicht tiergebundener Verfahren gibt Tabelle 5. Ein standortangepasstes tiergebundenes Verfahren für extensive Nasswiesen ist zum Beispiel die Beweidung mit Wasserbüffeln oder die Verwertung der Biomasse als Einstreu im Tiefstreustall. Eine Weidehaltung von Robust-Rindern wie Galloway, Schotti-sches Hochlandrind oder von Gänsen im Umtriebsweidesystem, sowie die Gatterhaltung mit geeigneten Wildarten ist unter mä-ßig moorzehrenden Bedingungen möglich. Diese Bewirtschaf-tungsarten haben dann ihre Berechtigung, wenn eine vollstän-dige Wiedervernässung nicht möglich ist und die vorhandene betriebliche Ausstattung und Erfahrung aus der vormaligen entwässerungsbasierten Bewirtschaftung der Moore in Tierhal-tungsbetrieben weiter genutzt werden können. Mit Agrar-, Um-welt- und Klimamaßnahmen können zusätzliche Einnahmen ge-

Tabelle 4: Potentielle Verwertungsmöglichkeiten für Biomasse aus Anbau- und Nasswiesen-Paludikulturen auf Niedermoorstandorten. Farbliche Codierung: Grau – Verwertungsweg mittelfristig möglich / in der Entwicklung; Schwarz – bereits in Produkten am Markt etabliert / verfügbar (nach Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & Neubert, J. (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centum-Schriftenreihe).

Kultur/Biomasse	Schilf	Rohr-kolben	Rohrglanz-gras	Groß-seggen	Feucht (Nass)-wiesen	Erle
Tiergebundene Nutzungen	X	(X)	X	X	X	
Energetische Nutzungen	Biogas: Nassferment.		(X)	(X)	(X)	
	Biogas: Trockenferment.			X	X	
	Flüssige Energieträger	X	X	X	X	
	Verbrennung	X		X	X	X
Stoffliche Nutzungen	Bau- und Dämmstoffe	X	X	X	(X)	X
	Plattenwerkstoff (Möbel)	X	X	X	X	X
	Papier, Formteile	X	(X)	(X)	(X)	
	Plattformchemikalien					
	Bio- und Aktivkohle	X	X	(X)		(X)
	Torfersatz					X
	(Substrat für) Spezialkulturen	X	X	(X)		(X)
Extraktion seltener Erden, Phytoming			X		(X)	

neriert werden. Regionale und direkte Vermarktung von Fleisch aus extensiver Beweidung oder von landwirtschaftlicher Gatterhaltung ist im Einzugsbereich von Ballungszentren rentabel. So steigt beispielsweise die Nachfrage nach qualitativ hochwertigem, ökologisch und umweltverträglich produziertem Fleisch im Raum Berlin stetig. Als Futtermittel eignet sich Nasswiesen-, Seggen- und an Rohrglanzgras reiches Heu auch besonders für Pferde, wegen der Eiweißarmut. Proteinreiche Futtermittel für Fleisch- oder Milchproduktion lassen sich aus siliertem Rohrkolben oder Rohrglanzgras herstellen, wenn die Biomasse zu einem günstigen Zeitpunkt geerntet und als Silage vorgehalten wird. In Betrieben mit integrierter Stallhaltung kann die Nutzung von Nasswiesenheu von eigenen Flächen als Raufutter und Einstreu unter Umständen in den Betriebsablauf integriert werden. Die Energiegewinnung aus Biomasse ist immer auch mit ent-

sprechenden Treibhausgasemissionen verbunden. Das sollte künftig so weit wie möglich vermieden werden. Kohlenstoff-speichernde Nutzungsmöglichkeiten wie bei der stofflichen Verwertung sind vorzuziehen. Grundsätzlich sollte immer die spezifische Klimabilanz der Verwertungsverfahren/-anlagen im Vordergrund stehen. Dabei sind zukünftig Lösungen erforderlich, die eine positive Klimabilanz sichern, beispielsweise durch stufenweise Verwertung. Verfahrenstechnisch ist Energiegewinnung aus Paludi-Biomasse sowohl über Fermentationsverfahren als auch über Biogas möglich, sowie durch Produktion von flüssigen Energieträgern. Je nach Dimensionierung und Ausstattung der Verwertungsanlagen, Ernteflächenlage und Lagerkapazitäten sind Bearbeitungsschritte zur Komprimierung der Biomasse bei oder nach der Ernte (Ballen, Briketts, Pellets) zu bedenken, um Transport-, Lager-, und Energiebereitstellungskosten zu op-

Tabelle 5: Die Einsparungsmöglichkeiten von Treibhausgasemissionen nehmen von oben (Rohrkolben-Röhricht) nach unten hin ab (Feuchtweide) nach Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & Neubert, J. (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centum-Schriftenreihe

Übersicht tiergebundener Verfahren

Verfahren / Verwertung	Biomassen / Bewirtschaftungsformen	Erntezeit / Nutzungszeitraum	Produkt
Ausgleichsfutter für Milchvieh	Rohrkolben-Röhricht, Rohrglanzgras-Wiese	Sommerernte	Milch
Beweidung mit Waserbüffeln	Nasswiese, junges Schilf; Fokus auf Offenhaltung/Landschaftspflege	ganzjährig	Fleisch, Landschaftspflege
Einstreu	Nasswiesen Biomasse	Zweiter / später Schnitt	Heuballen, Pellets
Proteinhaltiges Futter f. Schweine und Milchvieh	Presssaft als Koppelprodukt aus stofflicher Faserverwertungen aus Rohrkolben, Nasswiesen-Biomasse, Schilf	Sommerernte	Fleisch
Landw. Gatterhaltung (Wild)	Nass- und Feuchtweide	Ganzjährig	Fleisch, Landschaftspflege
Raufutter für Mutterkühe/Jungrinder	Heu von Nass- und Feuchtweide	1. und gegebenenfalls 2. Schnitt	Fleisch
Pferdeheu	Heu von Nass- und Feuchtwiesen (unter anderem Rohrglanzgras)	zweiter / später Schnitt	Raufutter
Weide mit Gänsen	Feuchtweide	Umtriebsweide	Fleisch
Beweidung mit Robustrindern	Feuchtweide	Sommer	Fleisch
Beweidung mit Pferden	Feuchtweide	Sommer	Fleisch, Sport

Tabelle 6: nach Wichmann, S. & Wichtmann, W. (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). Institut für Botanik und Landschaftsökologie. Universität Greifswald. 190 S
https://mowi.botanik.uni-greifswald.de/doc/paludikultur/projekte/enim/enim_endbericht_2009.pdf
 FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) (Hrsg.) (2007): Leitfaden Bioenergie: Planung, und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. 4. Auflage, Gülzow. 353 S.
 Grütza, M. (2007): Analysebericht Erle – Holz. BTU Cottbus, Lehrstuhl Kraftwerkstechnik, unveröffentlicht. 1 S.

Ertrag ausgewählter Arten nasser Moorstandorte und ihre Heizwerte

	Einheit	Schilf	Rohrglanzgras	Seggen
Ertrag (Annahme)	t TM ha ⁻¹ a ⁻¹	3 – 25 (8)	2 – 15 (5)	~ 3 – 8 (4)
Heizwert (atro) (w=15 Prozent)	GJ t ⁻¹ TM GJ t ⁻¹ FM	17,5 14,5	16,5 13,7	18,3
Heizöläquivalent (brutto, w=15 Prozent)	l ha ⁻¹ a ⁻¹	3.200	1.900	1.700
Energieertrag	GJ TM ha ⁻¹ a ⁻¹	140	66	73
Energiemenge	MWh	38,9	18,3	20,3
Flächenbedarf je 100 kW Anlagengröße	ha 100kW ⁻¹	13	24,5	22

timieren. In der Regel ist davon auszugehen, dass die saisonal anfallende Biomasse für die Weiterverarbeitung ganzjährig bereitgestellt werden muss, um entsprechende Anlagen auslasten zu können. Dafür muss die Biomasse entweder trocken eingelagert oder als Silage vorgehalten werden. Sinnvolle Hybrid- und Kaskadennutzungen können beispielsweise die Ernte von Sommer-Biomasse aus nassen Wiesen und deren Verwertung durch Extraktion von eiweißhaltigem Presssaft als Kraftfuttermittelzusatz oder als Gärsubstrat in Biogas-Nassfermentationsanlagen sein. Mit der Prozesswärme bei der Biogasgewinnung kann der Pressrest getrocknet und zu Festbrennstoffen weiterverarbeitet werden (Pellets, Briketts). Auch lässt sich eine stoffliche Nutzung als Einstreu mit der Folgenutzung als Gärsubstrat oder als organischer Dünger kombinieren.

Der durchschnittliche Energiegehalt, für die direkte Verbrennung, liegt zwischen 17 bis 18 Megajoule pro Kilogramm (MJ pro kg, unterer Heizwert, siehe Tabelle 6) und ist damit vergleichbar mit Holz (18,5 MJ pro kg)¹, jedoch deutlich unter dem von Heizöl und Erdgas (42 beziehungsweise 40 MJ pro kg). Die Verbrennung halmgutartiger Biomasse zur Erzeugung von Wärme ist technisch etabliert, verschiedene Anlagenhersteller sind am Markt vertreten. Anlagengrößen variieren dabei von kleinen Hofanlagen, mit denen etwa Betriebsgebäude beheizt werden, bis hin zu mehreren Megawatt großen Anlagen, die Wärme (und zum Teil Strom) erzeugen und über Wärmenetze Stadtteile mit Wärme und Warmwasser versorgen. Das strohbasierete Bioenergiekraftwerk Emsland in Emlichheim, Niedersachsen, stellt jährlich zirka 45.000 Megawattstunden Wärme bereit. Das Heizwerk der Agrotherm GmbH in Malchin, Mecklenburg-Vorpommern, welches Heu von wiedervernässten Niedermoorstandorten verwendet, stellt etwa 3.700 Megawattstunden Wärme pro Jahr bereit. Die Biomasse muss trocken und lagerfähig sein, die anfallende Asche kann auch als Dünger aufbereitet und auf Mineralböden ausgebracht werden. Die thermische Verwertung von Biomasse aus Paludikulturen ist dort begünstigt, wo bereits Fernwärmenetze vorhanden sind.

Durch eine Umrüstung der Brennstoffkessel und Brennstoffzuführung könnten diese, ganz oder teilweise, mit Biomasse von Feucht- und Nassgrünland befeuert werden. Hierdurch würde ein Mehrwert für die heimische, möglichst regionale Wirtschaft und geringere Abhängigkeiten von Erdgasimporten entstehen.²

Eine Option der thermischen Verwertung ist die Gewinnung von Biogas aus der Vergärung der Aufwüchse in Nass- und Trockenfermentationsverfahren.³ In angepassten Nassvergärungsanlagen ist es grundsätzlich möglich, frische Biomasse oder Silage von Feucht- und Nassgrünland (Schilf, Rohrglanzgras, Seggen) als Co-Substrat⁴ für die Biogasproduktion zu verwenden. Die Gasausbeute ändert sich generell in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt, also dem Alter des Bestandes, aufgrund der Lignifi-



zierung der Biomasse. Die besten Biogas-Erträge sind dabei ein Kompromiss zwischen Biomassertrag, Methanerausbeute und Biodiversitätsschutz (Vorgabe von Ernteterminen). Außerdem muss die langfristige Wirkung zur Stabilität von Substraten im Fermenter hinzugezogen werden, da beispielsweise faserreiche, überständige Biomasse zu unerwünschten Nebenprodukten und Eigenschaften führt, die den Gärprozess negativ beeinträchtigen können.

Das Trockenfermentationsverfahren eignet sich besser für verholzte halmgutartige Biomasse, aufgrund der längeren Verweilzeiten und seiner Cellulose aufschließenden Vorbereitungsverfahren. Unter anderem liegen hier Erfahrungen zur Steigerung der Aufschlussmöglichkeit des Eingangsmaterials durch Zerkleinerung bei unterschiedlichen Ernteverfahren und der Verbesserung der Konservierung von Landschaftspflegematerial bei der Rundballenherstellung (Heu und Silage) vor. Diese sind durch verschiedene Ernteverfahren unter Berücksichtigung der vom Naturschutz vorgeschriebenen Erntezeitpunkten vorgegeben – wobei die einschürige Mahd Mitte Juli, die zweischürige Mahd Anfang Juni und Ende August stattfinden.⁵

Stoffliche Verwertungsmöglichkeiten bieten den Vorteil der Kohlenstoffbindung über die Lebenszeit der hergestellten Materialien und Produkte. Die Möglichkeiten der stofflichen Verwertung sind stark von den gewählten Vegetationszusammensetzungen und Bewirtschaftungsweisen abhängig und reichen in einem breiten Spektrum von Bau- und Dämmstoffen zu Faserstoffen bis hin zu Rohstoffen für die Weiterverarbeitung zu Papieren, Formpresskörpern oder Biokunststoffen. Im Folgenden werden in Kurzportraits zu ausgewählten Vegetationsbeständen die wichtigsten Verwertungsmöglichkeiten vorgestellt. Eine ausführliche Beschreibung der Verfahren liegt in Form von Steckbriefen vor, die an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) in Zusammenarbeit mit dem Greifswald Moor Centrum erarbeitet wurden.⁶ Die Tabelle 7 fasst die wichtigsten Informationen zu den einzelnen vorgestellten Verfahren zusammen.



1 Kaltschmitt, M., Hartmann, H. & Hofbauer, H. (Hrsg.; 2009): *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.*

2 Schröder, C.; Nordt, A.; Bork, L. (2017): *Entwicklung einer klimagerechten regionalen Energieversorgung durch Paludikultur am Beispiel des Landkreises Vorpommern-Rügen. Abschlussbericht BMEL-Modellvorhaben Land(auf)Schwung. DUENE e.V. Greifswald.*
Online verfügbar unter: <https://www.moorwissen.de/files/doc/Projekte%20und%20Praxis/landaufschwung/Endbericht%20Land%28auf%29Schwung.pdf>

3 Czubaszek, R., Wysocka-Czubaszek, A., Wichtmann, W., Banaszuk, P. (2021): *Specific Methane Yield of Wetland Biomass in Dry and Wet Fermentation Technologies. Energies* 2021, 14, 8373. https://www.researchgate.net/publication/356993012_Specific_Methane_Yield_of_Wetland_Biomass_in_Dry_and_Wet_Fermentation_Technologies#fullTextFileContent

4 Banaszuk et al 2020:
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.105643>

5 (Carius et al. 2011) Carius, W.; Främbis, H.; Hellberg, F. (2011): *Effizienzsteigerung von Grünlands substraten in der Biogasgewinnung unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Belange. Grünland FKZ 03KB029. Hg. v. BUND Landesverband Niedersachsen e.V. Prinzhöfte.*

6 https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzen_arten/Steckbriefsammlung.pdf

Table 7: Zusammenstellung wesentlicher Parameter für die vorgestellten Paludikulturbiomassen und vergleichend dazu für entwässertes Grünland oder Ackerbau

https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Steckbriefsammlung.pdf

nach Birr, F., Abel, S., Kaiser, M., Närmann, F., Oppermann, R., Pfister, S., Tanneberger, F., Zeitz, J. & Luthardt, V. (2021): Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermoo- ren – Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftungsverfahren. 148 S. Auszug aus den BfN-Skripten 616, bearb. Fassung. Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde und Greifswald Moor Centrum (Hrsg.), Eberswalde, Greifswald.

Nutzung	Ø Sommer- wasserstand [cm]	Ø Winter- wasserstand [cm]	Etablierung	Ertrag [TM ha ⁻¹ a ⁻¹]	Ernte	Emissionen [CO ₂ Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹]
Schilf	sehr nass: 0 bis +40 nass: -10 bis 0	sehr nass: +10 bis +40 nass: -5 bis +15	Pflanzung, Rhizom- stecklinge, Leghalm, natürliche Sukzession	Sommer: 6,5 bis 23,8 t Winter: 3,6 bis 15 t	Einschürig, 2 bis 3 Jahre nach Bestands- etablierung	sehr nass: ~0 t nass: ~7 t
Rohrkolben	sehr nass: 0 bis +40 nass: -10 bis 0	sehr nass: +10 bis +40 nass: -5 bis +15	Saat, Pflanzung, natürliche Entwick- lung	4,3 bis 22,1 t TM/ ha/J	Einschürig, 1 bis 2 Jahre nach Bestandsetab- lierung	sehr nass: ~6 t nass: ~7 t
Großseg- gen	nass: -10 bis 0 sehr feucht: -10 bis -20	Zweiter / später Schnitt	spontan nach Vernässung oder Anpflanzung oder Ansaat	2 bis 12 t	Ein- bis zweischürig nach Bestandsetablie- rung bei guter Nährstoffversorgung 12 t TM/ha/J möglich bei Aushagerung mittelfristig rückge- hende Erträge)	sehr feucht: ~10 t nass: ~3 t
Rohrglanz- gras	sehr feucht: -10 bis -20	Sommer- ernte	spontan nach Ver- nässung oder Anbau- kultur (Schlitzsaat)	natürliche Be- stände: 3 bis 10 t Anbaukultur: 1,6 bis 13 t	Ein- bis zweischürig nach Bestandsetablie- rung, nach 2 bis 3 Jahren Ertragsmaximum	~7 t
Feucht- Nasswiese	feucht: -20 bis -45	Ganzjährig	spontan nach Wieder- vernässung; gezielt durch Ansaat oder Mähgutübertrag	1 bis 8 t	Je nach Wiesentyp und Nährstoffversorgung 2 bis 3-schürig	~16 bis 19 t
Entwässer- tes Grün- land oder Ackerbau	Wechsel- feucht bis trocken -40 bis -100	1. und ge- gebenenfalls 2. Schnitt	Ansaat, Schlitzsaat Aussaat von Mais/Ge- treide Legen von Kartoffeln	5 bis 12 t TM 8 bis 10 t/ha	in bis zu vier Schnitten	30 bis 90 t

Nutzbarer Aufwuchs in nassen Mooren

Im Folgenden werden nun die wichtigsten Pflanzenarten vorgestellt, die sich für die Kultivierung in nassen Mooren Brandenburg eignen, beziehungsweise die nach Wiedervernässung von Feuchtgrünland durch natürliche Entwicklung Dominanzbestände ausbilden können.

Gemeines Schilf - *Phragmites australis*

Schilf als Baustoff wird am besten im Winter gemäht, wenn die Halme bereits ihre Blätter verloren haben. Die Halme können mit angepasster Technik (Raupen, Ballonreifen) auch bei hohen Wasserständen relativ trocken in Form von Bündeln oder als Häcksel geerntet werden. Traditionell wird Schilf als Dachreet oder Putzträger genutzt. Da die Pflanzen einen hohen Anteil an Silizium einlagern, sind sie wasserabweisend und schwer entflammbar. Schilfhalme haben luftgefüllte Zwischenräume und verhindern — in dicke Schichten gepackt — den Wärmeaustausch auf dem Dach. Im Winter geworbenes Schilf eignet sich auch zur Herstellung von Dämmputzen. Dafür werden aufgefaserter Schilfhäcksel verwendet. Auch eine Produktion von Brandschutzplatten aus Schilfhalmen ist möglich. Durch seine guten Eigenschaften ist Schilf im ökologischen Bausektor zunehmend beliebter. Weiterhin stellt Schilf einen idealen Rohstoff für die Lignin- und Zellulosegewinnung dar. Bei einer Sommerernte kann die energetische Verwertung durch direkte Verfeuerung von Halmgut, nach Trocknung oder als Frischbiomasse beziehungsweise in Form von Silage, in der Biogasanlage erfolgen. Betriebswirtschaftliche Simulationsrechnungen zeigen, dass eine stoffliche Verwertung der Biomasse (Qualitätsschilf) die höchste Profitabilität bietet (siehe Abbildung 10). Bisher wird Schilf (Reet) von natürlichen Beständen geerntet, wodurch die Reetwerbung eine wirtschaftliche Nutzungsform eines besonders geschützten Biotops darstellt.

In natürlichen Röhrichtbeständen ist die Nutzung des Rieds an Naturschutzaufgaben gebunden. So ist eine Intensivierung der Nutzung der Röhrichtbestände sowie ein gezieltes Management zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen an die Biomasse auf Grund des bestehenden gesetzlichen Biotopschutzes nach Paragraph 30 des Bundesnaturschutzgesetzes nicht möglich. Diese Rahmenbedingungen erschweren die Reetwerbung in natürlichen Reetbeständen, da sich daraus für die Reetwerberinnen und -werber eine nur sehr eingeschränkte Planungssicherheit für die Bereitstellung der benötigten Schilfqualitäten und Mengen ergibt. Die derzeitigen Grenzen der Nutzung natürlicher Ressourcen werden durch die hohe Importquote (circa 80 Prozent) des in Deutschland verbauten Schilfs deutlich. Hier haben nasse bis sehr nasse Anbaukulturen gute Aussicht auf eine hohe Wirtschaftlichkeit. Die durch gezielte Nassbewirtschaftung entstehenden Schilfanbaukulturen, könnten ohne die Auflagen nach Paragraph 30 des Bundesnaturschutzgesetzes, zur Erreichung der benötigten Qualitäten, optimal bewirtschaftet werden. Ob die neu entstehenden Röhrichte unter gesetzlich geschützte Biotope gefasst werden ist nicht eindeutig geregelt. Hier gibt es noch Regelungsbedarf um mehr Planungssicherheit für Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter zu erzielen. Zudem wird die Qualitätsminderung durch die langen Transporte von Importschilf durch den regionalen Anbau und die Bereitstellung der Biomasse vermieden.

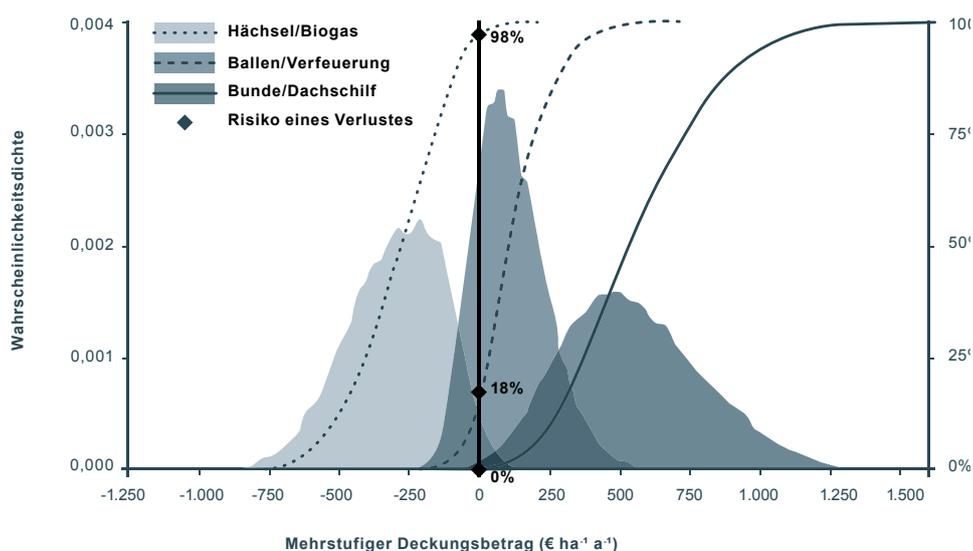


Abbildung 10: Wirtschaftlichkeit der Biomasse-Bereitstellung. Ergebnisse einer Monte-Carlo-Simulation für drei Verfahren zur Bereitstellung von Schilf für die stoffliche beziehungsweise energetische Verwertung. Die grau unterlegten Kurven geben die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Ergebnisse einer mehrstufigen Leistungs-Kostenrechnung wieder. Die kumulative Verteilungsfunktion gibt die Anzahl der Fälle wieder, für die das Ergebnis den Wert x oder kleiner annimmt, also im Fall von $x \leq 0$ das Risiko eines Verlustes. Anzahl der Wiederholungen je Simulation: 10.000.

(Wichmann 2016 in Wichtmann et al. 2016. Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung Hrsg.: Wendelin Wichtmann; Christian Schröder; Hans Joosten; Erscheinungsjahr: 2016, 272 Seiten, 153 Abbildungen, 109 Tabellen, 49 Infokästen, Schweizerbart Verlag, Stuttgart; ISBN 978-3-510-65282-2)

Rohrkolben · *Typha latifolia*, *T. angustifolia*

Rohrkolbenbiomasse kann als vielseitiger ökologischer Baustoff oder als Dämmmaterial genutzt werden. Rohrkolbenblätter bestehen zu einem hohen Anteil aus luftgefülltem Gewebe (Aerenchym), das von faserverstärktem Stützgewebe umschlossen ist. Rohrkolben verbindet somit gute Dämmeigenschaften mit einer hohen Festigkeit. Aus Rohrkolben hergestellte Baustoffe können auch statische Funktionen übernehmen. Für die Verwendung von Rohrkolben als Einblasdämmung empfiehlt sich, wie auch für die Herstellung von Dämmplatten, eine Winterernte, um unter anderem einen möglichst geringen Ausgangs-Wassergehalt der Roh-Biomasse zu erhalten. Dafür können Raupen-Fahrzeuge mit angepasstem Mähwerk aus der Dachreeternte eingesetzt werden. Daneben ist seine Verwendung bei sommerlicher Ernte als Viehfutter erprobt. Mehrere Schnitte sind möglich. Auch in der menschlichen Ernährung könnte Rohrkolben (Pollen, Rhizomtriebe) verwendet werden. Die energetische Verwertung (Biogasanlage oder direkte Verfeuerung) ist ebenfalls möglich. Eine Beimischung in Torfersatzstoffen für den Gartenbau wird zurzeit untersucht. Durch Faseraufschlussverfahren von Rohrkolben-Biomasse kann ein optimaler Rohstoff bereitgestellt werden aus dem sich, bindemittelfrei, Pressformkörper mit hoher Festigkeit herstellen lassen. Anwendungsmöglichkeiten bieten hier die Herstellung von Einweg-Geschirr, Verpackungsmaterialien oder von Schalungselementen im Fahrzeugbau ohne Verwendung von Kunststoff oder Plastik.

Rohrglanzgras · *Phalaris arundinacea*

Rohrglanzgras ist geeignet als Futter und Weidepflanze in tiergebundenen Verfahren; ganz besonders für Pferde. Die Heuproduktion in Mooren der Berliner Umgebung besitzt bereits eine lange Tradition. Eine energetische Nutzung ist sowohl in der Biogasgewinnung als auch in der direkten Verbrennung gängig. In der stofflichen Nutzung wird Rohrglanzgras bereits in Nordeuropa und den USA erfolgreich als Rohstoff für Papier kultiviert. Rohrglanzgras-Faserstoffe eignen sich nach entsprechenden Faseraufschlussverfahren zur Herstellung von Pellets, Laborprüfblättern und Faserwerkstoffplatten. Auf Grund seiner niedrigen Lignin-Anteile und hohen Alpha-Zellulose-Gehalte eignet sich Rohrglanzgras, ähnlich wie Seggen oder junger Rohrkolben, auch für die Herstellung von Biokunststoffen.

Großseggen · *Carex acuta*, *Carex spp.*

Durch ihren hohen Rohfaseranteil sind Seggen ebenfalls gut geeignet als Raufutter für Pferde und andere, sehr anspruchslose Tierarten und -rassen, wie Wasserbüffel oder Galloway. Je nach Marktanschluss kann Heu entweder als Ballen lokal bis regional oder für den überregionalen Vertrieb als Futter- oder Einstreupellets bereitgestellt werden. Außerhalb des landwirtschaftlichen Bereichs können Seggen für die Erzeugung von Zellulose als Rohstoff für die Papier- und Kartonagenherstellung verwertet oder als texturgebende Elemente in Designwerkstoffen verwendet werden.

Nasser Anbau von Schwarzerlen · *Alnus glutinosa*

Nasse Anbaukulturen mit Schwarzerle in Wertholz- oder Kurzumtriebs-Plantagen sind der Forstwirtschaft zuzuordnen. Für die Umstellung oder Erweiterung von Landwirtschaftsbetrieben sind die Investitionskosten in geeignete Bewirtschaftungs- und Erntetechnik (wie Seilzugverfahren, schienengebundene Methoden, Rückgreifer) derzeit nur bei der Wertholzproduktion lohnend. Hinzu kommt der höhere Wasserbedarf von Gehölzen im Sommer was eine noch höhere Stauhaltung im Winterhalbjahr verlangt. Erlenstammholz ist ein beliebtes Holz im Möbelbau. Aus qualitativ hochwertigen Stämmen lassen sich auch Furniere herstellen.

Feuchtwiesen

Die Biomasse von Feuchtwiesen diverser Ausprägung, zum Beispiel mit Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*), Pfeifengras (*Molinia caerulea*); Kohl- und Sumpfdistel (*Cirsium oleracium*, *C. palustre*) Sumpfdotterblumen (*Caltha palustris*) wird heute wegen seiner guten Saugfähigkeit für die Gewinnung von Einstreumaterial wieder geschätzt. Nach der Nutzung als Einstreu ist eine Kaskadennutzung in Biogasanlagen oder als Dünger möglich. Letzteres ist im Sinne eines weitgehend geschlossenen Nährstoffkreislaufs vorzuziehen. Nasswiesenaufwüchse können auch direkt als organischer Dünger auf Ackerflächen oder Mulchmaterial im Obstbau aufgebracht und eingearbeitet werden. Mit dem Verfahren der hydrothermalen Carbonisierung (Biokohle-Herstellungsverfahren) kann Pflanzenkohle hergestellt werden. Frische oder silierte Biomasse sehr feuchter und nasser Standorte, auf denen eine Bodentrocknung nur schwer realisierbar ist, eignet sich aufgrund der nassen Verfahrensbedingungen dafür. Unter Zusatz von Wasser und Druck (10-40 bar) sowie bei hohen Temperaturen (180-250°C) lässt sich Feucht- und Nasswiesenbiomasse in nur wenigen Stunden in Kohle umwandeln. Diese kann thermisch, als Boden-Verbesserer, als Torfersatz in Pflanzerden oder für Aktivkohlefilter verwendet werden.

Beispiele für Verwertungsmöglichkeiten von Moorbiomasse

Ein etablierter Markt für Baustoffe und Produkte aus Paludikultur-Biomassen existiert neben den traditionell etablierten Märkten wie für Schilf für Dachreet und Putzträgermatten, oder Pferdeheu derzeit noch nicht.

In den letzten Jahren haben sich aber mehr und mehr Unternehmerinnen und Unternehmer aus dem Baustoff- und Rohstoffsektor mit den Eigenschaften von Paludikultur-Biomassen und ihren Einsatzmöglichkeiten befasst. Für alle auf Seite 25 ff. vorgestellten stofflichen und energetischen Verwertungsmöglichkeiten (siehe Tabelle 4) wurden Forschungsprojekte durchgeführt und einige der untersuchten Verwertungsketten sind inzwischen zur Marktreife gebracht. Die Tabellen auf Seite 33 bis 35 geben für Brandenburg und darüber hinaus eine erste Übersicht zu Unternehmen, die für eine Verwertung von Paludikultur-Biomassen in Frage kommen. Teilweise wurden schon in Projekten neue Pro-

dukte entwickelt und es sind mögliche Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner für Biomasse-Wertschöpfungs- und Verwertungsketten vorhanden.

Von den vorgestellten Paludikultur-Pflanzen (siehe Seite 30 f.) hat momentan der Rohrkolben ein sehr großes Potenzial, mit neuen Bau- und Dämmstoffen, wirtschaftlich tragfähige und aus Umwelt- und Klimaschutz verträgliche Wertschöpfungsketten in größerem Maßstab zu ermöglichen. Derzeit gibt es eine Reihe von Entwicklungen (siehe Verwerterprofile „typha technik“ und „Hanffaser Uckermark“), die Potenziale für die Aufnahme eines höheren Biomassezulieferaufkommens als derzeit aufweisen. Hier gibt es eine vielversprechende Aussicht auf Erschließung neuer Märkte durch Rohrkolben-Anbaukulturen auf wiedervernässten Moorstandorten.

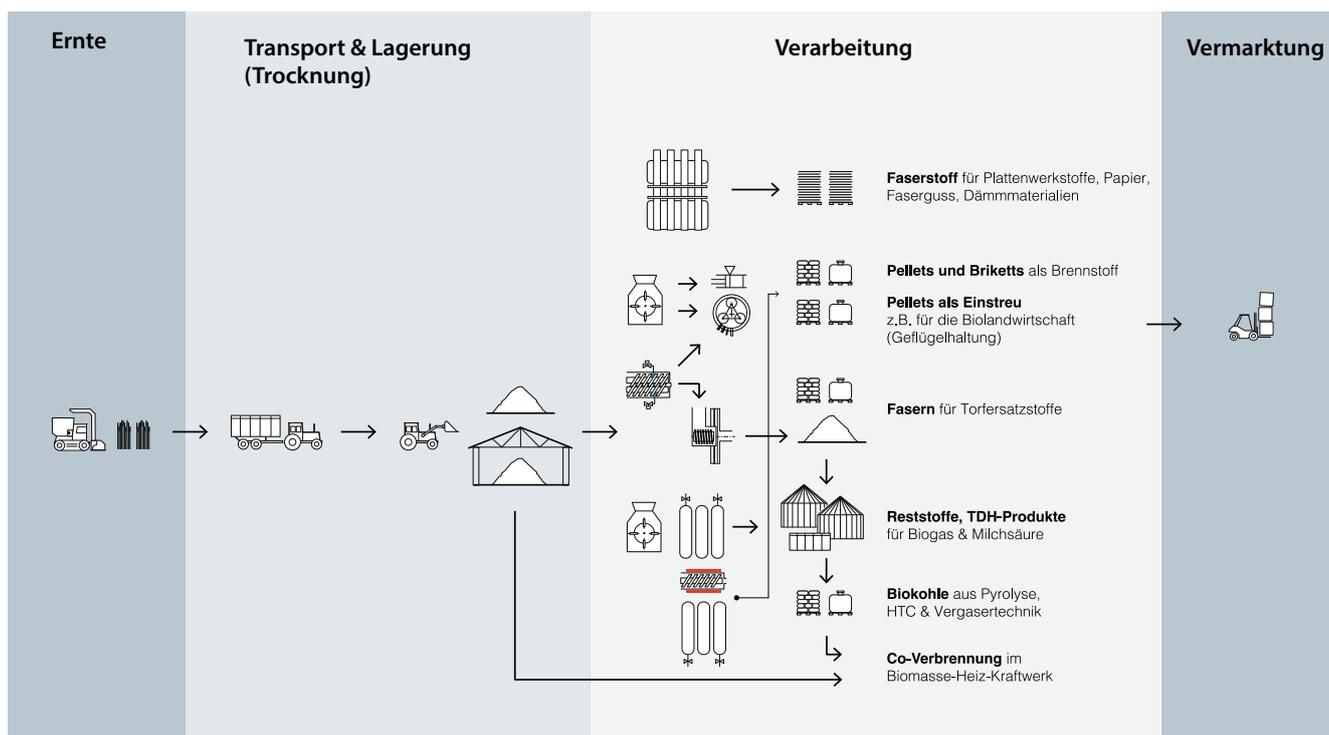


Abbildung 11: Verfahrenskette zur Aufbereitung von Paludi-Biomasse mit Ernte, Transport u. Lagerung, Verarbeitung und Vermarktung nach Lühr, C., Pecenka, R., Gusovius, H-J, & Heiermann, M (2021): Machbarkeitsstudie im Rahmen des Austauschs und der Zusammenarbeit im Bereich der Entwicklung von Technologien und Verfahren für die Bewirtschaftung von vernässten Standorten in der Landwirtschaft in Brandenburg, unveröff. Studienbericht, Leibnitz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, 34 S.

Regionale und überregionale Kontakte für Paludikultur-Biomasseverwertung

(Quellen: aus Nordt et al 2022 ergänzt mit eigenen Recherchen) Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & Neubert, J. (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centum-Schriftenreihe.

Rhinluch

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Plattenwerkstoffe	Holzwerke Bullinger GmbH & Co. KG	Ahornallee 7 16818 Märkisch Linden	www.bullinger.de
Torffreie Erden	Erdenwerk Störk GmbH	Eichhorstweg 11 14641 Nauen	www.stoerkgmbh-nauen.de
Erden	Kompost- und Erdenwerk GALAFA GmbH	Nauener Straße 101 14612 Falkensee	https://galafa.de/index.php
Einstreupellets	MOORGUT KARTZFEHN GmbH*	Kartz-v.-Kameke-Allee 7 26219 Bösel	www.kartzfehn.de
Pferdefutter	Petri	Moorhof 7 16766 Kremmen	www.naturwiesenheu.de
Heutrocknung, Pelletierung	FMS Futtermittel GmbH Selbelang	B5, 14641 Paulinenaue	https://trockenwerk.de
Faserplatten	Strohplattenwerk Müritz GmbH	Otto-Intze-Straße 3 17192 Waren (Müritz)	www.strohplattenwerk-mueritz.com

Uckermark

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Schilfmatten, Baustoffe, Faserstoffe, Erosionsschutz	Angermünder Matten GmbH & Co. KG	Am Plattenwerk 5 16278 Angermünde	https://mattenbrigade.de
Bau- und Dämmplatten & Einblasdämmung	Hanffaser Uckermark eG	Brüssower Allee 88 17291 Prenzlau	www.hanffaser.de
Verpackungsmaterial	BIO-LUTIONS International AG	Kuhheide 32 16303 Schwedt	www.bio-lutions.com
Filament, Biopolymere, Faserstoffe	BioInspiration	Salomon-Goldschmidt-Straße 12 16225 Eberswalde	https://bioinspiration.eu
Biosprit/Dünger	Verbio Schwedt GmbH	Passower Chaussee 111 16303 Schwedt/Oder	www.verbio.de
Verfahrenstechnik	Zelfo Technology GmbH	Am Wasserturm 1 16247 Joachimsthal	www.zelfo-technology.com
Bio-Holzkohle, Terra Preta, Kunststoffe aus Biokohlenstoff	Carbonauten	Mühlenstraße 8 16227 Eberswalde	https://carbonauten.com
Faserplatten	Strohplattenwerk Müritz GmbH	Otto-Intze-Straße 3 17192 Waren (Müritz)	www.strohplattenwerk-mueritz.com
Heutrocknung, Pelletierung	FMS Futtermittel GmbH Selbelang	B5, 14641 Paulinenaue	https://trockenwerk.de

Spreewald

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Vergasungsanlage für Moorbiomasse auf dem Hof	Herr Goebel, Herr Rasche	Mühlenweg 8 03226 Vetschau/Spreewald	www.die-spreewaldbauern.de
Organische Dünger	IKR Richter Technology GmbH	IKW-Straße 9-11 01979 Lauchhammer	www.ikr-richter.com
Vergasung von Biomasse	KSC Kraftwerks GmbH	An der Alten Ziegelei 1 03130 Spremberg	www.ksc-anlagenbau.de
Dachreet*	*Im Spreewald wird viel mit Dachreet aus dem Ausland gebaut, hier ist regional viel Potenzial für Schilfabnahme vorhanden.		

Potsdam Mittelmark/Havelland

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Torffreie Erde*	Biowork GmbH	Zum Kompostplatz 1 14550 Groß Kreutz (Havel)	www.biowork-gmbh.de/

*Gespräche laufen für die Übernahme einer Biogasanlage in Götz.

Überregional

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Bau- und Dämmplatte aus Rohrkolben	typha technik Naturbaustoffe GbR	Baron Riederer Straße 51 84337 Schönau	info@typhatechnik.com
Naturfasermatten	EDEN Logic GmbH	Breitenfelder Straße 12 04155 Leipzig	https://edenlogic.de
Fasergussformteile	PAPACKS SALES GmbH	Von-Hünefeld-Straße 1 50829 Köln	https://www.papacks.com
Verpackungspapiere	Papierfabrik Meldorf GmbH & Co. KG	Esinger Straße 5-7 25436 Tornesch	https://pfm-papers.de
Paludigas	Green Planet Energy eG	Hongkongstraße 10 20457 Hamburg	https://green-planet-energy.de
Graspapier	Creapapaper GmbH	Löhestraße 53 53773 Hennef (Sieg)	www.creapaper.de
Graspapier	Huhtamaki	Finland	www.huhtamaki.com
Bioraffinerie (Plastikersatz Produkte)	Universität Hohenheim	Hohenheim	www.uni-hohenheim.de
Grillkohle*	Ökohle	Greifswald	www.facebook.com/oekohle

Verwertung auf dem Hof

Verwertungsform	Firma	Adresse	webseite
Bioraffinerie (Plastikersatz Produkte)	Universität Hohenheim	Hohenheim	www.uni-hohenheim.de
Feststofffermentation	System DeNaBa		https://docplayer.org/111556509-Feststofffermentation-system-denaba.html
Vergasungsanlage für Moorbiomasse auf dem Hof	Herr Goebel, Herr Rasche	Mühlenweg 8 03226 Vetschau/Spreewald	www.die-spreewaldbauern.de
Ballenverbrennung		ul. Portowa 1A 55-200 Oława, Polen	https://kotlynaslome.pl/de

Portraits Verwerter



typha technik Naturbaustoffe GbR Bau- und Dämmplatte aus Rohrkolben (Typha-Board)

Die Firma typha technik Naturbaustoffe GbR entwickelte zusammen mit dem Fraunhofer Institut für Bauphysik einen magnesitgebundenen, isotropen Plattenwerkstoff (Typha-Board, siehe Abbildung 12). Als Rohstoff dient Typha angustifolia, welches im Winter geerntet wird und durch einen geringen Wasser- und Nährstoffgehalt gekennzeichnet ist. Die Blätter werden längs in circa 3 mm schmale Stäbe geschnitten, diese auf circa 70 mm eingekürzt und mit Magnesit, einem mineralischen Kleber zu unterschiedlich dicken Platten gepresst.

Aufgrund der speziellen Blattstruktur von Rohrkolben, einer komplexen Mischung von Schwamm- und Stützgewebe, sind die Platten tragend, beziehungsweise aussteifend, zugleich wärmedämmend und eignen sich als Putzträger. Damit werden einfachere Bauweisen möglich, da alle erforderlichen Eigenschaften in einem Material vereint sind. Die Herstellung verbraucht im Vergleich zu ähnlichen Plattenwerkstoffen wenig Energie, das Material ist mit allen gängigen Werkzeugen gut bearbeitbar, kann mit Schrauben verbunden und damit auch leicht demontiert werden und ist zuletzt durch Kompostieren in den Stoffkreislauf rückführbar. Momentan können in einer erweiterten Laboranlage etwa 500 Kubikmeter Rohrkolben-Platte pro Jahr hergestellt werden. Einer Erweiterung steht derzeit die geringe Rohstoffverfügbarkeit entgegen.



Abbildung 12: Typha-Board, eine Dämmplatte aus den Blättern der Rohrkolbenpflanze (botanisch: Typha). Die Platte ist in drei Varianten erhältlich: „massiv“ mit höherer Druckfestigkeit als Massivbaustoff für Leichtbauweise, „leicht“ mit besseren Wärmedämmeigenschaften und als vielseitige Dämmplatte für die Innendämmung.
Bild: <http://www.typhatechnik.com/>



Hanffaser Uckermark – Typhacell – Rohrkolben Kurzfaserdämmung für Gebläsemaschinen

Hanffaser Uckermark bietet seit mehreren Jahren die Aufbereitung von Rohrkolben Biomasse zu einem hochwertigen Einblasdämmstoff, als Dienstleistung an. Landwirtinnen und Landwirte, die Rohrkolbenbiomasse von wiedervernässten Moorflächen im Winter ernten, können das Erntegut in Form von Bündeln oder Ballen zum Werk in Prenzlau liefern. Dort übernimmt die Hanffaser Uckermark das Verarbeiten der Rohrkolbenbiomasse zur hochwertigen Kurzfaserdämmung „Typhacell“. Die Typhacell-Kurzfaserdämmung bleibt Eigentum des Landwirtschaftsbetriebes und wird direkt von ihm vermarktet. Über die Qualität der Rohrkolbenbiomasse treten Landwirtinnen und Landwirte und Verarbeitende in engen Austausch. Im Weiteren wird der Dämmstoff direkt an die Baustelle geliefert, wo ein Einblas-Fachbetrieb die Gewährleistung für die normgerechte Einbringung in den Dämmkörper übernimmt. An dieser Stelle übergibt die Landwirtin oder der Landwirt den verbauten Dämmstoff an die Bauherrin oder den Bauherren. So wird eine regionale Direktvermarktung eines hochwertigen, umwelt- wie klimaverträglichen Dämmstoffes umgesetzt. Stoff- und Wertschöpfungsströme verbleiben in der Region.



Abbildung 13: Der fertige Einblasdämmstoff wird in Paketen zum Einbringen durch einen Fachbetrieb zur Baustelle geliefert und verbaut.
Foto: Rainer Nowotny



Zelfo Technology
Faserguss, Papier und Verpackung,
Naturfaser Paneele

Die Zelfo Technology GmbH entwickelt hochfibrillierte Makro-, Mikro- und Nano-Zellulosefasern, entweder als separate Einheiten oder in kontrollierten Mischungen. Es bestehen unter anderem Erfahrungen mit vorverarbeiteten und nicht verarbeiteten landwirtschaftlichen Naturfasern (unter anderem auch Schilf, Gräser) sowie industriellen Lignozellulosefasern. Das Unternehmen arbeitet in der Produktentwicklung und -verbesserung für Fremdfirmen, entwickelt kontinuierlich neue Materialsorten und Verbundstoffe, unterstützt die industrielle Fertigung und fördert auch die globale Vermarktung.

Ein Praxisversuch fand mit Biomasse aus der Hammeniederung, Niedersachsen im Sommer 2019 statt. Dabei wurde die Biomasse in der Zelfo-Pilotanlage in Schwedt/Oder, Brandenburg in verschiedenen Auffaserungsintensitäten aufbereitet und diese Fasern anschließend zu Paneelen beziehungsweise Platten (siehe Abbildung 14) gepresst. Das Eingangsmaterial wird gehäckselt, angefeuchtet und aufgefaserst, wobei die Fasern gereinigt beziehungsweise ausgewaschen werden. Der dabei entstehende Presssaft kann im weiteren Verlauf einer Biogasanlage zugeführt werden. Die Besonderheit dieses Verfahrens besteht darin, dass durch die spezielle Faseraufbereitung die einzelne Faser aufgespalten wird und dadurch ein hohes Haftvermögen erhält. Werden die Fasern dann gepresst, wird kein zusätzlicher Klebstoff benötigt, die Fasern haften an sich selbst.



Abbildung 14: Moormöbel aus Faserplatten
Foto: Richard Hurding



Bio-Lutions
Naturfaser Formpressteile und Verpackungen

BIO-LUTIONS ist ein CleanTech Unternehmen mit Sitz in Hamburg und Schwedt/Oder, das landwirtschaftliche Reststoffe mechanisch in einzigartige, selbstbindende und langlebige fibcro®-Naturfasern umwandelt. Dieses patentierte rein mechanische Verfahren macht den Einsatz von Bindemitteln oder chemischer Zelluloseextraktion überflüssig.

Das einzigartige Produktionsverfahren gibt bisher ungenutzten landwirtschaftlichen Reststoffen ein zweites Leben als Rohstoff. Mit diesen natürlichen fibcro® Fasern können nun unter anderem nachhaltige Verpackungen und Einweggeschirr hergestellt werden. Diese nachhaltigen Produkte bieten eine optimale Alternative zu gängigen Produkten aus Papier und Kunststoff.

Die erste Fabrik wurde vor 3 Jahren in Bangalore, Indien, eröffnet, nun folgt die rund 1800 Quadratmeter große Produktionsstätte in Schwedt/Oder, Deutschland. In Schwedt befindet sich auch das BIO-LUTIONS Forschungszentrum in dem verstärkt auch die Verarbeitung von Paludikulturen getestet wird. So wurde bereits erfolgreich Heu von Feuchtgrünland aus dem Teufelsmoor, Biomasse ähnlicher Standorte sowie Schilf aus der Winterernte und Rohrkolben (jeweils aus Nordostdeutschland) in Formteile gepresst. Ein großes Nutzungspotenzial für Agrarreste aus der Moorkultur wird im Bereich Verpackung gesehen.

Bei der Verarbeitung der Fasern aus Moor-Aufwüchsen zu Einweggeschirr in einem Fasergussverfahren konnten erste Erkenntnisse zur Verarbeitbarkeit der Pflanzen gemacht und mögliche prozentuale Beimischungen in der Produktionsmasse abgeschätzt werden. Diese besteht aus einer Trägerfaser und Zusatzfasern. Letztere werden unter anderem als Füllstoff und zur Festigkeit beigemischt. Schilf zeigte die beste Verarbeitbarkeit und konnte in den Testprodukten zu einem Anteil von etwa einem Viertel in die Produktionsmasse integriert werden. Rohrkolben zeigte eine mittlere Verarbeitbarkeit jedoch die höchste Festigkeit im Endprodukt. Grundsätzlich ließen sich alle Stoffe verarbeiten, wobei Schilf und Rohrkolben besonders vielversprechende Eigenschaften aufzeigten – hohe Festigkeit und gute Verarbeitbarkeit, wobei Rohrglanzgras und Seggen sich nur in geringeren Beimischungsanteilen verarbeiten ließen. Weitere Testläufe und Musterproduktionen mit verschiedenen Pflanzenarten sowie Biomasse verschiedener Erntezeitpunkte und als Mischung mit Trägerfasern werden neue Möglichkeiten erschließen.

Technikausstattung, Marktanalyse und technische Lösungen

Der Einsatz der Technik für mäßig moorzehrende und torferhaltende Verfahren gestaltet sich grundverschieden zur konventionellen Landwirtschaft. Die eingesetzten Arbeitsmittel und Bewirtschaftungstechniken müssen stärker an die nassen Standortverhältnisse und die daraus resultierenden geringeren Trag- und Scherfestigkeiten des Untergrunds angepasst werden. Der Bodendruck von Zugmaschinen und Anbaugeräten sollte möglichst unter oder gleich 200 Gramm pro Quadratzentimeter betragen. Bei Gespannen ist eine ausgeglichene Lastenverteilung einzuhalten. Hohe Scherkräfte durch enge Wendekreise oder punktuellen Rangieren oder häufige Überfahrten auf der Fläche müssen vermieden werden, um die Tragfähigkeit der Grasnarbe langfristig zu erhalten (siehe Abbildung 15). Eine intakte Grasnarbe ist die einzige „Schutzhaut“ zwischen erfolgreicher schonender Flächenbewirtschaftung und Havarie. Zudem muss auch ein Abreißen der Grasnarbe beispielsweise in Bodenwellen, die bei der Fahrt im Gelände vor den Reifen oder Ketten entstehen, vermieden werden, indem das Fahrverhalten bei unterschiedlicher Belastung und Lastenverteilung bei Schleppern und im

Gespann angepasst wird. Besonders mit konventioneller, angepasster Landmaschinenteknik ist immer wieder mit einem Durchbrechen der Grasnarbe zu rechnen. Mindestens ein Begleitschlepper auf sicherem Boden oder auf unkritischen Teilflächen sollte parat stehen, um im Havariefall einen Bergungsversuch starten zu können. Winden und Seile sind entsprechend der Geländeschnitte und Bedingungen in ausreichender Länge vorzuhalten. Am havarierten Fahrzeug ist umgehender Maschinenstopp oberstes Gebot, wenn ein selbstständiges Freifahren nicht mehr möglich ist. Unter der Grasnarbe ist bei tiefgründigen organischen Böden bis zum mineralischen Untergrund nichts mehr was trägt! Geschädigte Stellen können unter Umständen bis zu mehreren Jahren nicht befahren werden. Und zwar so lange nicht, bis die Grasnarbe wieder geschlossen ist und sich wieder ein dichter Wurzelfilz ausgebildet hat. Dementsprechend sind kompetente und erfahrene Maschinentinnen und Maschinisten, umsichtige Einsatzplanung und Koordination und hinreichende Kenntnis der Flächenverhältnisse noch vor der Wahl der Maschinenmittel die entscheidenden Faktoren in der boden-

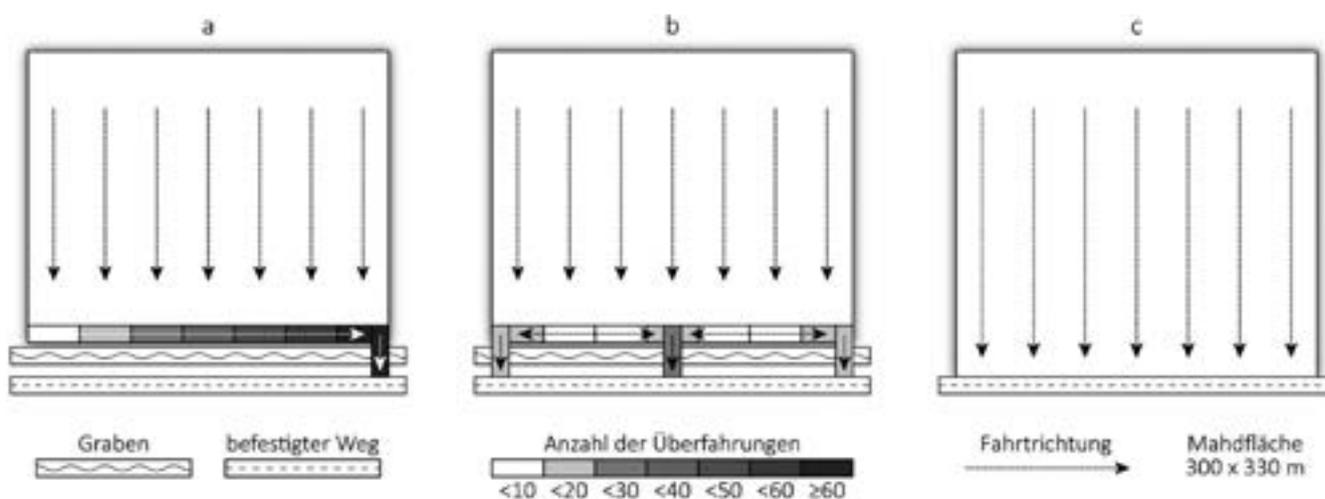


Abbildung 15: Anzahl der Überfahrten für den Abtransport der Biomasse einer 10 Hektar großen Erntefläche bei a) einem Zugang, b) drei Zugängen oder c) mit uneingeschränktem Zugang. Die Kalkulation erfolgte auf Basis einer Erntemaschine mit angehängten Ladewagen mit einer Ladekapazität von drei Tonnen Trockenmasse sowie einer Produktivität von fünf Tonnen Trockenmasse pro Hektar. (Schröder & Dettmann 2016, aus Wichtmann et al. 2016. Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Hrsg.: Wendelin Wichtmann; Christian Schröder; Hans Joosten; Erscheinungsjahr: 2016, 272 Seiten, 153 Abbildungen, 109 Tabellen, 49 Infokästen, Schweizerbart Verlag, Stuttgart; ISBN 978-3-510-65282-2)

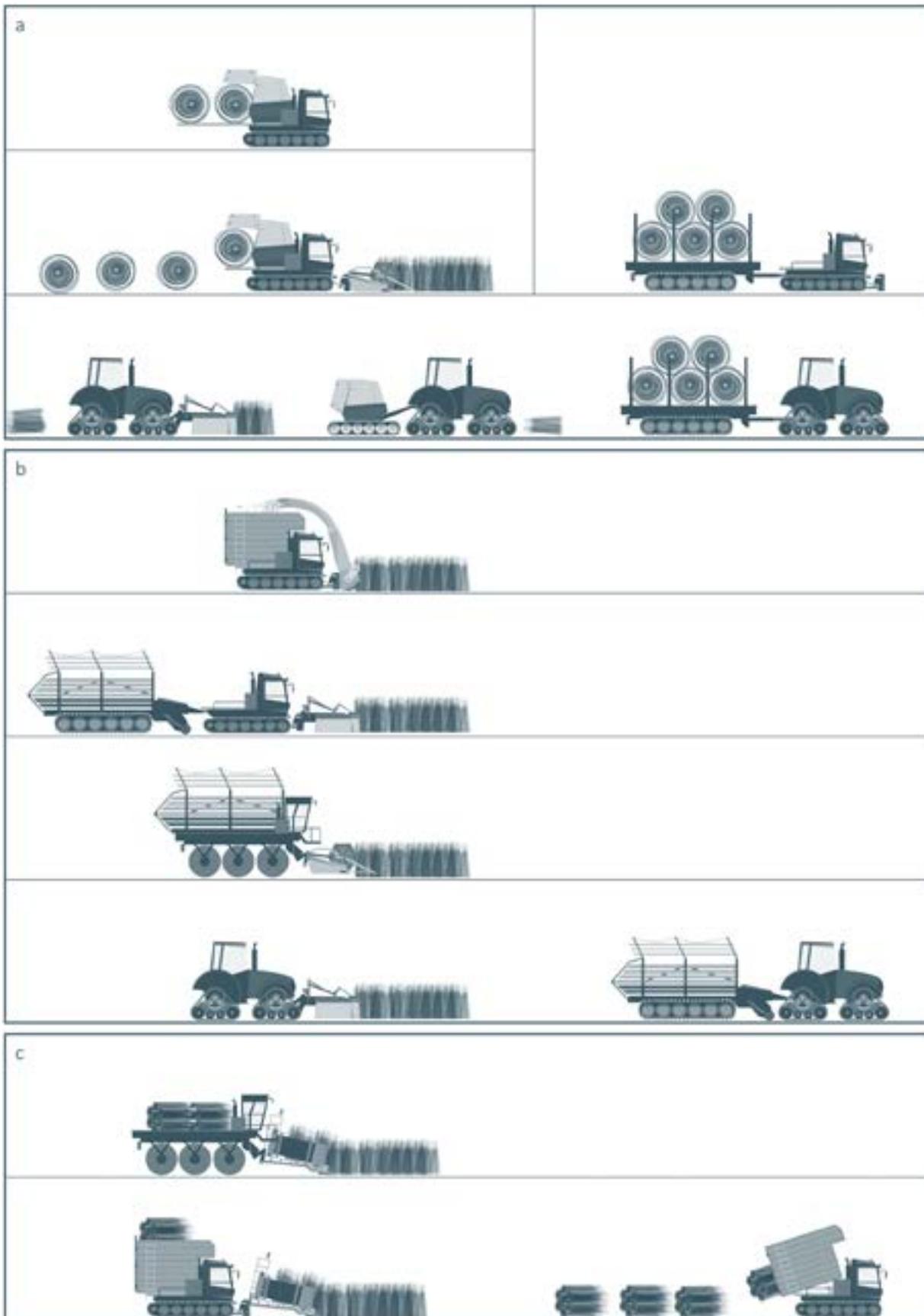


Abbildung 16: Beispiele für unterschiedliche Ernteverfahren in nassen Mooren. Die Biomasse kann a) als Ballen, b) geschnitten oder gehäckselt oder c) in Bündeln geerntet werden. In Abhängigkeit vom Wasserstand kann die Biomasse im Feld abgelegt werden und die Ernte in einem, in zwei oder in drei Arbeitsschritten erfolgen (aus Schröder et al. 2016 in Wichtmann et al. 2016, Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore)

schonenden Bewirtschaftung nasser Moorstandorte. Bei Bewirtschaftung von Flächen mit Überstau empfehlen sich raupen- oder ballonreifenbasierte Systeme mit großer Aufstandsfläche.

Grundsätzlich sind ein- oder mehrstufige Verfahren für die Werbung der Biomasse als Ballen, Häcksel oder Bunde, je nach Einsatz oder weiterer Verwertung der Biomasse, möglich (siehe Abbildung 16). Einstufige Verfahren leisten eine direkte Aufnahme der Biomasse bei der Mahd, durch Überblasen des Mähguts als Häcksel in einen Transportbunker oder durch Aufnahme als Bunde bei manueller oder teilautomatisierter Übergabe auf die Transportfläche. Bunker und/oder Transportflächen können entweder auf dem Mähgerät integriert sein (einstufiges Verfahren) oder auch über Begleitfahrzeuge bereitgestellt werden (zweistufig)

In Abhängigkeit des gewählten Biomassewerbungsverfahrens und der Erntetermine ist die Ausstattung der Erntefahrzeuge mit Mähgeräten und Biomasseführungen zu wählen:

- **oszillierendes Mähwerk** – Schwadablage möglich, Mahd auch bei Überstau möglich; geringere Mortalitätsraten bei Amphibien und Insekten als bei Rotationsmähwerken)
- **Rotationsmähwerk** – Schwadablage möglich, nicht bei hohen Wasserständen einsetzbar
- **Feldhäcksler, Mulcher** – direktes Einblasen der Biomasse in Bunker beziehungsweise Hänger möglich

- **Mähdrescherschneidwerk mit Messerbalken** mit oder ohne Haspel, Einzugschnecke
- **Mähwerk mit Messerbalken** für Dachschilf und Rohrkolben als Dämmmaterial, mit oder ohne Vorreinigung der Bunde durch rotierende Bürsten; Zuführung der trockenen, aufrechten Halme per Spindel oder durch mit Zinken besetzte Kette zum Binder; gegebenenfalls Transport per Förderband zur Ladefläche; Annahme und Stapeln der Bunde per Hand

Für die Mahd empfiehlt sich ein Ausrüsten des Mähwerkes mit Hochschnittkufen, um eine Schädigung durch Einschnitt in die Grasnarbe zu vermeiden. Zusätzlich oder alternativ kann durch parallele bis aufsteigende Mähwinkelausrichtung zur Bodenoberfläche eine Schädigung der Grasnarbe vermieden werden. Standortbedingungen mit Wasserständen zur Erntezeit ab mindestens 20 bis 30 Zentimeter unter Flur und genug Zu- und Abfahrmöglichkeiten zur und von der Fläche erlauben bei günstigen Witterungsverhältnissen Heugewinnungsverfahren mit angepasster konventioneller radbasierter Landmaschinenteknik oder kettenbasierter Spezialtechnik. Die für die Heuwerbung gängigen mehrstufigen Verfahren mit Bodentrocknung, Wenden, Schwaden und Einpressen der Biomasse in Rundballen (maximaler Durchmesser von 1,20 Meter oder kleinen Quaderballen, beispielsweise mit Kantenlängen von 60 mal 45 mal 35 Zentimeter) können zur Anwendung kommen. Für große Rund- oder Quaderballen-Pressen reichen die Tragfähigkeiten von nass bewirtschafteten Moorböden nicht aus. Für das Ausschwitzen der Ballen nach dem Pressen ist zu beachten, dass die Sommerwas-



Foto: Andreas Haberl

Table 8: Vor- und Nachteile unterschiedlicher Technik zur Anpassung an nasse Standortverhältnisse in der Moorbodenbewirtschaftung (nach Wichtmann et al. 2016. Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Hrsg.: Wendelin Wichtmann; Christian Schröder; Hans Joosten; Erscheinungsjahr: 2016, 272 Seiten, 153 Abbildungen, 109 Tabellen, 49 Infokästen, Schweizerbart Verlag, Stuttgart; ISBN 978-3-510-65282-2))

Techniktyp	Einsatzbereiche und Vorteile	Grenzen und Nachteile
Kleintechnik: Einachs- oder Kleintraktor mit Balkenmäherwerk, Hanggeräteträger zur Deichpflege	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz zur Pflege von Feuchtwiesen • in der Regel nur Mahd; selten Beräumung der Biomasse 	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Flächenleistung mit hohen flächenbezogenen Kosten • keine großflächige Biomassegewinnung möglich
Angepasste Grünlandtechnik: Schlepper mit Terra- oder Zwillingsreifen oder Delta-Laufwerken sowie leichter Ballenpresse mit Tandemachse, gegebenenfalls Boogieband/Delta-Laufwerk	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz in Übergangsbereichen (mäßig vernässt), in trockenen Jahren beziehungsweise bei Frost • hohe Flächenleistung • bei der Mahd Beräumung der Biomasse möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatzmöglichkeit durch Wasserstand beziehungsweise Witterung limitiert • Biomasseabtransport problematisch: gegebenenfalls gewichtsbedingt eine Abfuhr einzelner Ballen zum Flächenrand erforderlich
Radbasierte Spezialtechnik: vor allem Seiga-Maschinen (zwei- oder dreiaxsig) mit Ballonreifen	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz in der Schilfernte • besonders bei Überstau • geringes Maschinengewicht und Ballonreifen sorgen für geringen Bodendruck 	<ul style="list-style-type: none"> • Seiga wird nicht mehr produziert, nur alte Maschinen beziehungsweise Nachbauten im Einsatz • begrenzte Motorleistung • gegebenenfalls Bodenschäden durch Schlupf
Kettenbasierte Spezialtechnik: Umbauten oder Neubauten von Pistenraupen aus Skigebieten Modelle für landwirtschaftlichen Einsatz (beispielsweise Prinoth oder Kässbohrer mit Front- und Heck- Dreipunktaufnahme und Zapfwelle für Moorflächen, oder beispielsweise Hanze Wetlands, LogLogic	<ul style="list-style-type: none"> • Landschaftspflege und Biomasse-Ernte (beispielsweise Schilfernte) • auch bei Überstau • breite Ketten, daher geringer Bodendruck auch bei schweren Maschinen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Straßenfahrten, Transport per Tieflader • gegebenenfalls Bodenschäden durch Abscheren bei Kurvenfahrten • höhere Anschaffungs- und Unterhaltskosten

serpegel von moorerhaltenden Verfahren ab circa 20 Zentimeter unter Flur und höher keinen Verbleib der Ballen auf der Fläche erlauben, die Rundballen müssen zeitnah nach dem Pressen von der Fläche geholt werden, da die Ballen durch ihre Auflast in den weichen Boden einsinken und Wasser ziehen. Das Ausschwitzen muss, um eine Selbstentzündung bei Hitzeentwicklung durch Rotteprozesse in ungelüfteter Mietenlagerung zu vermeiden, vor der Einlagerung auf externen Flächen passieren. Kleinquaderballen mit geringer Pressdichte und luftiger Lagerung können in auf Lücke gestapelten Kleinmieten direkt von der Fläche auf die Miete verbracht werden. Alternativ kann nach dem Wenden und der Ablage im Schwad die Biomasse mit Heuladewagen aufgenommen und zum Einpressen auf tragfähigem Boden am Feldrand übergeben werden. Verfügbar sind verschiedene Anbieter für Landwirtschafts- und Spezialtechnik sowie von Kleinmaschinen, über Anpassungsoptionen für konventionelle Landmaschinentechnik, bis hin zu bereits verfahrensoptimierten Spezialgeräten.



Foto: Tobias Dahms

Leichte und bodenschonende Kleintechnik

In der Landschafts-, Graben- und Deichpflege werden kleine leichte Maschinen bevorzugt eingesetzt, da sie besonders standortschonend und entsprechend wendig auf kleinem Raum arbeiten. Aufgrund ihres geringen Gesamtgewichts können Bodendrucke kleiner gleich 80 Gramm pro Quadratzentimeter erreicht werden. Jedoch sind diese Maschinen für einen wirtschaftlichen, großflächigen Einsatz meist nicht leistungsfähig genug. Erwähnenswert sind an dieser Stelle dennoch die Geräte der Firma Brielmaier, die ein geringes Gewicht haben und über die breiten Stachelwalzen

eine große Aufstandsfläche aufweisen. Inzwischen sind bis zu 6 Meter Messerbalkenarbeitsbreite durch Koppelung von zwei Geräten möglich. Diverse Zusatzausstattung und Anbaugeräte machen die Geräte vielseitig einsetzbar. So sind die Geräte koppelbar und über Fernsteuerung zu bedienen. Als Zusatzausstattung gibt es Schwader, Mulcher und sogar eine auf sechs Walzen laufende Rundballenpresse sowie Kombinationsmöglichkeiten zu Transportfahrzeugen. Solche Technik kann besonders für hohe Anforderungen an die Vegetationsdeckenschonung geeignet sein; etwa bei der Pflege von Naturschutzflächen.



Foto: Sebastian Schubert

Die Hanggeräteträger TerraTrac mit Rundballenpresse der Schweizer Firma Aebi, gibt es sowohl mit schonender Grünlandbereifung als auch mit Deltatracks. (www.aebi-schmidt.com/de/produkte/aebi/hang-geraetetraeger/tt-big/)



Foto: Wendelin Wichtmann

Kleintraktor mit Messerbalken



Foto: Tobias Dahms

Die Geräte der Firma Brielmaier lassen sich modular zum Mähen mit Motormäher und Mähbalken, Schwaden mit Kammschwader, oder Abtransport gepresster Ballen mit Ballengabel kombinieren und sind auch fernsteuerbar. (www.brielmaier.com/de)



Foto: Tobias Dahms



Foto: Andreas Haberl



Foto: Andreas Haberl

Fernsteuerbare Kleinuniversalgeräteträger: RoboMidi Geräte der Firma Energreen* (<https://energreengermany.de/>) hier ausgerüstet mit einem Schlegelmulcher von Mera Rabeler und der Firma irus* (www.irus.de; rechts im Bild)



Foto: Conpleks(R)

Ferngesteuerter Raupenmäher mit deltaförmigen Gummiketten, die GrasBots der Firma **Conpleks**® aus dem gleichnamigen Forschungsprojekt sind über WiFi programmierbar und fernsteuerbar. (https://conpleks.com/robotech/?attachment_id=461&lang=en).



Foto: Carl Barnik

Heuballenabtransport mit Kleintraktor

Angepasste konventionelle Technik

Eine Anpassung von herkömmlichen landwirtschaftlichen Maschinen ist über Einsatz von leichterem (5 bis 6, maximal 8 Tonnen Leergewicht) aber leistungsstarker (ab 160 PS) Schleppertechnik möglich. Die hohe Leistung wird für kraftvolles, langsames und kontrolliertes Anfahren im Gelände benötigt. Entsprechende Schlepper haben in der Regel alle Landmaschinenhersteller in ihrem Sortiment. Möglichst große Front- (540/65 R28 – 600/65 R28) und Heckbereifungen (800/65 R32 – 900/50R42) mit zusätzlicher Option zentral den Luftdruck zu steuern, ermöglichen die Senkung der Bodendrücke auf circa 300 bis 450 Gramm pro Quadratzentimeter. Somit können Straßenfahrten mit Normaldruck vorgenommen und die nassen Flächen angepasst mit Niederdruck befahren werden. Bei Montage von Zwillingsbereifung kann der Bodendruck noch weiter auf circa 200 Gramm pro Quadratzentimeter reduziert werden. Der Einsatz von Zwillings- oder gar Drillingsbereifung hat aber entscheidende Nachteile. Zum einen können reguläre Straßen nicht befahren werden und eine Montage am Feldrand ist zeitaufwendig. Für die Montage sind zwei Personen und ein weiterer Lader für circa eine Stunde beschäftigt. Zudem steigen die Scherkräfte in den Kurvenfahrten enorm an, so dass die Grasnarbe dabei übermäßig strapaziert wird. Auch die Dimensionierung der Achsen an Zugmaschinen und Anbaugeräten muss für die höhere Belastung durch Zwillingsbereifung in Kurvenfahrten ausgelegt sein. Alternativ können auch Deltalaufwerke anstatt Räder montiert werden, um die Aufstandsfläche zu erhöhen. Bei Deltatracks ist jedoch zu bedenken, dass trotz größerer Aufstandsfläche das Verhalten der Laufwerke bei Einsinken oder gar Durchbrechen der Grasnarbe nachteilig ist, da sie gegenüber Rädern Nachteile im Anstiegsverhalten haben. Eigenständiges Freifahren ist dann kaum mehr möglich, weil das



Foto: Stefan Schreiber

Schlepper und Ballenpresse mit Doppelbereifung (Deutz Fahr) sind kritisch zu bewerten wegen langer Rüstzeiten am Feldrand und hohen Scherkräften auf die Grasnarbe (besonders in Kurvenfahrten).



Foto: Franz Wenzl

Deltalaufwerke erhöhen die Aufstandsfläche effizienter haben jedoch einen kleineren Aufstiegswinkel gegenüber großer Bereifung (John Deere 6250R mit Deltalaufwerke von Zuidberg).

Laufwerk im Vergleich zu einem Rad nur gegen geringere Böschungswinkel ansteigen kann und dann gegebenenfalls unter die Grasnarbe läuft. Nicht zuletzt muss auch das höhere Gewicht pro Laufwerk einberechnet werden, um kontrollieren zu können, ob insgesamt die gewünschte Bodendruckklasse erreicht wird. Auch bei den Anbaugeräten ist darauf zu achten, möglichst leichte Modelle zu wählen, um mit geeigneter Bereifung – auch bei Beladung – niedrigere oder wenigstens ähnliche Bodendrücke zu erzeugen, wie an der Zugmaschine. Beispielsweise wären hier Rundballenpressen mit kleiner als 3 Tonnen Leergewicht und Ausstattung mit Tandemachse und mit Boogiebändern, Zwillingbereifung oder alternativ mit Delta-Laufwerken ausgestattet, zu nennen. Auf dem Schweizer Online-Kontaktflächendruck-Rechner lassen sich verschiedenste Kombinationsmöglichkeiten von Zugmaschinen-Bereifung und Anbaugeräten durchspielen.



Foto: Andreas Haberl



Foto: Andreas Haberl

Möglichst große Radialreifen mit flexiblen Flanken eignen sich gut um über Druckminderung die Aufstandsfläche zu vergrößern (links 0,8 bar, rechts 1,8 bar) im Idealfall mit Drucksteuerung von der Fahrkabine.



Foto: Andreas Haberl



Foto: Andreas Haberl

Mit kleineren und leichteren Schleppern lassen sich mit maximaler Bereifungsgröße und gemindertem Reifendruck auch Bodendrücke um die 200 Gramm pro Quadratmeter erreichen. Grünland Reifenprofile und Balkenmäherwerke schonen die Grasnarbe sowie die Tierwelt auf den Standorten.

Radbasierte Spezialtechnik

Die für das Werben von Dachschilf entwickelte dänische „Seiga“-Erntemaschine ist eine Ballonreifen-basierte leichte Maschine, optimiert für den Einsatz auf nassen Moorböden. Bei sehr hohen Wasserständen führt der Auftrieb der Reifen zum Aufschwimmen der Maschine. Das verhindert zwar auch ein Einbrechen und Sinken auf Schwimmdecken, aber die Maschine lässt sich bei völligem Aufschwimmen nur noch schwer manövrieren. Bereits bei höherem Überstau kann der Auftrieb den Bodenkontakt soweit vermindern, dass es zum Schlupfen der Räder und so zur Schädigung der Grasnarbe kommen kann. Die Originalmaschinen werden nicht mehr gebaut, sind jedoch in zahlreichen Ländern noch zur Schilfwerbung im Einsatz (beispielsweise in Deutschland, Dänemark, Polen, Ungarn, Rumänien, Ukraine, China). Verwendet werden gebrauchte alte Maschinen oder Nachbauten. Oft existieren in den Ländern sowohl eine Ersatzteilproduktion als auch ein Vertrieb.



Foto: Tobias Dahms

Dreirachsige Seiga Maschine mit und ohne Fahrerhaus für die Schilfernte. Die dänischen Original-Maschinen werden nicht mehr hergestellt, jedoch werden Maschinen und Ersatzteile beispielsweise in der Ukraine (<http://ukrreed.com/en/seigamachines-e.html/>) und Ungarn noch produziert und vertrieben. Auch in Norddeutschland sind die Maschinen noch weitverbreitet und werden für die Winterernte von Schilf eingesetzt.



Foto: Michael Succow

Auch in Polen ist die Seiga noch im Einsatz, im linken Bild klassisch für die Winterernte von Schilfbündeln mit zwei Bundannahme-Sicherheitsständen und hydraulischem Ladeflächenkipper, oder im rechten Bild in der Entwicklung von Prototypen für die Sommerernte, hier im Testeinsatz mit einem Fronthäcksler.



Foto: Wendelich Wichtmann

Kettenbasierte Spezialtechnik

Angepasste Raupen für den Einsatz im nassen Moor: Die deutsche Firma Mera Rabeler bietet überholte und umgebaute Pisten Bullys der deutschen Firma Kässbohrer an.

Kettenbasierte Spezialmaschinen bieten derzeit wohl die breiteste Palette an unterschiedlichen Geräten mit Eignung in Paludikulturen. Angefangen von runderneuerten Pistenraupen, die für den landwirtschaftlichen Einsatz modifiziert werden über für die Landwirtschaft direkt, bis hin zu speziellen Maschinen mit Raupen existiert Technik für die Landschaftspflege auf Moorböden (ab Seite 46). Bei Letzteren handelt es sich häufig um kleinere, leichte Maschinen für einstufige Verfahren zur Biomasseernte. Es gibt aber auch größere, schlagkräftige Gespanne für ein- oder mehrstufige Verfahren für Mahd und Beräumung.

Der klare Vorteil der kettenbasierten Fahrzeugtechnik ist, dass sich optimierte Bodendruckwerte zwischen 100 und 200 Gramm pro Quadratzentimeter problemlos erreichen lassen. Bei der Dimensionierung der Ketten sollte ein Breiten-Längen-Verhältnis von 1 zu 4 bis 1 zu 5 eingehalten werden, um zu hohe Scherkräfte zu vermeiden. Längere Ketten erhöhen die Scherkräfte. Dagegen sind zu breite Ketten selbst für den Transport per Tieflader zum Feldrand problematisch. Eine Montage der Ketten am Feldrand ist zeit- und arbeitsaufwändig. Die verwendeten Kettentypen sind sehr unterschiedlich und müssen oft für den gewünschten Einsatz optimiert werden. Originalketten aus dem Pistenraupeneinsatz sind zu scharfkantig und schädigen dadurch die Grasnarbe. Angeboten werden abgeflachte Aluminiumprofile sowie verschiedene Kunststoffketten oder profilierte Gummibänder.

Trotz des geringen Kontaktflächendrucks von Ketten und Raupen sind enge Kurvenradien und häufige Überfahrten bei der Bewirtschaftung von nassen Moorböden zu vermeiden. Die Firma mera Rabeler GmbH & Co. KG nutzt als Basisgeräte runderneuerte Pistenbullys der Marke Kässbohrer und rüstet diese mit verfahrensoptimierten Konstruktionen und Anbaugeräten für die nasse Moorbewirtschaftung aus. Entsprechende Geräte befinden sich bereits in Brandenburg im Einsatz. Ein technischer Service sowie Bestellmöglichkeiten für Ersatzteile sind vorhanden. Die italienische Firma Prinoth, mit Niederlassungen in Deutschland, bietet leistungsstarke, für den landwirtschaftlichen Einsatz optimierte Pistenraupen aus der eigenen Produktion an. Diese gibt es in Ausführungen mit Front- und Heck-Dreipunktaufnahme und

Zapfwellenanschlüssen für landwirtschaftliche Standard-Anbaugeräte. Bei den Spezialraupen sind noch die Geräte von Hanze Wetlands und De Vries Cornjum erwähnenswert, die jeweils sowohl leistungsfähige Gespanne anbieten, aber auch eine raupenbasierte Alternative zur Seiga für die Werbung von Dachdecker-Schilf (siehe Seite 47).



Foto: Andreas Haberl



Foto: Andreas Haberl

Über die ProMoor Richtlinie finanzierte Raupe im Einsatz in Brandenburg. Die ursprünglich für den Wintereinsatz konzipierte Maschine ist mit einem leistungsstarkem Kühlsystem ausgestattet, um ein Überhitzen im Sommerbetrieb zu vermeiden und besitzt Standard-Dreipunktaufnahmen und Zapfwellenanschlüsse.



Foto: Sebastian Schubert

Einstufiges Mähen und Beräumen mit Schlegelmähwerk und Überblasen in den Transportbunker



Foto: mera Rabeler GmbH & Co

Mähen und Pressen durch das Überblasen der Häcksel in die integrierte Ballenpresse



Foto: Wendelin Wichtmann

Einstufiges Mähen und Beräumen mit Fräswalzen-Mähwerk und Überblasen in einen kettengetriebenen Ladehänger



Foto: Tobias Dahms

Umgerüstete Pisten raupe mit leichter Ballenpresse ausgerüstet mit Tandemachse und Zwillingbereifung für ein Dreistufiges Heuwerbeverfahren

Raupen-Spezialmodelle



Foto: Tobias Dahms

Raupen mit Spezialgebiss für die Ernte von Rohrkolben von der Firma **Ale Stoker**, Niederlande



Foto: Tobias Dahms

Raupe für Schilfbunde von der Firma **Hanze Wetlands**



Foto: Tobias Dahms

Raupengespann der Firma **mera Rabeler** für den Ballenabtransport, analog zu konventionellen Verfahren auf Mineralböden mit Aufnahme von zwei Ballen vorne und einem in der Presse



Foto: De Vries Cronjum

Effizienter mit einem Spezialgespann aus Zugraupe und Pressenanhängler mit Lade- fläche für 5 Ballen der Firma **De Vries Cronjum**, Niederlande



Foto: Tobias Dahms

Raupen mit Spezialgebiss für die Ernte von Rohrkolben von der Firma **Ale Stoker**, Niederlande



Foto: Andreas Haberl

Spezialraupe mit Nachlauf-Knicklenkung der Firma **mera Rabeler** hier ausgerüstet mit einem Frontscheibenmähdwerk mit Seiten Ablage um ein Überfahren des Mahd- gutes und andrücken in den nassen Boden zu vermeiden, an der Nachlaufplattform können sowohl Schmetterlings Kombinationen angebaut werden oder ein Kipplade- bunker aufgesetzt werden



Foto: Andreas Haberl

Leichte Raupenfahrzeuge der Englischen Firma **Loglogic** werden für den Bodenschonen im nassen Gelände oder für den amphibischen Einsatz von der Niederländischen Firma **Wellink** ausgestattet.



Foto: Robert Wellink

Auch für den Forsteinsatz auf nassen und empfindlichen Böden bietet **Wellink Loglogic** Raupensysteme mit leichtem Forstmulcher und Forstgreifer an





Schritte zur Umsetzung

Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für nasse Moornutzung

Die bisher größten Hemmnisse für die Umstellung auf moor-erhaltende Wasserführung und Bewirtschaftung waren von förderrechtlicher Seite zum einen der drohende Verlust der Flächenprämien (Direktzahlungen aus der 1. Säule), zum anderen gelten Biomassen aus Paludikultur-Anbau nach EU-Recht bislang nicht als landwirtschaftliche Erzeugnisse (nach Anhang 1 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union). Somit war der Anbau der meisten Paludikulturen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) nicht als landwirtschaftliche Tätigkeit anerkannt. Ausnahmen sind hier die Anlage von Nasswiesen und Torfmoosanbau, die als Dauergrünland eingestuft werden können.

In der neuen EU-Förderperiode der GAP ist ab 2023 ist eine ehrgeizigere Verfolgung von Umwelt- und Klimaschutzzieleen vorgesehen. Es wurden einige Lösungen gefunden, so dass Landwirtinnen und Landwirte künftig leichter und effektiver einen entscheidenden Beitrag zur Bekämpfung des Klimawandels, zum Schutz der Biodiversität sowie zum Erhalt der Landschaften leisten können. Mit der neuen EU-Gesetzgebung zur GAP werden Ausnahmeregelungen für Paludikultur-Verfahren möglich. Die Beihilfefähigkeit der Flächen bei Umstellung auf Paludikultur

bleibt erhalten, sofern diese im Rahmen von EU-Regelungen zu einem oder mehreren umwelt- oder klimabezogenen Zielen der Europäischen Union beiträgt.

Auch der nationale Strategieplan Deutschlands greift dies auf und formuliert in der GAP-Direktzahlungen-Verordnung Kriterien zur Anerkennung von Flächen mit Paludikulturen als förderfähige Flächen (Paragraph 11 (1) 3.b).

Die neuen Mindeststandards sollten perspektivisch zu Gunsten des Klima-/Moorschutzes weiter ausgebaut und ergänzt werden, sonst bleiben die landwirtschaftlich genutzten Moorböden zu trocken und weiterhin massive CO₂-Quellen.

Die bisherigen Verpflichtungen über Cross-Compliance und Greening in der 1. Säule werden seit 2023 in den sogenannten Konditionalitäten und den damit verbundenen überarbeiteten Standards „guter landwirtschaftlicher und ökologischer Zustand“ (GLÖZ) subsummiert. Damit liegen den Mitgliedstaaten der Europäischen Union neun GLÖZ-Mindeststandards vor, von denen die ersten drei auf den Schutz des Kohlenstoffspeichers in landwirtschaftlich genutzten Böden abzielen. Besonders wich-

Pflegemahd mit angepasster Pistenraupe mit Dreschfliegelmähwerk und Transportbunker in der Sernitzniederung, Brandenburg, Foto: Michael Succow.





Vorführung der Schilfmahd mit angepasster Pistenraupe, auf einem Informationstag in Hohengützow und Lütlow, Brandenburg, Foto: Andreas Haberl.

tig für die Erreichung von Klimaschutzziele auf Moorböden ist dabei GLÖZ 2: „Mindestschutz von Feuchtgebieten und Mooren“, mit dem Hauptziel: „Schutz kohlenstoffreicher Böden“. So gilt seit 2023 u.a., dass keine Veränderungen auf Moor erlaubt sind durch: 1. einen Eingriff in das Bodenprofil mit schweren Baumaschinen, 2. eine Bodenwendung tiefer als 30 Zentimeter oder 3. eine Auf- und Übersandung. Diese Ausgestaltung lässt den dringenden Bezug zur Wasserführung auf landwirtschaftlich entwässert genutzten Moorflächen vermissen. Um die hohen Treibhausgasemissionen der von entwässerungsbasiert landwirtschaftlich genutzten Moorböden zu vermeiden, müssten seitens der EU angemessene Zielvorgaben für eine höhere Wasserführung vorgegeben werden.

Prüfbarkeit und Freiwilligkeit für eine klimafreundliche landwirtschaftliche Moorbewirtschaftung

Eine Einbindung der Strategie und der Länder-Programme in das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) kann auf Bundesländer-Ebene erfolgen. Karten der organischen Böden, die auch für Brandenburg vorliegen, werden bereits für die Berechnung und Berichterstattung nationaler Treibhausgas-Emissionen genutzt (Maßstab: 1 zu 25.000). Für die Ausweisung

einer flächenscharfen und juristisch prüfbaren Kulisse können die bodenkundlichen Karten der Länder und die Bodenschätzung flurstückgenau mit einbezogen werden. Um aufbauend auf das Anspruchslevel der Konditionalitäten weitere Beiträge zum Moorschutz leisten zu können, müssen freiwillige Maßnahmen zur Moorbodenwiedervernässung und Umstellung auf klimaschonende Wasserführung auf landwirtschaftlichen Moorflächen über Finanzierung aus der zweiten Säule einen entscheidenden Beitrag leisten.

Mit AUKMs, wie zum Beispiel die AUKM „Moorbodenschutzmaßnahmen“ in Brandenburg, können geeignete Anreize gesetzt werden, um anspruchsvollere Ziele zu erreichen. Mit zusätzlichen bedarfsgerechten Förderungen aus anderen Mittelöpfen der Europäischen Union oder des Bundes (EFRE, EKF) und Landesmitteln, kann ein angemessener Entwicklungspfad hin zu einer klimafreundlichen Moorbewirtschaftung in der Landwirtschaft beschritten werden.

Investive Finanzierungsmöglichkeiten für Landwirtinnen und Landwirte

Im Februar 2019 trat die EFRE-Förderrichtlinie Moorschutz in Kraft. Das Gesamtbudget des Förderprogramms betrug 3 Millionen Euro. Neben der Unterstützung von Moorrenaturierungsprojekten im städtischen Raum zielte die Förderung vor allem auf die Erprobung und Einführung moorerhaltender beziehungsweise moorschonender Flächenbewirtschaftung ab, um die fortschreitende Entwässerung der Moore und die damit verbundenen CO₂-Emissionen zu stoppen beziehungsweise zu mindern. Das Förderprogramm wurde der Investitionspriorität 4e), des Operationellen Programmes (OP) EFRE – „Förderung von Strategien zur Senkung des CO₂-Ausstoßes für sämtliche Gebiete, unter anderem klimaschutzrelevante Anpassungsmaßnahmen“, zugeordnet und unterstützte das spezifische Ziel 13 des OP EFRE – „Entwicklung von Strategien, gebietsbezogenen Entwicklungskonzepten sowie darauf aufbauende Umsetzungsmaßnahmen zur Verminderung von CO₂-Emissionen“.

In Bezug auf den Fördergegenstand „Moorrenaturierungsmaßnahmen im städtischen Raum“ (außerhalb der ELER-Förderkulisse) wurden vermutlich auf Grund des Fördersatzes von 80 Prozent keine Anträge gestellt, da diese Maßnahmen keinerlei betriebswirtschaftliche Zielstellungen verfolgen und der erforderliche Eigenanteil von 20 Prozent nicht durch die Projektträger (beispielsweise Natur- und Umweltschutzvereine) aufgebracht werden kann.

In Bezug auf den Fördergegenstand, „Erprobung und Einführung moorerhaltender beziehungsweise moorschonender Flächenbewirtschaftung“ betrug der maximale Fördersatz 60 Prozent der förderfähigen Ausgaben. Förderfähige Ausgaben waren investive Kosten für den Erwerb, die Anpassung und Inbetriebnahme der Bewirtschaftungstechnik bezogen auf den Nutzungszeitraum in der Projektlaufzeit.

Die im Rahmen dieses Fördergegenstands geförderten Projekte wurden wissenschaftlich durch die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) begleitet, um Erkenntnisse über den Zustand der Böden sowie die Entwicklung der Vegetation über die Projektlaufzeit zu gewinnen (siehe S. 55 ff.). Mit dem Ziel, möglichst lange Projektlaufzeiten zu erreichen, um die Pro-

jektflächen über mehrere Vegetationsperioden zu untersuchen, wurde in der Richtlinie festgelegt, dass Förderanträge, die sich auf die Erprobung moorschonender Bewirtschaftungstechnik beziehen, bis zum 30. Juni 2020 einzureichen sind. Die Vorhaben waren spätestens bis 2023 mit Beendigung der Förderperiode abzuschließen. Die Projektlaufzeit betrug für die wissenschaftlich begleiteten Vorhaben somit mindestens drei Jahre, sodass mit Projektabschluss belastbare Daten über Vegetation, Bodenphysik und -zustand und Wasserstände vorliegen und ausgewertet werden können.

Um das neue Förderangebot bekanntzumachen, wurden bereits 2018 und insbesondere in 2019 in den unterschiedlichsten Regionen Brandenburgs Informationsveranstaltungen für Landwirtschaftsbetriebe durchgeführt. Dennoch wurde das Förderangebot nicht so aufgegriffen wie ursprünglich erwartet. Folgende Gründe, welche insbesondere in den Informationsveranstaltungen von den Landwirtinnen und Landwirten thematisiert wurden, waren dafür ausschlaggebend:

1. Trotz der Förderung verbleiben hohe Investitionskosten beim Landwirtschaftsbetrieb, die insbesondere für die kleineren Betriebe schwer aufzubringen sind. Damit besteht für diese Betriebe ein erhebliches Risiko, wirtschaftlichen Schaden zu nehmen.
2. Das Risiko erhöht sich insbesondere durch fehlende Wertschöpfungsketten beziehungsweise Verwertungsmöglichkeiten von Biomasse aus Feucht- beziehungsweise Nassstandorten, da die Veränderungen der Vegetation zu qualitativen Einbußen in Bezug auf die Verwertung als Futtermittel führen und die Flächen an sich bei höheren Wasserständen mehr für eine Weidehaltung von Milchkühen/Mutterkuhhaltung geeignet sind.
3. Das Zeitfenster, in dem Anträge gestellt werden konnten, war sehr kurz. Trotz der durchgeführten Informationsveranstaltungen wurden nur wenige Landwirtschaftsbetriebe erreicht, da diese vor allem saisonbedingt kaum über freie

Zeitkapazitäten verfügen. Deshalb erfolgte trotz Interesse keine Antragstellung, zumal diese als kompliziert und sehr zeitaufwändig wahrgenommen wurde. Hier fehlte eine intensive individuelle Antragsberatung und Betreuung insbesondere der kleineren Landwirtschaftsbetriebe.

4. Auf Grund der zeitliche Begrenzung Förderanträge zu stellen, war auch das Zeitfenster für die Einholung wasserrechtlicher Genehmigungen sehr kurz. Die Beantragung und Durchführung investiver Maßnahmen zum Wassermanagement wurde dadurch sehr erschwert.
5. Einzelbetriebliche Beratungsangebote fehlten. Eine Beratung der Betriebe über geeignete Technik sollte integraler Bestandteil der Förderung sein und noch vor Technikan-schaffung (möglicherweise verpflichtend) durchgeführt werden. Geeignet wäre dazu beispielsweise die Forschungseinrichtung, die im weiteren Verlauf auch die wissenschaftliche Begleitung übernimmt. Dies würde auch verhindern, dass Technik angeschafft wird, die nicht wirklich gut für sehr feuchte bis nasse Flächen geeignet ist und so der Notwendigkeit, die Wasserstände in absehbarer Zeit weiter anzuheben, entgegenläuft (für erweiterte Beratungsangebote siehe auch Einleitung).
6. Durch die Zweckbindungsfrist und auch aufgrund der nicht erfolgten vorherigen Beratung ist festzustellen, dass die angeschaffte Technik nicht optimal für den entsprechenden Einsatzzweck und -ort geeignet ist. Dennoch sind die Betriebe zu deren Einsatz gemäß der Zweckbindungsfrist (3 Jahre nach Erhalt der letzten Auszahlung) verpflichtet. Mehr Handlungsspielraum wäre hier wünschenswert.
7. Ein weiterer Grund für die Zurückhaltung in Bezug auf die Beantragung von Fördermitteln waren auch die geringen Erfahrungen der Landwirtinnen und Landwirte im Umgang mit nassen Flächen und das teilweise geringe Vertrauen in ein funktionierendes Staumanagement (sanierungsbedürftige Stauanlagen, keine Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner in den Wasser- und Bodenverbänden).
8. Für Bewirtschaftungsvorhaben, die mit einer deutlichen Anhebung von Wasserständen einhergehen, ist ein umfassender Kommunikationsprozess mit Nutzerinnen und Nutzern und Eigentümerinnen und Eigentümern von anliegenden Flächen erforderlich. In diesem ist sowohl über den Grad der Betroffenheit zu informieren als auch Möglichkeiten einen Ausgleich für den Wertverlust der Flächen beziehungsweise Einschränkung der Nutzungsmöglichkeiten in Aussicht zu stellen. Auch dieses Erfordernis blieb im EFRE-Förderprogramm unberücksichtigt.

Schlussfolgerungen für künftige investive Förderinstrumente

Ableitend aus den Erfahrungen im Zusammenhang mit dem bisherigen EFRE-Förderprogramm Moorschutz wird ein Förderinstrument etabliert, welches die verschiedensten Bedarfe im Bereich landnutzungsbezogener Klimaschutz-Moorschutz zusammenführt.

Dieses Förderprogramm beinhaltet investive Förderungen für folgende Handlungsfelder:

- Entwicklung, Erprobung, Einführung und Verbreitung standortgerechter Bewirtschaftungstechnologien und Landnutzungsmethoden
- Dezentrale stoffliche und energetische Verwertung von Biomasse aus Nass- und Feuchtstandorten
- Durchführung von Maßnahmen zur Moorrevitalisierung
- Angepasstes Staumanagement für moorschonende (mäßig moorzehrende/moorerhaltende) Wasserstände
- Erhebungen und Analysen im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Moorrevitalisierung bzw. zur klimaschonenden Anpassung des Staumanagements

Investitionsvorbereitende bzw. investitionsbegleitende Maßnahmen können nur in sehr eingeschränktem Maß im Rahmen der Richtlinie gefördert werden. Hierfür sollten andere Förderinstrumente erarbeitet und genutzt werden. Zum Beispiel um folgenden Bedarfen gerecht zu werden:

- Information, Beratung und Qualifizierung der relevanten Akteurinnen und Akteure (unter anderem Landwirtschaftsbetriebe, Flächeneigentümerinnen und Flächeneigentümer, Wasser- und Bodenverbände)
- Vernetzung, Aufbau und Etablierung von Kooperationen für die Umsetzung von Feucht-/ Nassbewirtschaftungsverfahren sowie für die dezentrale stoffliche und energetische Verwertung der Biomasse (durch Bildung von Kooperationen zu gemeinsamer Nutzung moorschonender Bewirtschaftungstechnik beziehungsweise von Erzeugergemeinschaften zur Produktion und Verwertung von Biomasse aus Nassbewirtschaftung)
- Maßnahmen zur allgemeinen Akzeptanzsteigerung eines veränderten Staumanagements

Entscheidend für die Attraktivität des neuen investiven Förderinstrumentes ist die Höhe der Fördersätze. Sie wurden unter Berücksichtigung der beihilferechtlichen Regelungen so bemessen, dass das wirtschaftliche Risiko für die Landwirtschaftsbetriebe, welches mit der Umstellung auf Nassbewirtschaftung verbunden ist, weitgehend kompensiert werden kann. Bei Maßnahmen, die nicht auf betriebswirtschaftliche Vorteile ausgerichtet sind (zum Beispiel Moorrevitalisierung, Anpassung der Stausysteme, Maßnahmen zu Akzeptanzsteigerung, Information und Beratung) kann ein Fördersatz von 100 Prozent angewendet werden, da die potenziellen Trägerinnen und Träger dieser Maßnahmen keine finanziellen Kapazitäten haben, um den entsprechenden

Eigenanteil zu finanzieren und die Maßnahmen ausschließlich auf positive Klima-/Umweltschutzwirkungen abzielen. Einnahmen beziehungsweise ökonomische Vorteile für die Projektträger können hieraus nicht generiert werden.

Das im Rahmen der EFRE-Förderrichtlinie angewandte Erstattungsprinzip stellte für viele landwirtschaftliche Betriebe sowie für Vereine oder Verbände ein Hemmnis dar, das Förderangebot zu nutzen, da für sie eine Vorfinanzierung äußerst schwierig ist. Dahingegen ist die Mittelauszahlung auf Basis von Mittelanforderungen für die Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger wie sie die jetzige investive Förderprogramm vorsieht, eine gute Alternative, da hiermit dem Projektträger ermöglicht wird, bewilligte Fördermittel im Voraus entsprechend des geschätzten Finanzierungsbedarf in einem überschaubaren Zeitraum (in der Regel zwei Monate) zu erhalten, um anfallende Rechnungen aus den Fördermitteln zu begleichen. Insbesondere auch finanzschwächere Akteurinnen und Akteure können somit auch an der Förderung partizipieren.

Darüber hinaus werden die Landwirtschaftsbetriebe bei der Erarbeitung von Förderanträgen sowie bei der Umsetzung des Projekts durch externe Beraterinnen und Berater individuell unterstützt und insbesondere zuwendungsrechtlich beraten, um reibungsarme Antragstellungen zu gewährleisten und spätere Anlastungen seitens der Zuwendungsgeberinnen und Zuwendungsgeber zu vermeiden.

Die folgenden bisher in der EFRE-Förderrichtlinie geregelten Zuwendungsbestimmungen haben sich bewährt und werden für Vorhaben, die auf eine standortangepasste Flächenbewirtschaftung abzielen, weitergeführt:

- Ausschließliche Berücksichtigung von Projektflächen auf organischen Böden
- Begrenzung der landnutzungsbezogenen THG-Emissionen
- Begrenzung des Kontaktflächendrucks
- Wissenschaftliche Begleitung für eine bestimmte Projektkategorie (siehe auch Vorentwurf)

Für den Aufbau der Verwertungsketten wird im Rahmen von Zuwendungsbestimmungen geregelt, dass nur Förderungen in Anspruch genommen werden können, wenn:

- die zu verwertende Biomasse zu einem hohen Prozentsatz aus Feuchtstandorten kommt
- die Transportwege zwischen Erzeugenden und verwertenden Betrieben in der Regel maximal 100 Kilometer betragen

Weiterführende Information zur neuen Förderrichtlinie „Klima-/Moorschutz investiv“ finden sie hier: <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/service/foerderung/klima/>

Technik in der Praxis – Zwischenergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der EFRE-Förderrichtlinie Moorschutz

Die Fördermaßnahme stellt eine sinnvolle Ergänzung zu der im Rahmen des Europäischen Fonds für ländliche Entwicklung (ELER) finanzierten Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen „Moorschonende Stauhaltung“ dar, welche Landwirtinnen und Landwirte für ihre Klimaschutzleistung durch hohe Stauhaltung auf organischen Standorten flächenbezogen finanziell honoriert.

Neben dem Ziel, Erkenntnisse über Bodenzustand, Vegetation und Eignung der eingesetzten Technik zu gewinnen, sollten über die praxisbezogenen Pilotvorhaben bei den Landwirtinnen und Landwirten Hürden abgebaut werden, die mit den oft hohen Investitionskosten beim Erwerb angepasster Technik in Verbindung stehen. So soll die allgemeine Bereitschaft für eine dauerhafte Anhebung der Wasserstände gesteigert werden. Die wissenschaftliche Begleitung, durchgeführt von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), umfasst das Monitoring des Projektverlaufs im Zeitraum 2020 bis 2023 und die Auswertung der gewonnenen Daten hinsichtlich Eignung und Nutzwerteigenschaften der eingesetzten Technikvarianten unter den spezifischen Standortbedingungen.

Im Jahr 2020 erfolgte die Ersteinrichtung auf ausgewählten Untersuchungsflächen der Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger. Auf dieser Datenbasis wurden die Versuche zur Bodenbelastung bei Technikanwendung konzipiert. Innerhalb der bisherigen Laufzeit der wissenschaftlichen Begleitung konnten diese auf den Untersuchungsflächen von fünf Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfängern erfolgreich durchgeführt werden. Die Feldversuche werden fortgeführt und im Jahr 2022 durch weitere bodenphysikalische sowie vegetationskundliche Erhebungen ergänzt.

Insgesamt acht Landwirtschaftsbetriebe haben die Förderung in der Förderperiode 2014 bis 2020 in Anspruch genommen und werden mit der angepassten Technik künftig mindestens 580 Hektar Grünland moorschonend (mäßig moorzehrend) bewirtschaften. Etwa die Hälfte der Flächen befindet sich nordwestlich Berlins, im Rhinluch. Weitere Flächen liegen in der nahegelegenen Döberitzer Heide, dem Ferbitzer Bruch und in der Zehdenick-Spandauer Havelniederung. Südwestlich Berlins sind Flächen in der Nuthe-Nieplitz-Niederung sowie im Zarth gelegen. Ebenso in der Uckerniederung im äußersten Nordosten Brandenburgs und im Rambower Moor der nordwestlich gelege-

nen Prignitz (siehe Abbildung 18). Die Betriebe bewirtschaften nach eigenen Angaben zwischen 70 und 315 Hektar Grünland mineralischer und organischer Standorte, in geringeren Anteilen auch Ackerflächen. Lediglich ein Betrieb ist in der Hauptausrichtung als Ackerbaubetrieb auszuweisen. Das Moorgrünland wird teilweise als Mähweide, überwiegend jedoch als Mähwiese zur Gewinnung von Heu, Silage, Einstreu und Biomasse genutzt. Die ungedüngten ein- bis zweischurig genutzten Bestände weisen pro Schnitt Erträge von 20 bis 35 Dezitonnen pro Hektar auf. Flächen, die mit PK-Dünger versorgt werden, erreichen im ersten Schnitt etwa 40 Dezitonnen pro Hektar. Je nach förderrechtlichen Nutzungsbeschränkungen oder aktueller Befahrbarkeit erfolgt die erste Nutzung frühestens Mitte Juni.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung wird eine Auswahl an Flächen der Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger intensiv untersucht. Floristische Erhebungen zeigen eine große Vielfalt der Pflanzengemeinschaften. Großseggenwiesen, typischerweise artenärmere Gesellschaften aus wenigen, hochwüchsigen Seggenarten, sind genauso vertreten wie artenreiche Feuchtwiesen mit über 40 Pflanzenarten. Darunter sind viele Arten mit enger Bindung an diesen Lebensraum, zum Teil kommen sie auch ausschließlich auf Moor vor, so beispielsweise die Sauergräser Schwarzschof- (*Carex appropinquata*), Hirse- (*C. panicea*) und Rispen-Segge (*C. paniculata*). Bohrungen zeigen eindrucksvoll, was sich unterhalb der Vegetation befindet: meist sind das mehr als zwei Meter mächtige Torflagen. Bei einigen Flächen wurde auch nach sechs Metern noch nicht der mineralische Untergrund erreicht, sodass beachtliche Mengen an Kohlenstoff in den Torfen und Mudden festgelegt sind. Nur durch hohe Wasserstände wird dessen Freisetzung als CO₂ vermieden beziehungsweise verringert. Anhand der vorgefundenen Vegetation lassen sich für den Großteil der Flächen mittlere Sommerwasserstände von 10 bis 20 Zentimeter beziehungsweise 20 bis 45 Zentimeter unter Flur ableiten. Für diese sehr feuchten bis feuchten Moorstandorte werden Treibhausgasemissionen von 5 bis 15 Tonnen Kohlenstoffdioxid Äquivalent je Hektar pro Jahr geschätzt. Nur ein Standort, dessen Vegetation auf nasse Bodenverhältnisse hindeutet, wirkt als THG-Senke. Zum Vergleich: Bei einer tiefen Entwässerung mit dem Ziel einer intensiveren Bewirtschaftung, steigen die Treibhausgasemissionen schnell auf über 30 Tonnen Kohlenstoffdioxid Äquivalent je Hektar pro Jahr (vergleiche Tabelle 7 Seite 29).

Die Nutzungshistorie der vorausgegangenen Jahrzehnte und Jahrhunderte hinterließ auch auf den untersuchten Standorten deutliche Spuren. Heute sind die Torfe der Oberböden stark geschädigt, das heißt vererdet oder sogar bereits vermulmt. Im Unterboden treten häufig, bedingt durch Schrumpfungs- und Quellungsprozesse, Torfaggregationshorizonte auf (siehe Abbildung 17). 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 herausbildeten¹ (siehe dazu Seite 11, Abbildung 4). Eine lückige Pflanzendecke (siehe Abbildung 17), verringerte Durchwurzelung und Stauwasser mindern in der Folge schließlich Ertrag und Befahrbarkeit. Wie sich auch nach den Starkniederschlägen im Sommer des Jahres 2021 zeigte, führt insbesondere das Stauwasser zu einer weiteren Einschränkung der Befahrungszeiträume. Eine Anhebung der Wasserstände wird auf einigen Flächen bereits seit den 90er-Jahren durch Verzicht auf Grabenräumung und Einstellung von Pumpanlagen erreicht. Auf einem Großteil der Flächen erfolgten Wasserstandsanhörungen erst vor wenigen Jahren im Rahmen von Projekten, der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) Moorschonende Stauhaltung oder auf Eigeninitiative der Landwirtinnen und Landwirte. Wiedervernässung und bodenschonender Technikeinsatz zeigen erst mittel- bis langfristig positive Effekte auf den Zustand des Bodens, doch kann so einer weiteren Degradierung des Moorgrünlandes wirkungsvoll begegnet werden.

Der Grundsatz, dass die Belastung der Fahrbahn nicht deren Tragfähigkeit überschreiten darf, stellt die Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter nasser und wiedervernässter Niedermoore vor besondere Herausforderungen. Dies ist durch den Umstand bedingt, dass organische Böden eine durchwurzelte Schicht an der Oberfläche mit hoher Festigkeit besitzen, während darunterliegende mehr oder minder stark zersetzte Torfe und Mudden deutlich geringere Festigkeiten aufweisen. Somit kann die maximale standorttypische Tragfähigkeit nur bei intakter Grasnarbe erreicht werden. Einflussreiche Parameter sind dabei die Vegetation, die Bewuchsdichte und die Bodenfeuchte.²



Abbildung 17: Folgen der Entwässerung: Aggregierungshorizonte (links) und lückige, wenig widerstandsfähige Vegetation (rechts). (Fotos: F. Wenzl)

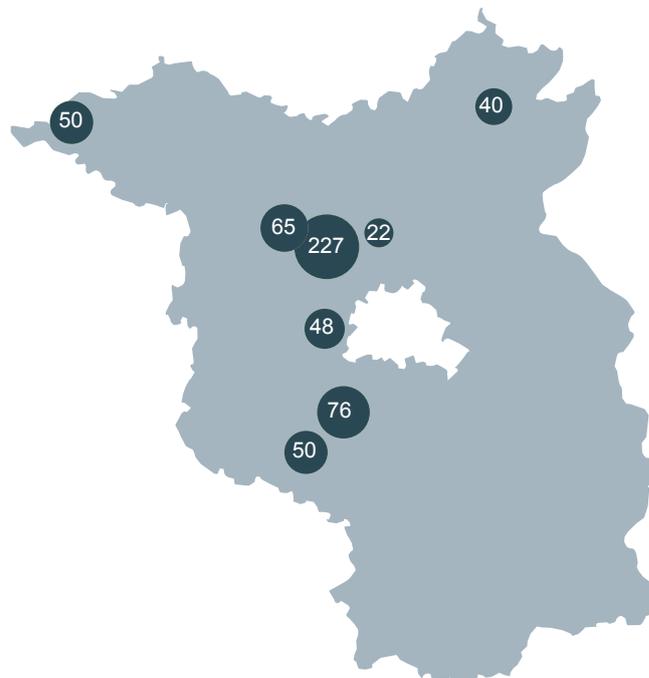


Abbildung 18: Lage der Projekt-Flächen mit Angabe der förderwürdigen Grünlandfläche in Hektar gemäß Förderantrag. (Hintergrundkarte: VG2500© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main, 2009)

Auf wiedervernässten Standorten kommen zudem der Wasserstand und Bodenzustand stärker zum Tragen, da eine Rückquellung des Torfkörpers die Festigkeit der Bodenschichten unterhalb der Grasnarbe deutlich verringern kann. Die Scherfestigkeit beschreibt den maximalen Widerstand, den der Boden gegenüber horizontalen Belastungen aufbringen kann. Frühere Untersuchungen zeigen, dass die Scherfestigkeit eine geeignete Messgröße zur Kennzeichnung der standortspezifischen Tragfähigkeit ist.³ Diese ist demnach bei Flutrasen am geringsten, steigt bei Feuchtwiesen und Rohrglanzgrasröhrichten, und erreicht bei Großseggenwiesen die höchsten Werte. Mit höherer Bewuchsdichte nimmt die Scherfestigkeit zu, während sie bei höheren Bodenfeuchten abnimmt. Diese Tendenzen fallen jedoch innerhalb der Vegetationsausprägungen unterschiedlich stark aus. Zu beachten ist auch, dass Bewirtschaftungseinheiten durch ein räumliches Mosaik verschiedener Vegetationsformen und eine entwässerungsbedingte Mikroreliefierung geprägt sein können. Inmitten einer Fläche mit hoher Tragfähigkeit, können somit durchaus weniger tragfähige Bereiche vorhanden sein. Letztendlich kommt es also darauf an, Technikvarianten für die Bewirtschaftung zu wählen, die den konkreten standörtlichen Gegebenheiten angepasst sind.

Im Zuge der wissenschaftlichen Begleitung der EFRE-Förderrichtlinie Moorschutz erfolgten in der Vegetationsperiode 2021 Messungen der Scherfestigkeiten auf repräsentativen Flächen der Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger. Einbezogen wurden Flächen der bei Grünlandnutzung typischen Vegetationsausprägungen, wie Flutrasen, Feuchtwiesen nährstoffreicher Standorte, Großseggenwiesen sowie Schilfdominierte Bestände. Alle Standorte wiesen zum Zeitpunkt der Mahd (Juli/August), unabhängig ihrer jeweiligen Vegetation, überwiegend hohe bis sehr hohe Tragfähigkeiten auf. In Bereichen mit älteren Narbenschäden durch Befahrung, temporären

Abflussrinnen, aufgelandeten Gräben, Senken oder Quellaustritten, war die Tragfähigkeit häufig deutlich niedriger. Insgesamt zeigte sich auch bei dieser Untersuchung, dass die Tragfähigkeit mit zunehmender Bestandsdichte ansteigt. Unterhalb der durchwurzelten Schicht, also in etwa 15 bis 30 Zentimeter Tiefe, wird die Scherfestigkeit maßgeblich vom Bodenzustand beeinflusst. Während ein Horizont aus stark zersetztem Torf mit Aggregierungsgefüge noch relativ hohe Werte erreichte, waren sie bei Mudde, noch deutlicher aber bei mäßig zersetztem Torf, wesentlich niedriger. Das bedeutet, dass eine tragfähige, intakte Gasnarbe insbesondere auf weniger stark degradierten Mooren entscheidend für die Befahrbarkeit ist.

Die Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger der EFRE-Förderrichtlinie Moorschutz haben ein breites Spektrum an Technikvarianten erworben, wobei die Auswahl bereits erkennen lässt, dass überwiegend sehr feuchtes Moorgrünland damit bewirtschaftet werden kann (siehe Tabelle 9). Unter der Kategorie „Kleintechnik“ ist ein Einachs-Doppelmesser-Mäher der Firma Brielmeier angeschafft worden. Eingesetzt wird dieser auf kleinflächigen Sonderstandorten, die mit herkömmlicher Technik nicht erreichbar oder befahrbar sind, sowie im Rahmen der Biotoppflege. Für eine großflächige Biomassernte ist der Einachs-Mäher aufgrund der geringen Flächenleistung jedoch nicht geeignet. Zumeist haben die Betriebe auf eine Anpassung konventioneller Technik zurückgegriffen, indem Schlepper der Leistungsklassen 73 bis 118 Kilowatt und Leermassen von 3,8 bis 5,9 Tonnen mit Breitreifen oder Doppelbereifung ausgestattet wurden. Der Schlepper Deutz Fahr Agrottron erreicht mit Doppelbereifung den geringsten Kontaktflächendruck. Befinden sich die Flächen nicht in unmittelbarer Nähe zum Betrieb, ist diese Option jedoch mit Mehraufwand verbunden, da der zweite Reifensatz am Feldrand unterstützt werden muss. In Abhängigkeit von Radlast und Reifendimension variiert der Kontaktflächen-

druck verschiedener Modelle unter Verwendung von Breitreifen oberhalb von 350 Gramm pro Quadratzentimeter. Der kritische Bereich von rund 600 Gramm pro Quadratzentimeter, der die Grenze der Förderwürdigkeit im Rahmen der Richtlinie definiert, wird deutlich unterschritten. Die Berechnungen des Kontaktflächendrucks erfolgten mit dem Simulationsmodell Terranimo mit Auswahl des Standardbodens „Moorboden“ sowie einem Reifeninnendruck von 0,8 bar (siehe Seite 44). Doppel- und Breitreifung sind somit vergleichsweise kostengünstige Möglichkeiten, um leichte bis mittelschwere Schlepper anzupassen. Bei abgesenktem Reifeninnendruck vergrößert sich die Aufstandsfläche, was einen niedrigeren Kontaktflächendruck zur Folge hat und Narbenschäden vorbeugt. Empfehlenswert sind daher Radialreifen mit flexiblen Flanken. Reifendruckregelsysteme sind eine gute Möglichkeit, um den Reifeninnendruck ohne großen Aufwand durch Regulierung von der Fahrerkabine aus an Grünland- beziehungsweise Straßenfahrt anzupassen. Den Kosten von etwa 4.000 bis 8.000 Euro stehen Einsparungen beim Dieselverbrauch, der Arbeitszeit und eine höhere Reifenlebensdauer gegenüber.

Die schwerste Maschine, ein John Deere 6250R, wurde mit Delta-Laufwerken der Firma Zuidberg ausgestattet und erreicht bei einer Leistung von 180 Kilowatt eine Leermasse von 14,8 Tonnen. Anschaffungskosten von etwa 100.000 Euro müssen für einen kompletten, neuen Satz eingeplant werden. Mit angebauten Mähwerken ergibt sich auf Grundlage der Aufstandsfläche rechnerisch ein Kontaktflächendruck von 460 Gramm pro Quadratzentimeter. Bei einer Arbeitsbreite von 9 Metern wird eine hohe Schlagkraft erzielt und der Anteil an überfahrener Fläche reduziert. Straßenfahrten sind zulässig. Eine deutliche Senkung des Kontaktflächendrucks auf etwa 110 Gramm pro Quadratzentimeter ist durch den Einsatz einer Moorraupe, in diesem Fall einer umgebauten Pistenraupe der Firma Kässbohrer, mög-

Tabelle 9: Auswahl an Technikvarianten, die im Rahmen der ProMoor-Förderung gekauft wurden

Technik	Gesamtmasse [t]	Reifendimension	mittlerer Kontaktflächendruck [g/cm.]
Kettenbasierte Spezialtechnik			
Moorraupe (197 kW), mit Front- und Heckanbaugeräten	max. 8,0		111
Angepasste konventionelle Technik			
Deutz Fahr Agrottron K 110 (82 kW), Doppelbereifung, mit Heck- und Frontscheibenmähwerk	6,7	HA: 600/65R38 VA: 540/65R24	326
Kubota M5111 (105 kW), Breitreifung, Doppelmessermähwerk im Front- und Heckanbau	4,3	HA: 800/45 R30,5 VA: 560/45 R22,5	357
Massey Ferguson 5613 (94 kW), Breitreifung, mit Doppelmessermähwerk im Front- und Heckanbau	6,3	HA: 710/55 R34 VA: 650/50 R22,5	418
Claas Arion 650 (118 kW), Breitreifung, ohne Anbaugeräte	5,9	HA: 900/60R32 VA: 600/65R28	459
John Deere 6250R (180 kW), Delta Tracks, mit Heck- und Frontscheibenmähwerk	17,6		460

lich. Für eine solche Sonderanfertigung ist mit Kosten von etwa 240.000 Euro zu rechnen. Ähnlich der Zwillingsbereifung ist diese Maschine insbesondere bei betriebsnahen Flächen oder sehr großen Flächen zu empfehlen, da Straßenfahrten nicht zulässig sind und der Transport mit Tieflader notwendig ist.

Um die Eignung der neu erworbenen Technik für die Moorflächen bewerten zu können, wurden Befahrungsversuche durchgeführt. Die Versuche erfolgten zumeist mit den Kombinationen aus Schlepper und Mähwerk. Nach einmaliger Überfahrt mit den Schleppern Kubota M5111 und Massey Ferguson 5613, ausgestattet mit breiten Grünlandreifen, waren keine messbaren Spurrillen vorhanden. Der Einsatz solcher speziellen Grünlandreifen trägt zur Schonung des Bodens und der Grasnarbe bei, da sie abgerundete Schultern und eine große Stollenaufstandsfläche besitzen (siehe Seite 44).

Durch die enge Verzahnung mit der Grasnarbe und der, insbesondere bei niedrigem Reifeninnendruck, großen Kontaktfläche, können hohe Zugkräfte aufgebracht werden, ohne schlupfbedingte Schädigungen der Grasnarbe zu verursachen. Im Gegensatz dazu schneiden Reifen mit groben Stollen und harten Kanten eher in die Grasnarbe. Auch im Rahmen der Demonstrationsversuche konnte beobachtet werden, dass sich die Stollen meist 3 bis 5 Zentimeter in den Boden drückten. Insbesondere für weniger tragfähige Bereiche kann somit eine gesteigerte Gefahr von Narbenschäden angenommen werden. Der John Deere 6250R, ausgestattet mit Delta-Laufwerken, scheint trotz hoher Gesamtmasse die Tragfähigkeit des sehr feuchten Standorts nicht zu übersteigen. Narbenschäden waren jedoch kleinflächig bei sehr niedriger Fahrgeschwindigkeit von 5 Kilometer pro Stunde und in weniger tragfähigen Bereichen mit Dominanzbeständen der Glieder-Binse zu finden. Auch auf Grundlage der Erfahrungen der Fahrzeugführerin und des Fahrzeugführers kann daher angenommen werden, dass die Bodenbelastung durch eine Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf mindestens 10 Kilometer/ Stunde vermindert werden kann. Bekannte Störstellen sollten grundsätzlich umfahren oder mit dem Seitenmähwerk behutsam ausgemäht werden, um das Festsetzen der Maschine zu vermeiden. Weniger problematisch gestaltet sich hierbei der Einsatz einer Moorraupe, die aufgrund der langen Aufstandsfläche kleinflächige Störstellen überfahren und insgesamt auf Flächen mit sehr geringer Tragfähigkeit ihre Potenziale entfalten kann. Nachteilig sind hingegen die vergleichsweise hohen Anschaffungskosten, der Aufwand beim Umsetzen sowie die hohen Scherkräfte, die bei engen Kurvenradien zum Abscheren der Grasnarbe⁴ führen können. Dem Betrieb, der sich diese Moorraupe angeschafft hat, kommt entgegen, dass sich die Flächen in unmittelbarer Hofnähe befinden. Enge Kurvenradien werden durch angepasste Fahrspurplanung weitgehend vermieden.

Die Messungen belegen weiterhin, dass Mehrfachüberrollungen zu einer Abnahme der Widerstandsfähigkeit der Grasnarbe führen können. Dies zeigte sich in einer verringerten Scherfestigkeit der befahrenen Bereiche im Vergleich zu den unbefahrenen. Narbendurchbrüche, insbesondere in Flutrasen-Beständen, waren die Folge. Wie bereits auf Seite 38 (siehe Abbildung 15) skizziert, kommt dies unter anderem dann zum Tragen, wenn nur eine oder wenige Flächenzufahrten existieren. Wie beobachtet werden konnte, siedeln sich an solch sensiblen Be-

reichen nach Zerstörung der Grasnarbe vorwiegend Arten der Flutrasen, wie beispielsweise Flutender Schwaden (*Glyceria fluitans*), Knick-Fuchsschwanz (*Alopecurus geniculatus*), Weißes Straußgras (*Agrostis stolonifera*) mit geringer Tragfähigkeit an.

Da auf den Flächen der eingebundenen Betriebe mehrstufige Ernteverfahren angewandt werden, müssen selbstverständlich alle Maschinen der gesamten Verfahrenskette angepasst werden. So statteten beispielsweise zwei Betriebe ihre Ballenpressen mit Zwillings- und Breitbereifung aus. Die wissenschaftliche Begleitung der Zuwendungsempfängerinnen und Zuwendungsempfänger wird im Jahr 2023 abgeschlossen und es sind weitere Messungen unter Einbeziehung der Verfahrensschritte geplant, die der Mahd folgen. Alle erhobenen Daten werden dann vollumfänglich ausgewertet und veröffentlicht. Insgesamt belegen die bisherigen Befahrungsversuche die grundsätzliche Eignung der eingesetzten Technik für die jeweiligen Standorteigenschaften. Es muss jedoch angemerkt werden, dass nasse Flächen nicht eingebunden waren. Aufgrund anderer Studien und des geringen Kontaktflächendrucks kann angenommen werden, dass innerhalb der angeschafften Technik (siehe Tabelle 9) einzig die Moorraupe für solche Bedingungen geeignet ist.

1 Zeitz et al. 1987 nach Luthardt, V. & Zeitz, J. (Hrsg., 2014): Moore in Brandenburg und Berlin. Rangsdorf: Natur+Text

2 Prochnow, A., Kraschinski, S., Tölle, R. und J. Hahn (1999): Belastungsklassen von Technik zur Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland. In: Agrartechnische Forschung, Bd. 5, H. 1, Seite 26 bis 36

3 Kraschinski, S. (2001): Angepasstes Befahren von Niedermoorgrünland. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin

4 Schröder, C., Dahms, T., Paulitz, J., Wichtmann, W. und Wichmann, S. (2015): Towards large-scale paludiculture: addressing the challenges of biomass harvesting in wet and rewetted peatlands. In: Mires and Peat, Volume 16 (2015), Article 13, 1–18

Weiterführende Praxistipps

Einfache Abschätzung des Moorzustandes mit der Wasserglasmethode

Mit einer einfachen Methode lässt sich der Zustand des Moorbodens abschätzen. Hierbei wird Torf zu ein Drittel in ein Glas gegeben. Die übrigen zwei Drittel werden mit Wasser aufgefüllt. Dann wird das Glas mehrmals kräftig geschüttelt und etwa 24 Stunden stehen gelassen. Zugrunde liegt eine fraktionierte Fällung. Hierbei setzen sich die schweren mineralischen Bestandteile aus dem Torf am Glasboden ab. Darüber sammeln sich die gröberen struk-

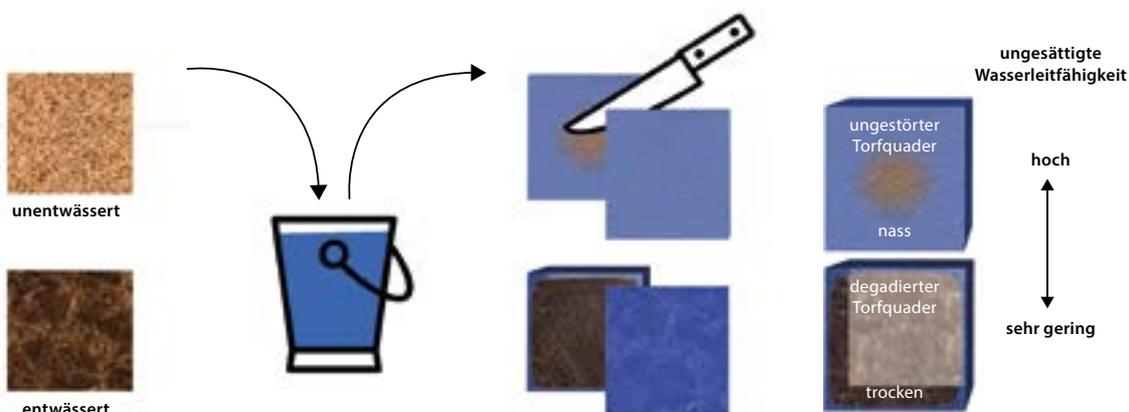
turierten Torfbestandteile und die strukturlose organische Substanz ordnet sich darüber an. Der gering entwässerte Torf quillt sogar auf. Der Überstand färbt sich in Abhängigkeit des Anteils an löslichen beziehungsweise feinen organischen Bestandteilen ein. Dieses Wasser aus den Bodenporen fließt später in die Gewässer. Eindrucksvoll sind besonders Vergleiche verschieden stark entwässerter Moorböden.



Einfache Prüfung der Wasserleitfähigkeit im Torf

Mit einer einfachen Methode lässt sich die Wasserleitfähigkeit im trockenen Torf abschätzen. Je stärker der Torf durch Entwässerung verändert wurde, desto schlechter ist die Wasserleitfähigkeit. Dazu wird ein Torfquader z. B. ein 10 mal 10 mal 10 Zentimeter großer Quader luftgetrocknet (circa 1 Woche) und anschließend eine halbe Stunde in einen gefüllten Wassereimer gelegt. Der Torf schwimmt und saugt sich mit Wasser voll. Je

stärker degradiert der Torf, desto langsamer geht diese Wiederbefeuchtung und entsprechend lange Zeit dauert es, bis eine entwässerte Moorfläche z. B. durch Grabeneinstau wieder durchfeuchtet werden kann. Ein nicht oder gering entwässertes Torf ist nach einer halben Stunde bis zur Mitte nass, ein entwässertes Torf nicht. So lässt sich auch die Geschwindigkeit des Wassers im trockenen Torf abschätzen.



Links und Publikationen

Rechner für Moorhöhenverlust und Klimaschutz:

<https://moorwissen.de/klimaschutzrechner.html>

Rechner Kontaktflächendruck zur Auswahl geeigneter Bewirtschaftungstechnik für Torfböden:

www.terranimo.world/CH/expert/Default.aspx

DVL Projektseite: Moor- und Klimaschutz (MoKli) –

Praxitaugliche Lösungen mit Landnutzern realisieren:

www.moorklimawirt.de

Berichte über Landwirtschaft Band 98 Ausgabe 3:

Instrumente für klimaverträgliche Moorbodennutzung:

Moorschutz in der Gemeinsamen Agrarpolitik:

<https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/320/527>

Greifswald Moor Centrum Info-Plattform zum Thema Moor und Klimaschutz:

www.Moorwissen.de

Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren:

Steckbriefe für klimaschonende, biodiversitätsfördernde

Bewirtschaftungsverfahren Zukunftsfähige Land- und Forstwirtschaft auf Niedermooren:

https://www.moorwissen.de/files/doc/paludikultur/imdetail/steckbriefe_pflanzenarten/Steckbriefsammlung.pdf

Humboldt Universität Berlin und HNE Eberswalde: Online-Entscheidungsunterstützungssystem zur torfschonenden Bewirtschaftung organischer Böden (Niedermoore):

www.dss-torbos.de

Steckbriefe zur Torfansprache der HNE Eberswalde:

<https://e-docs.geo-leo.de/handle/11858/8054>

Leseempfehlungen

Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur

Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. und Neubert, J. (2022): . Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe.

www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/2022-05_Nordt%20et%20al_Paludikultur%20Leitfaden.pdf

DVL Broschüre „Moor-Klimawirte“

Bezug über Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e.V., Promenade 9, 91522 Ansbach

E-Mail: bestellung@dvl.org

https://www.dvl.org/uploads/tx_ttproducts/datasheet/DVL-Publikation-Fachpublikation_Moor-Klimawirte_01.pdf

BfN Schriften 616, 2021 „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“

ISBN 978-3-89624-377-5

DOI 10.19217/skr616

<https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-11/Skript616.pdf>

Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung

Hrsg.: Wendelin Wichtmann; Christian Schröder; Hans Joosten; Erscheinungsjahr: 2016, 272 Seiten, 153 Abbildungen, 109 Tabellen, 49 Infokästen, Schweizerbart Verlag, Stuttgart, ISBN 978-3-510-65282-2

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Landwirtschaft,
Umwelt und Klimaschutz (MLUK)
Referat Öffentlichkeitsarbeit

Henning-von-Tresckow-Straße 2-13, Haus S, 14467 Potsdam
Telefon: +49 (0)331 866-7237
E-Mail: bestellung@mluk.brandenburg.de

Redaktion

Andreas Haberl
Michael Succow Stiftung,
Partner im Greifswald Moor Centrum, Greifswald

Paul Mosebach
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE),
Landschaftsnutzung und Naturschutz, FB: Landschaftsnutzung
und Naturschutz, FG: Nachhaltige Grünlandnutzungssysteme
und Grünlandökologie

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz
(MLUK)
Abt. 5 – Umwelt, Klimaschutz, Nachhaltigkeit

Landesamt für Umwelt Brandenburg,
Referat W 26 – WRRL-Gewässerentwicklung / Moorschutz,
Groß Glienicke

Der Herausgeber dankt allen Beteiligten – insbesondere
Andreas Haberl von der Michael Succow Stiftung und Paul
Mosebach von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde (HNEE), für die großzügige Unterstützung bei der
Recherche, fachlichen Durchsicht und Bereitstellung von
Texten und Fotos.



Dieses Druckerzeugnis ist mit dem Blauen Engel ausgezeichnet.



Fotos

Deckblatt: Für die Mahd auf nassem Niedermoor umgerüstete Pistenraupe im Einsatz, Foto: Andreas Haberl

Seite 2: Spezialraupe mit Schilfgebiss und Ladebunker bei der Wintermahd in einem Schilfbestand, Foto: Tobias Dahms

Seite 6: Aufgelassene Fläche, Großer Graben, Havelland, Brandenburg, Foto: Andreas Haberl

Seite 7: Gemähter und beräumter Schilfbestand im Spätherbst, Sernitzniederung, Brandenburg, Foto: Wendelin Wichtmann

Seite 10: Stauanlage für das Wassermanagement in einem Polder mit Grünland auf Moor, Foto: Andreas Haberl

Seite 14: Gemähter Schilfbestand im Spätherbst mit stehengelassenen Großseggenbulten, Sernitzniederung, Brandenburg, Foto: Wendelin Wichtmann

Seite 16: Vogelperspektive auf leichte angepasste Schleppertechnik bei der Nasswiesenmahd, Foto: Tobias Dahms

Seite 20: Gemähter und beräumter Schilfbestand im Spätherbst, Sernitzniederung, Brandenburg, Foto: Wendelin Wichtmann

Seite 21: Spezialraupengespann mit Nachlaufknicklenkung, bei einer Technikvorführung im Kremmener Luch, Foto: Andreas Haberl

Seite 24: Schilfbund und -matten Lager der Firma Hiss Reet in Bad Oldesloe, Niedersachsen, Foto: Jan Peters

Seite 27: Wasserbüffel in der Sernitzniederung, Brandenburg, _Foto: Benjamin Herold

Seite 28: Proben von Pellets aus Nasswiesenheu, Foto: Nina Körner

Seite 48/49: Umgerrüstete Pistenraupe bei der Sommermahd, Foto: Wendelin Wichtmann

Seite 62/63: Angepasste leichte Schleppertechnik bei der Sommermahd in einem Schilfbestand, Foto: Andreas Haberl

Rückseite: Verschiedenen Materialien aus Paludikultur Pflanzenfasern, Carsten Lühr, ATB Potsdam

Quelle: Bilddatenbank Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum

Satz

www.progress4.de

Druck

Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft Potsdam mbh

Wetzlarer Straße 54, 14482 Potsdam

info@bud-potsdam.de

www.bud-potsdam.de

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

1. Auflage, November 2023

1.000 Exemplare

Diese Broschüre wurde aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert und mit Mitteln des Landes Brandenburg kofinanziert.

