

Lösungsansätze zum Erreichen der Klimaschutzziele und Kosten für die Umstellung auf Paludikultur

Hintergrundpapier zur Studie
„Anreize für Paludikultur zur Umsetzung
der Klimaschutzziele 2030 und 2050“

Impressum

Herausgeber:

Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt (DEHSt)

City Campus

Haus 3, Eingang 3A

Buchholzweg 8

13627 Berlin

Telefon: +49 (0) 30 8903 5050

Fax: +49 (0) 30 8903 5010

emissionshandel@dehst.de

Internet: www.dehst.de

Stand: Februar 2022

Autorenschaft

Sabine Wichmann (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)

Anke Nordt (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)

Achim Schäfer (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)

Zitiervorschlag

Wichmann, S., Nordt, A., Schäfer, A. (2022): Lösungsansätze zum Erreichen der Klimaschutzziele und Kosten für die Umstellung auf Paludikultur. Hintergrundpapier zur Studie „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“. Hg. v. Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt (DEHSt). Berlin.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Redaktion: Fachgebiet V 2.6 – Klimaschutzprojekte – Nationale Zustimmungsstelle CDM/JI,
Corinna Gather, Dr. Friederike Erxleben, Stefanie Böther

Ressortforschungsprojektes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 42 509 0

Dieses Hintergrundpapier wurde für das Umweltbundesamt (UBA) als Teil des Projektes „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“ (FKZ: 3719 42 509 0) erstellt. Das Projekt wird vom Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum durchgeführt. DUENE e.V. trägt die alleinige Verantwortung für die Inhalte und Positionen, die in diesem Hintergrundpapier dargelegt werden.

Die Inhalte und Positionen der Veröffentlichung entsprechen deshalb nicht zwingend der offiziellen Position des Umweltbundesamtes.

Zusammenfassung

Die Wiedervernässung von Mooren und anderen kohlenstoffreichen Böden ist eine bedeutsame Maßnahme zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz angestrebten Klimaschutzziele. Der Großteil der entwässerten Moorböden ist jedoch landwirtschaftlich genutzt. Die Etablierung von Paludikultur wird als Chance gesehen, um Klimaschutz durch Moorbodenschutz im größeren Umfang zu realisieren. Paludikultur wird in der Nationalen Moorschutzstrategie des BMU, der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und dem Koalitionsvertrag der aktuellen Regierung als Bestandteil des Moorklimaschutzes ausdrücklich genannt. Die Umsetzung von Paludikultur in der Fläche wird bisher jedoch durch zahlreiche Hemmnisse beschränkt.

Diese Studie identifiziert eine Bandbreite an Lösungsansätzen, die in drei Gruppen zusammengefasst werden:

- ▶ rechtliche Rahmenbedingungen und regulative Ansätze
- ▶ flankierende Maßnahmen
- ▶ Instrumente und finanzielle Anreize zur Unterstützung von Paludikultur.

Förderansätze können direkt an der Fläche ansetzen, auf der Paludikultur etabliert wird; am landwirtschaftlichen Betrieb, der Paludikultur betreibt und entsprechende materielle und immaterielle Ausstattung benötigt; am verarbeitenden Unternehmen, welches neue Produkte entwickelt, produziert und vermarktet; am Produkt selbst, dessen klimafreundliche Eigenschaften einen positiven Effekt haben. Zu den flankierenden Aktivitäten, die die Umsetzung von Paludikultur positiv beeinflussen können, zählen die Durchführung von Forschungsprojekten, vorbereitende Gebietsstudien, der Aufbau von Beratungskapazitäten sowie die Ausbildung von Fachkräften für alle Ebenen – in Landwirtschaft, Fachplanung, Genehmigungsbehörden, Projektträgern, Baufirmen. Es wurde deutlich, dass geeignete Instrumente zur Förderung der Umsetzung von Paludikultur bereits vorhanden sind, jedoch gegebenenfalls zielgerichtet weiterentwickelt werden müssen. Die vorhandenen Instrumente können bislang noch keine Lenkungswirkung bei den betrieblichen Entscheidungsträgern*Entscheidungsträgerinnen herbeiführen. Ohne die Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen und flankierender Maßnahmen können weder bestehende noch neue Förderinstrumente ihre Wirksamkeit entfalten.

Vorraussetzung für die Ausgestaltung attraktiver Fördermaßnahmen, die an der Fläche bzw. am Landwirtschaftsbetrieb ansetzen, ist die Kenntnis über die Kosten der Umstellung auf Paludikultur. Hierzu zählen Investitionen zur Wasserstandsanehebung, paludikulturspezifische Kosten und gegebenenfalls ein entgangener Nutzen aus der aktuellen Moorbodenbewirtschaftung (Opportunitätskosten). Bisher gibt es nur wenige praxisnahe Umsetzungsflächen für Paludikultur, um Erfahrungen und belastbare Daten zu den Kosten der Etablierung und Bewirtschaftung von wiedervernässten Moorböden zu sammeln. Bei der einzelwirtschaftlichen Bedeutung der aktuellen Moorbodennutzung bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben und Regionen, wobei die Flächenprämie bei den Opportunitätskosten einen einheitlichen Sockelbeitrag bildet. Es fehlen betriebsspezifische Untersuchungen, die bei Wasserstandsanehebungen in Flur nicht von einer Nutzungsauffassung, sondern von einer Weiterbewirtschaftung in Paludikultur ausgehen. Die Wirtschaftlichkeit der Paludikulturverfahren hängt stark von der Nachfrage bislang nicht etablierter Märkte ab. Werden höhere Gewinne oder im Fall von aktuell defizitärer Moor-Bewirtschaftung geringere Verluste erwirtschaftet, kann die Umstellung auf Paludikultur sogar zu negativen Opportunitätskosten und Vermeidungskosten führen. Entscheidend ist hierbei auch, ob die Kosten der Wasserstandsanehebungen den Betrieben angelastet werden oder – wie bei der Moorentwässerung und Kultivierung – zu erheblichen Teilen gesellschaftlich gestützt und mit Anreizen befördert werden.

Da Paludikultur derzeit noch nicht in der Fläche umgesetzt ist, wird bei der Kostenschätzung auf die Daten aus Wiedervernässungsprojekten, die fachliche Einordnung der vorhandenen Daten zu einzelnen Paludikultur-Pilotprojekten und Experteneinschätzungen zurückgegriffen. Als erste Näherungswerte für den Investitionsbedarf können folgende Kostenpunkte festgehalten werden:

- ▶ Wiedervernässung (Planungs- und Baukosten): Ø 4.000 € / ha
(Spanne: 1.065 – 17.555 € /ha)
- ▶ Etablierung von Paludikultur (Infrastruktur für Biomasse-Abtransport, Wasserrückhalt und -management, Etablierung per Saat oder Pflanzung): Ø 10.000 € / ha
(Spanne: 2.000 – 128.000 € /ha)
- ▶ Anschaffung von Erntetechnik (großmaßstäbige Ernte nasser Moorböden): Der angenommene Finanzierungsbedarf von 400.000 € berücksichtigt neben der Biomassemahd auch Biomassebergung und -abtransport.

Die realen Kosten für die Umstellung einer landwirtschaftlich genutzten Moorfläche in Paludikultur variieren sehr stark insbesondere in Abhängigkeit von der lokalen Ausgangssituation, der angestrebten Nutzung (Nasswiese, Anbau-Paludikulturen wie Schilf, Rohrkolben, Erle, Torfmoos), Flächenumfang (Skaleneffekte) sowie Aufwand von Planung, Genehmigung und technischer Umsetzung (Naturschutzvorgaben, Betroffenheit von Siedlungen und Infrastruktur). Hinzu kommen laufende Ausgaben für Flächenmanagement und Bestandespflege sowie Investitionen in neue Verwertungswege. Die aufgeführten Werte dienen dazu, die Dimensionen der anfallenden Kosten zu veranschaulichen, nicht als absolute, gesicherte Werte, die notwendig und zugleich ausreichend sind, die Wiedervernässung und Paludikulturetablierung in klimazielkonformer Weise anzureizen.

Damit die finanziellen Anreize greifen können, ist neben der finanziellen Ausstattung der Instrumente wichtig, dass betriebliche Entscheidungsträger*innen deutliche Signale und Planungssicherheit für die Umstellung auf Paludikultur erhalten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	11
2	Lösungsansätze für die Beförderung von Wiedervernässung und Paludikultur	12
2.1	Übersicht.....	12
2.2	Rechtliche Rahmenbedingungen und regulative Ansätze.....	17
2.3	Flankierende Maßnahmen	28
2.4	Instrumente und finanzielle Anreize zur Unterstützung von Paludikultur	31
2.4.1	Ansatzpunkte: flächen-, betriebs- oder produktbezogen	31
2.4.2	Ausgestaltung von Projekt- und Investitionsförderung	34
2.4.3	Ausgestaltung der Honorierung erbrachter Leistungen für den Klimaschutz.....	40
2.4.4	Marktbasierte Anreize und Instrumente	42
2.4.5	Bewertung ausgewählter Instrumente.....	44
3	Kosten der Wiedervernässung und der Umstellung auf Paludikultur	45
3.1	Kostenpositionen und Datengrundlage	45
3.2	Wiedervernässungskosten.....	46
3.3	Paludikultur-spezifische Kosten	54
3.3.1	Flächeneinrichtung und Bestandesetablierung	54
3.3.2	Management- und Erntekosten.....	62
3.4	Märkte und Erlöspotenzial für Paludikultur	64
3.5	Vergleich zu aktueller Moorbodennutzung: Opportunitätskosten.....	69
3.5.1	Methodische Vorbemerkungen.....	69
3.5.2	InVeKoS-Daten	70
3.5.3	Statistikdaten zur Agrarstruktur	73
3.5.4	Wirtschaftlichkeit entwässerungsbasierter Moornutzung	76
3.5.5	Betriebsspezifische Opportunitätskosten und einzelwirtschaftliche Vermeidungskosten.....	79
4	Schlussfolgerungen	80
5	Quellenachweis	82

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektaufbau und Arbeitsschritte im Projekt „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“	12
Abbildung 2: Anreize für eine nasse Moorbewirtschaftung entlang der Produktionskette	31
Abbildung 3: Marktleistung landwirtschaftlicher Betriebe nach Ausrichtung.	76
Abbildung 4: Standarddeckungsbeiträge für ausgewählte Produktionsverfahren	76
Abbildung 5: Gewinn/ Verlust für Milchviehbetriebe und Sonstige Futterbaubetriebe in M-V 77	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lösungsansätze zur Reduzierung von Hemmnissen für Paludikultur.....	13
Tabelle 2: Mögliche Anreize für einzelne Maßnahmen zur Umsetzung von Paludikultur ..	32
Tabelle 3: Bestehende und mögliche neue Instrumente für die Förderung von Paludikultur.....	33
Tabelle 4: Kostenbestandteile für Wiedervernässung ohne Nutzung und mit Paludikultur	46
Tabelle 5: Planungs- und Baukosten von Wiedervernässungsprojekten	48
Tabelle 6: Etablierungskosten für Schilf- und Rohrkolben je Hektar Netto-Produktionsfläche	56
Tabelle 7: Bestandsbegründungskosten für eine Schwarz-Erlenaufforstung.....	60
Tabelle 8: Etablierungskosten für Torfmooskultivierung auf Hochmoorgrünland	61
Tabelle 9: Erzielbare Erlöse für Biomasse aus Paludikultur in etablierten Verwertungswegen.....	66
Tabelle 10: Erzielbare Erlöse für Biomasse aus Paludikultur bei Test- und Pilotanwendungen.....	67
Tabelle 11: Potenziale für neue Verwertungsverfahren und Produkte für Paludi-Biomasse	67
Tabelle 12: Moorbodennutzung in Deutschland, exemplarisch für vier moorreiche Regionen	72
Tabelle 13: Vergleich von Nutzungsintensität und Flächendruck in moorreichen Regionen	74
Tabelle 14: Pachtentgelte und Kaufwerte für Acker- (AL) und Dauergrünland (DGL) in €/ha*	75

Boxenverzeichnis

Box 1:	Historisches Beispiel: Emslandplan.....	37
Box 2:	Aktuelles Beispiel: Just transition in irischen Mooren.....	37
Box 3:	Analoges Beispiel: Kohleausstieg in Deutschland.....	38
Box 4:	EEG-Förderung versus Paludikultur-Bonus	43
Box 5:	Wirtschaftlichkeit: Kurzfristige Betrachtung versus langfristige Betrachtung ..	70
Box 6:	Opportunitätskosten anhand linearer Optimierung für Modellbetriebe.....	78
Box 7:	Opportunitätskosten anhand von Deckungsbeiträgen und Pachtwertrückgang	78

Abkürzungsverzeichnis

AL	Ackerland
ARF	Aufbau- und Resilienzfazilität
AUKM	Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHD	Brusthöhendurchmesser
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, nun BMUV: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, nun BMWK: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BodSchätzG	Bodenschätzungsgesetz
CO₂	Kohlendioxid
CO₂-Äq	Kohlendioxid-Äquivalente
DEGES	Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH
DGL	Dauergrünland
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EE-WärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EKF	Energie- und Klimafonds
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EnEV	Energieeinsparverordnung
EU	Europäische Union
F + E + I	Forschung, Entwicklung und Innovation

FFH	Fauna-Flora-Habitat
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
FKZ	Förderkennzeichen
FöRiGeF	Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewässern und Feuchtlebensräumen nach der Richtlinie zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewässern und Feuchtlebensräumen
GAP	Gemeinsamen Agrarpolitik
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GfP	Gute fachliche Praxis
GLÖZ	Standards zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in „gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“
GMC	Greifswald Moor Centrum
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KSG	Klimaschutzgesetz
LIFE	EU-Förderprogramm zur Unterstützung von Projekten im Umwelt- und Naturschutz (L'Instrument Financier pour l'Environnement)
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LM	Landwirtschaftsministerium
LPV	Landschaftspflegeverband
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
LUNG	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
NABU	Naturschutzbund Deutschland
NC	Nutzungscode
NL	Niederlande
NSG	Naturschutzgebiet
PEF	Primärenergiefaktor
PIK	Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme
ROG	Raumordnungsgesetz

RREP	Raumentwicklungsprogramm
SPA	Special Protection Area (Europäisches Vogelschutzgebiet)
THG	Treibhausgas
WBAE	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz
WBV	Wasser- und Bodenverband
WBW	Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand
ZUG	Zukunft –Umwelt – Gesellschaft gGmbH.

1 Einführung

Die Wiedervernässung von Mooren und anderen kohlenstoffreichen Böden ist eine bedeutsame Maßnahme zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen (THG). Ohne verstärkte Anstrengungen werden die mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) angestrebte Klimaneutralität bis 2045 sowie die konkreten Ziele zur Erhöhung der Senkenleistung des LULUCF-Sektors¹ für die Zieljahre 2030, 2040 und 2045 nicht erreicht werden. Eine Wiedervernässung der überwiegend landwirtschaftlich genutzten Moorböden mit Aufgabe der Nutzung findet nur kleinflächig Akzeptanz. Die produktive Nutzung wiedervernässter Flächen in Paludikultur² bietet somit eine Chance, Klimaschutz durch Moorbodenschutz in größerem Umfang zu realisieren. Paludikultur wird in der Nationalen Moorschutzstrategie des BMU, der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und dem Koalitionsvertrag der aktuellen Regierung (KoaV 2021) als Bestandteil des Moorklimaschutzes ausdrücklich genannt.

Welches Flächenpotenzial die Etablierung von Paludikultur hat, wenn man von einem klimazielkonformen Szenario der vollständigen Wiedervernässung sämtlicher landwirtschaftlich genutzter organischer Böden ausgeht, wird in Nordt et al. (2022) quantifiziert. Gleichzeitig erfolgt eine umfassende Analyse, welche Hemmnisse für die großflächige Umsetzung bestehen (ebd.).

In der vorliegenden Studie werden Lösungsansätze identifiziert, die die Umstellung auf Paludikultur befördern und dadurch die Akzeptanz und Umsetzung von Wiedervernässungsmaßnahmen verbessern können. Neben anreizbasierten Instrumenten werden dabei auch zentrale flankierende Maßnahmen wie die Ausgestaltung der förderrechtlichen und ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen betrachtet.

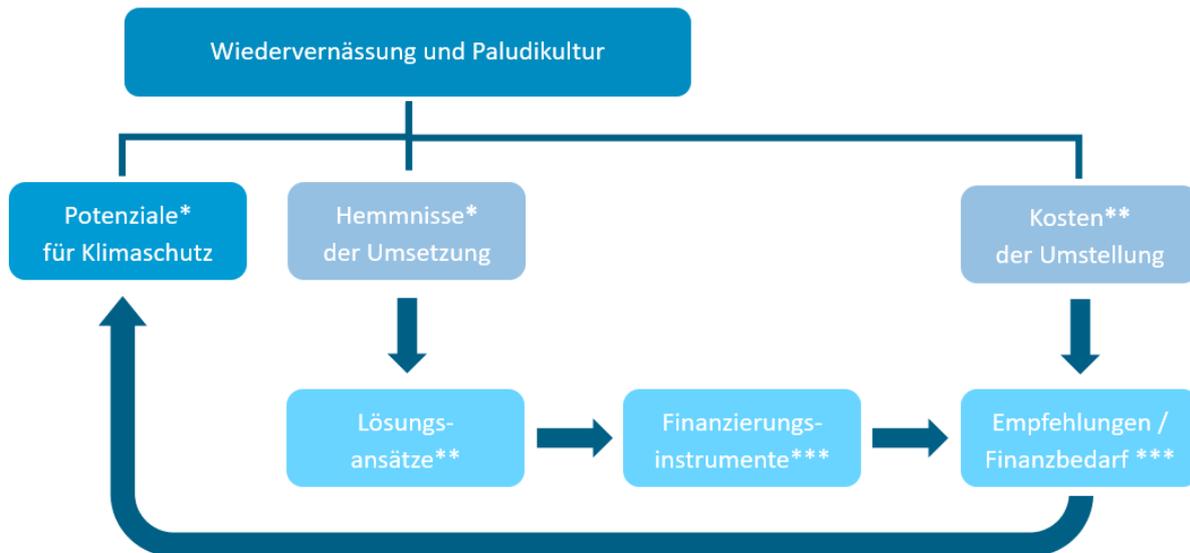
Im zweiten Teil der Studie werden die Kosten untersucht, die bei einer Wiedervernässung und der Umsetzung von Paludikultur entstehen. Hierzu gehören Investitionen zur Wasserstandsanhhebung, paludikulturspezifische Kosten und gegebenenfalls ein entgangener Nutzen aus der aktuellen Moorbodenbewirtschaftung (Opportunitätskosten). Abschließend wird auf einzelwirtschaftliche Vermeidungskosten eingegangen.

Auch wenn sich die Studie spezifisch mit der Folgenutzung wiedervernässter Moorböden beschäftigt, werden sowohl bei den Hemmnissen bzw. Lösungsansätzen als auch bei der Kostenermittlung die Anstrengungen mitberücksichtigt, die die Wiedervernässung selbst mit sich bringen. Die Wasserstandsanhhebung auf den bisher entwässerungsbasiert genutzten Moorböden ist zum einen Voraussetzung für die Paludikulturnutzung zum anderen aber gerade auch das Ziel, das durch die Möglichkeit der Paludikulturnutzung in größerem Umfang erreicht werden soll.

Die Erhebungen zu den Lösungsansätzen und zu den Kosten werden in Schäfer et al (2022) aufgegriffen, um finanzielle Anreizinstrumente für Paludikultur zu entwickeln und eine Größenordnung für den fiskalischen Finanzbedarf zu umreißen, der notwendig wäre, Paludikultur zu fördern, um eine möglichst klimazielkonforme Wiedervernässung in der Fläche anzureizen. Die vorliegende Studie und die beiden zitierten Veröffentlichungen sind Teil des Ressort-Forschungsvorhabens „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“ (FKZ: 3719 42 509 0, Abbildung 1).

¹ Abkürzung für die englische Bezeichnung des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land use, land use change and forestry – LULUCF).

² In Anlehnung an Agrikultur und Silvikultur bezeichnet Paludikultur (*palus* (Lateinisch) – Sumpf) die land- und forstwirtschaftliche Nutzung nasser und wiedervernässter Moore, z. B. durch die Kultivierung von Seggen, Schilf, Rohrkolben, Torfmoos oder Erlen.



* Nordt et al. 2022, ** Wichmann et al. 2022, *** Schäfer et al. 2022. Quelle: eigene Darstellung, DUENE e.V.

Abbildung 1: Projektaufbau und Arbeitsschritte im Projekt „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“

2 Lösungsansätze für die Beförderung von Wiedervernässung und Paludikultur

2.1 Übersicht

Ausgehend von den Hemmnissen für den Moorbodenschutz und die Einführung der Paludikultur (siehe Nordt et al. 2022) lassen sich eine große Bandbreite an Lösungsansätzen identifizieren, die die Umsetzung von Paludikultur befördern können (Tabelle 1). Diese betreffen die Bereiche Agar- und Strukturförderung, Rechtliche Rahmenbedingungen, Betriebliche Aspekte, Verwertung von und Nachfrage nach Paludikulturen, Wassermanagement und -verfügbarkeit, Vorbehalte bei Nutzenden, Anwohnenden, Eigentümerinnen* Eigentümern sowie den Finanzierungsbedarf. Bei den Lösungsansätzen handelt es sich einerseits um Ansätze zur Anpassung von bestehenden Rahmenbedingungen, die derzeit die Umsetzung von Paludikultur auf verschiedenen Ebenen hemmen, andererseits um Instrumente und finanzielle Anreize für die Einführung von Paludikultur. Regulative Ansätze und flankierende Maßnahmen werden in Kapitel 2.2 beziehungsweise 2.3 vorgestellt, da sie eine positive Lenkungswirkung für die Umsetzung von Paludikultur entfalten können; sie werden jedoch nicht tiefergehend diskutiert. Auf die in Tabelle 1 benannten, mit blauer Schrift hervorgehobenen Instrumente und finanziellen Anreize wird in Kapitel 2.4 tiefer eingegangen.

Tabelle 1: Lösungsansätze zur Reduzierung von Hemmnissen für Paludikultur

Hemmnis	Lösungsansatz	Adr. *
Agrar- und Strukturförderung		
Fehlende Kohärenz von Agrar- und Klimapolitik	Überprüfung und Neuausrichtung der Agrar- und Strukturförderung hinsichtlich Klimaschutzpolitischer Ziele	1,2,3
	Anrechnung als Mitteleinsatz für Klimaschutz (Zielmarke: mindestens 40 % der Gesamtmittel der neuen GAP) nur auf Grundlage quantifizierbarer Klimaschutzbeiträge	1,2,3
Fehlanreize für Erhalt der Entwässerung	Herstellung der Beihilfefähigkeit für Anbau-Paludikulturen; Nassgrünland: keine Sanktionen bei Überstau und Auftreten von Feuchtgebietsarten	1, 3
	Beendigung der Direktzahlungen für entwässerungsbasierte Nutzung	1, 2
Fehlende Anreize für nasse Nutzung	Honorierung hoher Wasserstände (Maßnahme) und / oder der Leistungen für Klima-, Boden- und Gewässerschutz (ergebnisorientiert)	1,2,3
	Förderung von Beratung, Maßnahmen und Investitionen	1,2,3
Rechtliche Rahmenbedingungen		
Im landwirtschaftlichen Rechtsrahmen sind Moorböden nicht speziell berücksichtigt	Ambitionierter Moorbodenschutz über Konditionalität (GLÖZ 2)	1,2
	GfP für Moornutzung rechtsicher umsetzen	2,3
	Ausnahmeregelung für Grünlandumwidmung (GLÖZ 1; Ländergesetze)	1,2,3
	Organische Böden-Kulisse für Mindeststandards (und als Förderkulisse)	2,3
	Einbindung von Klimaschutz auf Moorböden in die Raumordnung	3,4
Kosten- und zeitintensive Genehmigungsverfahren	Genehmigung per Rechtsakt	2,3
	Erhöhung der personellen Kapazitäten (vor allem in Genehmigungsbehörden); Erstellung von Leitfäden für Genehmigungsbehörden	3,4
	Antragstellende, Planungsbüros	1,2,3
	Bereitstellung von Fördermitteln für Gutachten und Genehmigungsplanung	
Risiken von naturschutzrechtlichen Auflagen / fehlende Anreize für freiwillige Maßnahmen	Regelungen zur Etablierung und Ernte geschützter Arten / Biotope	2,3
	Entschädigungen für naturschutzrechtlich bedingte nicht vorhersehbare oder kalkulierbare Nutzungseinschränkungen, die zu Ernte- beziehungsweise Ertragsausfällen führen	2,3
	Schaffung zusätzlicher finanzieller Anreize für freiwillige Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität	2,3

Pachtverträge decken (Umstellung auf) Paludikultur nicht ab	Berücksichtigung der Besonderheiten organischer Böden im Pachtrecht	2,3
	Integration von Moorbodenschutz in Pachtvorgaben für Flächen der öffentlichen Hand	2,3,4
Haftungsrisiko bei Auswirkungen von Wiedervernässung auf Nachbarflächen	(Landes-)Bürgschaften für Haftungsrisiko gegenüber Versicherungen	3
	Pufferflächen arrondieren (in öffentlicher Hand)	2,3,4
	Einrichtung eines Fonds für Schadensersatzzahlungen	2,3

Betriebliche Aspekte

Paradigmenwechsel notwendig	Förderung des Selbstverständnisses und des Rollenbildes von Moor-Klimawirtinnen*Moor-Klimawirten (Pionierinnen*Pioniere)	2,3
	Risikoabsicherung, z. B. über Landesbürgschaften	3
Opportunitätskosten sehr unterschiedlich	Erarbeitung von Beratungskonzepten für Betriebsumstellungen	2,3
	Nutzung von Ausschreibungsverfahren für Fördermittelverteilung	2,3
	Aufbau von Paludi-Betriebsnetzwerken	2
Hohe Anfangsinvestitionen, wirksame Honorierungsinstrumente fehlen	Kompensation der Kosten und Risiken einer Umstellung auf Paludikultur	2,3
	Stärkung von Kooperationsmodellen	3
	Integration von Paludikultur in Ökokontierung und Kompensation	3
Fehlende pflanzenbauliche Langzeiterfahrung	Ausbau der Förderung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben mit Laufzeiten von mindestens 10 Jahre	2,3
Wissensmangel	Aufbau von Ausbildung sowie Weiterbildung in nasser Moornutzung	2,3
	Förderung von Wissenstransfer und Demonstrationsflächen	2,3

Verwertung von und Nachfrage nach Paludikulturen

Wenig Erfahrungen, neue Produktketten	Einrichtung von Reallabore für Paludikultur	2,3
	Förderung für Produktentwicklungen	2,3
Hohe Investitionskosten für Verarbeitungsanlagen	Investitions-Förderprogramme für Biomasse-Verwertungen	2,3
	Landesbürgschaftsprogramme für Unternehmenskredite	3
	Berücksichtigung von Flächenemissionsbilanzen im Gebäudeenergiegesetz	2
Fehlende Zulassungen, Patente, Le-	Vereinfachung von Zulassungen während der Markteinführungsphase	2
	Förderung von Zulassungsprüfungen	2
		2,3,4

<p>benszyklusanalysen; mangelnder Marktzugang</p>	<p>Vorgaben für Bauvorhaben / Beschaffung der öffentlichen Hand für die Verwendung von Paludi-Produkten (z. B. Baustoffe, gartenbauliche Substrate)</p> <p>Förderung der Kommunikation und Information von Zielgruppen</p> <p>Einbeziehung von Umwelt- und Klimaverträglichkeit in Produktpreise</p>	<p>2,3</p> <p>2</p>
---------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

Wassermanagement und -verfügbarkeit

Aufwendige hydrologische Planung	Aufbau von Kapazitäten im Bereich Planung und Genehmigung	2,3
	Erweiterung der Aufgabenbereiche und Kapazitäten von Wasser und Bodenverbänden (WBV)	2,3,4
Gezieltes Wassermanagement notwendig	Stärkung von Rolle, Mandat und Kapazitäten von WBV	2,3,4
Risiko: Wasserknappheit, Nährstoffversorgung	Forschungs- und Entwicklungsprogramm zu Wassermanagement und pflanzenbaulichen Aspekten	2,3
	Identifizierung geeigneter Flächen	3
Einschränkung von Eigentums- und Nutzungsrechten Dritter bei Wasserstandsanhebung	Arrondierung von Flächen für Klimaschutzmaßnahmen	3,4
	Nutzung von Erfahrungen aus Hochwasserschutzverfahren	2,3
	Förderung von kooperativen Ansätzen auf (Wasser-)Einzugsgebiets-ebene	2,3

Vorbehalte bei Nutzenden, Anwohnenden, Eigentümerinnen* Eigentümern

Entwässerung positiv gesehen, Fokus auf Lebensmittelproduktion	Stärkung der Wertschätzung für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen	2,3 2
	Verbesserung der Wertschätzung für stoffliche und energetische Verwertungen landwirtschaftlicher Erzeugnisse	
Planungsunsicherheit und institutionelle Komplexität	Förderprogramme mit langer Laufzeit	2,3
	degressive Förderung / Honorierung	2,3
Angst vor materiellem Werteverlust und Beeinträchtigung in der Lebensqualität	Einbeziehung der Klimarelevanz in Bodenwertermittlung	2
	Frühzeitige Kommunikation über Vorhaben und Beteiligungsmöglichkeiten bieten	2,3,4

Finanzierungsbedarf

Hohe Umstellungskosten für Paludikultur, unzureichende betriebliche Liquidität für hohe Anfangsinvestitionen	Bereitstellung von Flächen der öffentlichen Hand für Pilotprojekte	2,3,4
	Förderprogramme für Klimaschutz-Maßnahmen auf Moorböden, Betriebsumstellungen sowie nachgelagerter Biomasse-Verarbeitung und Produktnachfrage	2,3
	Regionales Handelssystem für Wärmezertifikate	
	CO₂-Bepreisung	3,4
	Einrichtung eines (zunächst nationalen) Emissionshandelssystems für Moore	2
		2

Spalte 3: Adressat*innen beziehungsweise Ebene, von denen die Lösungsansätze zu erarbeiten und umzusetzen wären:

1 – EU, 2 – Bund, 3 – Länder, 4 – Kommunen. In blauer Schriftfarbe: konkrete Instrumente oder finanzielle Anreize.

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen und regulative Ansätze

Klimapolitische Ziele in die Agrar- und Strukturförderung einbeziehen

Derzeit mangelt es an Kohärenz zwischen den klimapolitischen Zielen der EU beziehungsweise der Mitgliedsstaaten und den Anreizen, die mit EU-Mitteln gesetzt werden. Mit dem „Green Deal“ der Kommission und dem Europäischen Klimaschutzgesetz als zentralem Baustein, der die Treibhausgasneutralität bis 2050 rechtlich verbindlich macht, wird für alle Sektoren eine Neuausrichtung erforderlich. Als „Klima-Mainstreaming“ ist dabei eine Überprüfung aller neuen und bestehenden EU-Gesetze mit dem Ziel der Klimaneutralität angekündigt.

Förderprogramme sollen an den Regeln der neu eingeführten EU Taxonomie³ ausgerichtet werden, d. h. sie sollen substantiell zu mindestens einem von sechs Umweltzielen beitragen: (1) Klimaschutz; (2) Anpassung an den Klimawandel; (3) nachhaltige Nutzung und Schutz von Wasser- und Meeresressourcen; (4) Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft; (5) Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung; sowie (6) Schutz und Wiederherstellung der Biodiversität und der Ökosysteme. Darüber hinaus ist eine DNSH-Prüfung („Do No Significant Harm“) durchzuführen, um sicherzustellen, dass keines der anderen Umweltziele erheblich beeinträchtigt wird. Das DNSH-Prinzip dient somit dem „Klima-Mainstreaming“ und wurde bereits für die Aufbau- und Resilienzfazilität (ARF) angewendet⁴. Die ARF finanziert Zuschüsse und Kredite, um die wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen der Covid-19-Pandemie abzumildern, Wachstumspotenziale und Widerstandsfähigkeit der Mitgliedstaaten nachhaltig zu stärken sowie die grüne und digitale Transformation voranzubringen⁵. Eine DNSH-Prüfung soll zukünftig beispielsweise auch für die Strukturförderung über den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) erfolgen.

Moorspezifische Ansatzpunkte für die Agrarförderung wie Mindeststandards der Moorbodennutzung, Abbau klimaschädlicher Förderung für entwässerungsbasierte Moorbewirtschaftung und Einführung von Anreizen für Wasserstandsanehebungen und Paludikultur werden im Folgenden detaillierter erläutert.

Beihilfefähigkeit für Anbau-Paludikultur und Nassgrünland

Die landwirtschaftliche Flächennutzung in Deutschland wird entscheidend durch die GAP gelenkt und Agrarbeihilfen, insbesondere Direktzahlungen über die 1.Säule, sind für einen erheblichen Anteil der landwirtschaftlichen Einkommen verantwortlich. Die Beihilfefähigkeit ist daher Grundvoraussetzung für eine flächenrelevante Implementierung von Paludikulturen.

Entscheidend für die Anerkennung als beihilfefähiges, landwirtschaftliches Erzeugnis ist die Einordnung in eines der Kapitel des EU-Zolltarifschemas, die im Anhang I zum Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union (AEU-Vertrag) aufgeführt sind. Kapitel 14, das nicht im Anhang I gelistet ist, enthält unter der Warennummer 14019000 unter anderem Verweise auf den Handel mit Schilf, Binsen und Blättern von Typha-Arten als Flechtwaren. Es wäre zu prüfen, ob Paludikultur – zumindest für andere Verwendungen der Biomasse – auch in Kapiteln eingeordnet werden kann, die zur Beihilfefähigkeit qualifizieren. Im Vorfeld des Projektes Paludi-PRIMA⁶, inklusive der Einrichtung einer Rohrkolbenfläche auf 10 ha, wurde im Dezember 2018/Januar 2019 ein Vorschlag zur Einordnung von Rohrkolben in Kapitel 6 erarbeitet, das unter Position 0602 ‚Andere lebende Pflanzen‘, KN-Code 0602 90 50 andere Freilandpflanzen, auch Sumpf- und Wasserpflanzen beinhaltet. In der Stellungnahme des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern wurde diesem Vorschlag nicht gefolgt

³ https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/200309-sustainable-finance-teg-final-report-taxonomy_en.pdf.

⁴ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0218\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021XC0218(01)&from=EN).

⁵ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2021/06/12-resilienzplan.html>.

⁶ www.moorwissen.de/prima.

„Rohrkolben sind nach Einschätzung des LM M-V (eine abschließende und amtliche Einordnung müsste durch die Zollverwaltung, das zuständige Hauptzollamt erfolgen) kein Anhang I Produkt, ihre Produktion fällt damit nicht unter die landwirtschaftliche Flächennutzung“ (LM M-V, Aktenvermerk VI 360/310-1/330, 17.01.2019). Diese Aussage deckt sich mit den Ergebnissen der Untersuchung von Ewert (2019), nach der die Bundesländer gemäß den Leitbildern des deutschen Verwaltungshandelns und des kooperativen Föderalismus Handlungsspielräume nicht „im Alleingang“ wahrnehmen (s. a. Ewert & Hartung 2020).

Erforderlich und aussichtsreich ist daher eine Neuregelung auf EU-Ebene ab der neuen Förderperiode (GAP post 2020⁷), die unabhängig von der Einordnung ins Zolltarifschema ist. Mit einer grundsätzlichen Regelung zu Paludikultur würden zudem Sanktionsrisiken vermieden werden wie sie aktuell auch für prinzipiell beihilfefähiges Nassgrünland bestehen. Im Ermessen der kontrollierenden Behörde werden Flächen mit z. B. Schilf, Binsen und Überstau im Frühjahr als nicht beihilfefähig herausgemessen, was bei Überschreiten eines bestimmten Anteils an der Fläche darüber hinaus Kürzungen für den Gesamtbetrieb zur Folge hat. Basierend auf den Vorschlägen der EU-Kommission (EU KOM 2018), bestanden für die Regelung zur Beihilfefähigkeit drei Möglichkeiten, die im Folgenden vorgestellt und das Ergebnis der Trilog-Verhandlungen von Europäischer Kommission, Europäischem Agrarrat und Europäischem Parlament (Council of the EU 2021) gegenübergestellt wird:

- 1 Option: Die explizite Definition von Paludikultur als „landwirtschaftliche Tätigkeit“, wie sie z. B. für Baumwolle und Kurzumtriebsplantagen vorgesehen ist (Artikel 4, 1a)
 - ▶ Beschluss 2021: Paludikultur wird explizit genannt, aber eine Definition als „landwirtschaftliche Tätigkeit“ wird auf die Erzeugung von Anhang I-Produkten beschränkt⁸
- 2 Option: Die explizite Einbeziehung von wiedervernässten Flächen, die in Paludikultur bewirtschaftet werden, in die Definition „beihilfefähige Hektare“ wie sie im Änderungsantrag 91 zu Artikel 4, 1c des Vorschlags der EU-Kommission durch deutsche Mitglieder des Europäischen Parlamentes eingebracht wurde.
 - ▶ Beschluss 2021: Vorschlag nicht aufgenommen
- 3 Option: Eine Ausgestaltung als Sonderregelung „Klimaschutz“ analog zu bereits etablierten Regelungen für Flächen, die auf Grund von Maßnahmen im Sinne der Vogelschutz-, FFH- oder Wasserrahmen-Richtlinie nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden können (aktuell in § 32, geplant Artikel 4, 1c ii). Mit Verweis auf die Umsetzung der LULUCF Richtlinie 2018/841, könnten alle Moorflächen einbezogen werden, die für Klimaschutzziele wiedervernässt wurden, - unabhängig davon, ob eine Nutzung der Biomasse (Paludikultur) erfolgt oder (gegebenenfalls befristet) ausgesetzt ist.
 - ▶ Beschluss 2021: Über neu aufgenommene Ausnahmetatbestände können Flächen beihilfefähig bleiben, die in Paludikultur mit Produktion von Nicht-Anhang I-Produkten oder zur Umsetzung nationaler Maßnahmen für Biodiversität und THG-Reduktion genutzt werden.⁹

⁷ Auf Grund der verzögerten Einigung zur GAP-Reform wurde eine zweijährige Übergangsregelung vereinbart, so dass bisher gültige GAP-Vorschriften bis Ende 2022 Bestand haben („neues Geld für alte Maßnahmen“). Die neuen Vorschriften sollen 2023 in Kraft treten.

⁸ Artikel 4 1a) „the production of agricultural products which includes actions such as raising animals or cultivation including by way of paludiculture, where agricultural products means those listed in Annex I to the TFEU with the exception of fishery products, as well as cotton and short rotation coppice“ (Council of the EU 2021).

⁹ Artikel 4 1c) ii) „as a result of area based interventions [...] allowing for the production of products not listed in Annex I TFEU by way of paludiculture or national schemes for biodiversity or greenhouse gas reductions [...]“ (Council of the EU 2021).

Auf EU-Ebene ist es erklärtes Ziel, dass landwirtschaftliche Flächen nicht von der Gewährung von Direktzahlungen ausgeschlossen werden, wenn sie im Rahmen von EU-Regelungen, die zu einem oder mehreren umwelt- oder klimabezogenen Zielen der Union beitragen, mit nichtlandwirtschaftlichen Erzeugnissen in Form von Paludikultur bebaut werden.¹⁰ Dieser EU-Rahmen wird in Deutschland durch die Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen (GAPDZV) mit den Definitionen zur Landwirtschaftlichen Tätigkeit (§3) und zur Förderfähigen Fläche (§ 11 1) 3.b) in nationales Recht übertragen. Wie insbesondere die neue Sonderregelung zum Erhalt der Beihilfefähigkeit in eine für Landnutzende unbürokratische Antragspraxis übersetzt werden kann, ist zum jetzigen Zeitpunkt (Januar 2022) noch offen. Zudem sollte sichergestellt werden, dass auch Vorreiter, die bereits nasse landwirtschaftliche Flächen bewirtschaften, von den neuen Regelungen profitieren.

Direktzahlungen für entwässerungsbasierte Nutzung auslaufen lassen/GLÖZ 2

Alle landwirtschaftlichen Betriebe, die Direktzahlungen erhalten, müssen Mindeststandards für einen guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ) einhalten. Eine ambitionierte Ausgestaltung der neuen Konditionalität hinsichtlich des Schutzes kohlenstoffreicher Böden würde die betrieblichen Opportunitätskosten für Paludikulturen verringern. Entscheidend ist, dass der neu vorgeschlagene GLÖZ 2 „Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen“ tatsächlich aufgenommen wurde (Anhang III, Council of the EU (2021) und nicht gestrichen (analog GLÖZ 7 in der vorherigen Agrarreform) oder räumlich (z. B. auf Natura 2000-Gebiete) eingeschränkt wurde. Allerdings erlaubt eine Fußnote den Mitgliedsstaaten zum einen ein verzögertes In-Kraft-Treten¹¹ und schreibt ihnen zum anderen vor, dass sicherzustellen ist, dass weiterhin eine landwirtschaftliche Tätigkeit (d. h. die Produktion von Anhang I-Produkten, siehe oben), aufrechterhalten werden kann¹². Obwohl mit dem GLÖZ 2 erstmals Moorböden adressiert werden, leitet sich hieraus noch kein Ausstieg aus der Bereitstellung von Direktzahlungen für entwässerungsbasierte Moornutzungen ab.

Neben der Einführung des GLÖZ 2 auf EU-Ebene ist seine ambitionierte Ausgestaltung auf nationaler Ebene von entscheidender Bedeutung. GMC & DVL (2020) schlagen einen sofortigen Mindestschutz aller organischen Böden (Verschlechterungsverbot) und eine sukzessive Steigerung zu einem effektiven Schutz (Verbesserungsgebot) bis 2030 vor. In einem ersten Schritt mit Beginn der neuen Förderperiode wäre ein Verbot von „Meliorationsmaßnahmen“ wie die Neuanlage oder Erneuerung/Vertiefung von Drainagen sowie Tiefpflügen oder Kuhlen erforderlich. Inwiefern ein Verbot der Fortsetzung bestehender Ackernutzung auf Moorböden aktuell zielführend wäre, ist hingegen umstritten. Um einen Ausstieg aus der entwässerungsbasierten Nutzung zu initiieren, können Anforderungen zur Verbesserung wie ein Ausstieg aus dem Anbau einjähriger Kulturen auf allen organischen Böden bis z. B. 2030 und die Einführung von Mindestwasserständen ab z. B. 2030 festgelegt werden. Für die räumliche Abgrenzung ist die Verwendung der LULUCF-Kulisse, d. h. die im Rahmen der Klimaberichterstattung gemeldeten Flächen organischer Böden, möglich, die sowohl als Kontrollkulisse (GLÖZ 2) als auch als Förderkulisse dienen kann. Werden Mindeststandards für diese Flächen jedoch zu hoch gesetzt, können zum einen Betriebe bei der Umsetzung erforderlicher Maßnahmen nicht über AUKM honoriert werden und zum anderen steigt das Risiko des „Opting-out“, das heißt Betriebe verzichten auf die Agrarförderungen, um Auflagen zu entgehen (z. B. Biogasbetriebe mit Mais auf Moor).

¹⁰ „Agricultural areas should not become ineligible for direct payments when cultivated with non-agricultural products by way of paludiculture under EU schemes which contribute to one or more environmental or climate related objectives of the Union“ (Council of the EU 2021, S. 7).

¹¹ „Member States may provide in their CAP strategic plans that this GAEC will only be applicable as from claim year 2024 or 2025. In such cases, Member States shall demonstrate that the delay is necessary for the establishment of the management system in accordance with a detailed planning.“ (Anhang III; Council of the EU 2021).

¹² „Member States, when establishing the standard for GAEC 2, shall ensure that on the land concerned an agricultural activity suitable for qualifying the land as agricultural area may be maintained.“ (Anhang III; Council of the EU 2021).

Latacz-Lohmann et al. (2019) geben zudem zu Bedenken, dass bei der Umsetzung hoher Umweltstandards über GLÖZ aus politikökonomischer Sicht die Gefahr besteht, dass die Direktzahlungen dauerhaft zementiert werden.

Parallel zu den abschließenden Trilog-Verhandlungen auf EU-Ebene wurde bereits ein nationales Gesetz¹³ zur Ausgestaltung der neuen Konditionalität in Deutschland verabschiedet, das in § 10 GAPKondG Vorgaben für den „Mindestschutz von Feuchtgebieten und Mooren“ konkretisiert. Hierbei werden jedoch lediglich tiefergreifende Veränderungen des Bodenprofils (Eingriff mit Baumaschinen, Tiefpflügen, Auf- und Übersandung) ausgeschlossen, Mindestwasserstände etc. hingegen nicht adressiert. Ein Verbot der Neuanlage, Erneuerung und Vertiefung von Anlagen zur Entwässerung landwirtschaftlicher Flächen auf organischen Böden im Rahmen der konkretisierenden Verordnung zur Durchführung der Konditionalität (GAPKondV) wurde von den Ausschüssen für Agrarpolitik und Umwelt im Bundesrat vorgeschlagen¹⁴, jedoch nicht beschlossen. Somit bezieht sich §13 GAPKondV „Überprüfung der fachrechtlichen Genehmigung für die Neuanlage, Erneuerung oder Vertiefung von Anlagen zur Entwässerung“ lediglich auf eine Nachweispflicht für eventuell landesrechtlich erforderliche Genehmigungen. Der neue Mindeststandard GLÖZ 2 reflektiert erstmals die Bedeutung von Moorböden für den Klimaschutz, die Ausgestaltung in Deutschland sichert jedoch weder einen Mindestschutz organischer Böden, noch zeichnet sich eine Weichenstellung zum Ausstieg aus der Bereitstellung von Direktzahlungen für eine entwässerungsbasierte Moornutzung ab.

Im Jahr 2022 prüft die Europäische Kommission die Nationalen Strategiepläne zur Umsetzung der GAP und fordert die Mitgliedsstaaten bei Bedarf zu Nachbesserungen auf. Inwiefern im Bereich der Moore (Mindeststandard GLÖZ 2, Anreize über AUKM etc.) ggf. ein höheres Ambitionsniveau zur Erreichung der Klima- und Umweltziele eingefordert wird, ist derzeit noch nicht absehbar. Die nach der Bundestagswahl (September 2021) gebildete Bundesregierung aus SPD, FDP und Grünen hat im Koalitionsvertrag (KoaV 2021) zudem bereits grundsätzlichen Anpassungsbedarf angekündigt: „Wir sorgen unverzüglich dafür, dass die Begleitverordnungen zum nationalen Strategieplan der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) mit dem Ziel des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Einkommenssicherung angepasst werden.“ (S. 45) und feststellt, dass Moorschutz im öffentlichen Interesse liege (S. 38). Insofern ist nicht ausgeschlossen, dass sich die hier dargestellten Rahmenbedingungen (Stand Januar 2022) für die Förderperiode ab 2023 nochmals ändern.

„Gute fachliche Praxis“ für Moornutzung rechtssicher umsetzen

Auch vor dem Hintergrund des möglichen „Opting-out“ von Betrieben (s. o. Abschnitt zu GLÖZ 2), besteht parallel zum EU-Agrarförderrecht Handlungsbedarf beim nationalen Ordnungsrecht. Bisher sind Moorböden und ihre besonderen Eigenschaften nicht in der Guten fachlichen Praxis (GfP) in der Landwirtschaft berücksichtigt. Der Rechtsausschuss der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz hat bereits vor 10 Jahren vorgeschlagen, die Klimaschutzfunktion des Bodens und „Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, und Maßnahmen, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, insbesondere zur Sicherung des Humushaushalts und der Kohlenstoff- und Wasserrückhaltungskapazität des Bodens“ ausdrücklich im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) aufzunehmen (LABO 2011). LABO (2017) bekräftigt, dass eine Ermächtigungsgrundlage für den Erlass von Maßnahmen, die der Freisetzung von Treibhausgasen aus Böden entgegenwirken, zu schaffen ist. Hinsichtlich der Definition einer GfP der Moorbodennutzung werden drei Aspekte betont: Erhalt des Kohlenstoffvorrats durch Wasserstandsregulierung, Einsatz bodenschonender Technik, Vermeidung von Winderosion

¹³ Gesetz zur Durchführung der im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik geltenden Konditionalität (GAP-Konditionalitäten-Gesetz - GAPKondG) vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 2996).

¹⁴ https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2021/0801-0900/817-1-21.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

(LABO 2017). Grundsätzlich sollte die GfP der Bewirtschaftung von Moorböden auf Wasserstände in Flurhöhe ausgerichtet sein, damit eine weitere Zersetzung des Torfkörpers auf ein Minimum begrenzt wird. Dieses langfristige Ziel (2050) sollte zügig fixiert werden, damit eine Strategie für den Ausstieg aus der entwässerungsbasierten Moorbewirtschaftung entwickelt werden kann, die die Nutzungsanforderungen schrittweise anhebt, Planungssicherheit gewährleistet und flankierende Fördermaßnahmen benennt (Wichtmann et al. 2018). Abel et al. (2016) konkretisieren Kriterien zu Hydrologie und Flächenmanagement (u. a. Art und Intensität der Nutzung, Bodenbearbeitung, Pflanzenetablierung und -schutz, Nährstoffmanagement, Technikeinsatz) und geben Hinweise auf rechtliche und ökonomische Rahmenbedingungen als Diskussionsgrundlage für eine GfP der Moorbodenbewirtschaftung.

Ausnahmeregelung zur Grünlandumwidmung

Für die Umwidmung von Dauergrünland in Dauerkultur bei Anlage von Anbau-Paludikulturen ist eine Ausnahmeregelung erforderlich (siehe GMC & DVL 2021). Dies betrifft in der jetzigen EU-Förderperiode die Vorgaben zum Grünlanderhalt über das Greening und zukünftig in erster Linie den GLÖZ 1 „Erhaltung von Dauergrünland“ (Anhang III, Council of the EU (2021)). Mit dem Ziel, den Kohlenstoffbestand zu erhalten, soll im Verhältnis zur landwirtschaftlichen Fläche ein bestimmter Anteil an Dauergrünland bestehen bleiben. Die Reduzierung gegenüber dem Referenzjahr 2018 darf max. 5 % betragen. Eine Aufrechterhaltung der entwässerungsbasierten Grünlandbewirtschaftung auf Moorböden und Verhinderung "nasser" Alternativen wäre hingegen klimaschädlich. Regelungsbedarf besteht hier ebenso bei GLÖZ 2 (Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen) sowie GLÖZ 10 (Verbot der Umwandlung oder des Umpflügens von Dauergrünland in Natura-2000-Gebieten).

Ausnahmen von der Konditionalität werden national geregelt. Während auf Bundesebene im GAPKondG¹⁵ Paludikulturen nicht adressiert wurden, regelt die zugehörige Rechtsverordnung GAPKondV mit § 12 die Zulässigkeit des Anbaus von Paludikulturen mit Ausnahme konkreter, naturschutzfachlich relevanter Grünlandflächen. Ob die Umwandlung von Grünland in Paludi-Dauerkultur somit ohne Ausgleich des Grünlandverlustes erfolgen kann, ist jedoch nicht explizit formuliert, so dass hierdurch Unsicherheiten bei Landnutzenden, Verwaltung und Kontrollbehörden entstehen können. Zusätzlich zu den Vorgaben zum Grünlanderhalt über die Konditionalität sind Landesgesetze zum Grünlanderhalt zu berücksichtigen (GMC & DVL 2021). Die Pflicht, durch Umwandlung von Acker in Grünland eine Ersatzfläche zu schaffen, stellt für die Betriebe eine sehr große zusätzliche Hürde und finanzielle Belastung dar, ist gleichzeitig jedoch mit verhältnismäßig geringen Leistungen für Klima- und Biodiversitätsschutz verbunden. Im Fall einer Ausnahmegenehmigung vom Grünlanderhalt nach Landesrecht muss jedoch auch zukünftig der Nachweis erbracht werden, dass für die konkret betroffene Fläche keine Arten- und Biotopschutzbelange (z. B. artenreiche Feuchtwiese) einer Anlage von Dauerkulturen entgegenstehen. Darüber hinaus ist bezüglich des quantitativen Grünlanderhalts eine Lösung zu erarbeiten, dass die Umwandlung von Grünland in Paludi-Dauerkulturen nicht als Grünlandverlust gewertet wird (vgl. GMC & DVL 2021).

¹⁵ Gesetz zur Durchführung der im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik geltenden Konditionalität (GAP-Konditionalitäten-Gesetz - GAPKondG) vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 2996).

Raumordnung

Das Raumordnungsgesetz (ROG) setzt in § 2 Grundsätze der Raumordnung als Zielvorgabe "Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen." Hierzu können nasse Moorböden einen entscheidenden Beitrag leisten. Schäfer & Yilmaz (2019) empfehlen, in den Raumordnungsplänen Vorrang- oder Vorbehaltsgebiete festzusetzen, um degradierte Moorflächen unter anderem vor Bebauung zu schützen, da diese eine Wasserstandsanhhebung verhindern würde. Anlässlich der aktuellen Neufassung des Regionalen Raumentwicklungsprogramms (RREP) Vorpommern hat das Greifswald Moor Centrum eine Stellungnahme erarbeitet, welche die Ausweisung von „Vorranggebiete[n] für naturbasierten Klimaschutz auf Moorböden“ empfiehlt (GMC 2020a). Hier wäre der Wiedervernässung von Moorböden Vorrang vor anderen raumbedeutsamen Nutzungen einzuräumen. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ist nach Wiedervernässung eine Fortführung der Nutzung durch Paludikultur möglich.

Genehmigung per Rechtsakt

Die Bundesregierung sieht zur Erreichung der Klimaschutzziele die Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren für den Ausbau von Infrastruktur für umweltfreundlichen Verkehr vor (BMU 2019) indem Genehmigungen (für ausgewählte Projekte) durch Maßnahmengesetze anstatt behördlicher Verwaltungsakte beschlossen werden können. Das Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz¹⁶ regelt die Grundlage für spätere Maßnahmengesetze, die dann an Stelle von behördlichen Verwaltungsakten treten können. Denkbar wäre ein ähnliches Vorgehen für die Genehmigung von vor allem großflächiger Anhebung von Wasserständen, um die Etablierung von Paludikultur-Pilotprojekten per Gesetz zu beschleunigen. Dabei sind Zielkonflikte mit dem Naturschutz in der Projektausgestaltung zu berücksichtigen.

Arten- und Biotopschutz: Klärung zu Etablierung/Ernte/Vermarktung und honorierte freiwillige Nutzungseinschränkungen

Bei der Umstellung der Bewirtschaftung von Moorböden auf Paludikultur können Einschränkungen auf Grund naturschutzrechtlicher Vorgaben erfolgen, wie z. B. die Beschränkung auf Nasswiesen-Paludikultur und der Ausschluss von Anbau-Paludikulturen (vgl. Identifizierung von Paludikulturklassen; flächenspezifische Genehmigungsplanung). In Sonderfällen kann der Biotopschutz jegliche Wasserstandsanhhebung verhindern: Haben sich geschützte Sekundärbiotop auf degradierten Moorflächen etabliert, dürfen diese erst vernässt werden, wenn Ersatz auf einem anderen geeigneten Standort geschaffen wird.

Es besteht rechtlicher Klärungsbedarf, wie mit Paludikultur-Beständen umzugehen ist, die dem gesetzlichen Biotopschutz unterliegen könnten (z. B. Schilf-/ Rohrkolben-Röhricht, Erlenbruchwald) sowie mit gesetzlich geschützten Arten, die gezielt etabliert werden (z. B. Torfmoose und Sonnentau) oder sich aufgrund von eingerichteten Paludikulturen als Begleitflora und -fauna ansiedeln (AK Moorschutz & BfN o. J.). Es sollte zwischen natürlichen und gezielt etablierten Beständen unterschieden werden. Im Fall der Rohrkolbenfläche im Projekt Paludi-PRIMA findet die Rückholklausel (BNatSchG § 14 (3) und § 30 (5)) Anwendung. Im Fall der Paludikulturfläche im Hankhauser Moor bescheinigte der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) nach Abstimmung mit dem Niedersächsischen Umweltministerium, dass die vom Torfwerk Moorkultur Ramsloh auf Grund der unklaren juristischen Position beantragte Vermarktungs-genehmigung für gezielt angebaute Torfmoose und

¹⁶ Gesetz zur Vorbereitung der Schaffung von Baurecht durch Maßnahmengesetz im Verkehrsbereich (Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz - MgvG) vom 22. März 2020 (BGBl. I S. 640).

Sonnentau nicht erforderlich sei, da der Schutz nach § 7 Abs. 2 Nr. 13 c BNatSchG nur für wildlebende Populationen gilt¹⁷. Unklarheit besteht hinsichtlich der Folgen der Ausbringung fremder Provenienzen, inklusive begleitender gebietsfremder Tier- und Pflanzenarten, oder züchterisch veränderter Sorten, dem Genehmigungsbedarf sowie der zuständigen Behörde¹⁸. Siedeln sich gesetzlich geschützte Arten auf Paludikulturflächen an, sollte ein Naturschutzmanagement beziehungsweise gezielte Pflegemaßnahmen zu Gunsten dieser Arten auf freiwilliger Basis des Betriebes erfolgen und finanziell honoriert werden.

Im Pachtrecht Besonderheiten organischer Böden berücksichtigen und Pachtverträge anpassen, um Moorklimaschutzaspekte zu integrieren

Bei Pachtflächen haben zivilrechtliche Verpflichtungen einen großen Einfluss auf Veränderungen des Wassermanagements und die Beibehaltung von Grünlandnutzungen (Abel et al. 2016). In den gesetzlichen Vorgaben für Verpächter und Pächter werden die Besonderheiten organischer Böden nicht berücksichtigt. Der Verpächter hat die Pachtsache dem Pächter in einem zu der vertragsgemäßen Nutzung geeigneten Zustand zu überlassen und sie während der Pachtzeit in diesem Zustand zu erhalten (§ 586 (1) Satz 1 BGB). Umfasst die Nutzungsvereinbarung, dass der Pächter Paludikultur betreiben will, müsste der Verpächter entsprechend hohe Wasserstände gewährleisten (Schäfer & Yilmaz 2019). Der Pächter wiederum ist zur ordnungsgemäßen Bewirtschaftung der Pachtsache verpflichtet (§ 586 (1) Satz 3 BGB). Die entwässerungsbasierte Nutzung organischer Böden führt zu Bodendegradierung und widerspricht fachlich sowohl der Vorgabe der ordnungsgemäßen – d. h. standortangepassten – Bewirtschaftung als auch dem Erhalt der Ertragsfähigkeit (z. B. Wichtmann et al. 2016). Der Pächter muss die Ertragsfähigkeit der Pachtsache (z. B. die Ackerfähigkeit) erhalten, da sonst dem Verpächter über die Pachtzeit hinaus ein Schaden durch Wertminderung entsteht (Bundesgerichtshof 2017¹⁹, Abel et al. 2016). Hier steht der Erhalt der Ertragsfähigkeit im rechtlichen Sinn im Widerspruch zum Erhalt der Ertragsfähigkeit organischer Böden mittels Anhebung des Wasserstandes.

Die öffentliche Hand (Bund, Land, Kommunen) sowie Kirchen, Stiftungen und Universitäten sind Eigentümer*innen landwirtschaftlich genutzter Moorstandorte. Über die Ausgestaltung von Pachtverträgen können sie Klimaschutz auf Moorböden integrieren (Abel et al. 2016). In Pachtverträgen kann beispielsweise festgelegt sein, dass der Pächter die Flächen angepasst zu bewirtschaften hat (pers. Mitteilung Kai Umland, 22.5.2020) und Wasserstandsanhebungen zu akzeptieren sind. Weitere Kriterien bei der Pachtvergabe können zum Beispiel sommerliche oder Jahresmittel-Zielwasserstände (etwa ein torferhaltender oder schwach torfzehrender Grundwasserflurabstand) und das Verbot von Ackernutzung einbeziehen. Sonderkündigungs-klauseln und einjährige Pachtverträge, die sich verlängern, wenn sie nicht gekündigt/beendet werden, bieten eine Möglichkeit, die Umsetzung von Paludikultur zu beschleunigen, indem ein kurzfristiger Flächenzugriff auf geeignete Flächen hergestellt werden kann, auf denen eine Wasserstandsanhebung geplant ist beziehungsweise vorbereitet wird.

¹⁷ Schreiben des NLWKN vom 14.03.2016.

¹⁸ Beim Bundesamt für Naturschutz wurde ein Antragsentwurf für eine Risiko-Analyse zur Ausbringung von Torfmoosen (selektierte Torfmoose aus 5 Provenienzen in Europa sowie per Protoplastentransfer polyploidisierter Torfmoose) eingereicht (Juni 2018). Eine Entscheidung steht mit Verweis auf die juristische Prüfung der fachlichen Zuständigkeit noch aus.

¹⁹ Bundesgerichtshof, Urteil vom 28.04.2017, Aktenzeichen LwZR 4/16.

Teilweise schließen bisher Pachtverträge der öffentlichen Hand die Teilnahme an Programmen der 2. Säule der GAP aus, etwa wenn die Moorflächen mit öffentlichen Fördermitteln erworben und/oder wiedervernässt wurden. Erhöhte betriebliche Aufwendungen einer angepassten Bewirtschaftung können damit nicht ausgeglichen werden. Um etwaige Doppelförderungen zu vermeiden und trotzdem die Teilnahme von (ökologisch wirtschaftenden) Betrieben an AUKM-Programmen zu ermöglichen, hat beispielsweise das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2017 einen Erlass zur konkreten Ausgestaltung von Pachtverträgen an die ausführenden Ämter verschickt (ML Niedersachsen 2017).

Landesbürgschaften

Kreditsicherheiten können durch Bundesländer bereitgestellt werden, wenn das Vorhaben im öffentlichen Interesse liegt. Landesbürgschaften können als Hebel für Investitionen in (Ernte-)Technik und/oder Verarbeitungsinfrastrukturen für Paludi-Biomasse genutzt werden, indem der (landwirtschaftliche) Betrieb einen Kredit erhält, der verbürgt ist. Außerdem könnten Landes- oder Kommunalbürgschaften dafür eingesetzt werden, das Haftungsrisiko gegenüber Versicherungen z. B. von Bauherren*Bauherrinnen abzusichern, die mit (noch nicht zugelassenen) Paludi-Bau- und Dämmstoffen bauen. Ähnlich könnten Landesbürgschaften das Haftungsrisiko bei etwaigen Auswirkungen von Wasserstandsanhebungen auf Nachbarflächen absichern.

Integration von Paludikultur in Ökokontierung und Kompensationen

Das Bundesnaturschutzgesetz und das Baugesetzbuch verpflichten zu Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bei Eingriffen in Natur und Landschaft. Die Kompensation kann z. B. über die Ökokontierung erfolgen, deren Ausgestaltung die Bundesländer über Verordnungen, Hinweise und Empfehlungen konkretisieren, unter anderem können für die Anhebung von Wasserständen in Mooren Ökopunkte generiert werden. In Mecklenburg-Vorpommern wurde ein abschließender Katalog von geeigneten Kompensationsmaßnahmen definiert, welcher nur die Nasswiegen-Nutzung nach Moorrenaturierung vorsieht, da zusätzlich zu engen Management-Vorgaben (z. B. Mahd per Messerbalken) Anpflanzungen explizit ausgeschlossen werden (LM M-V 2018). Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) bieten eine Alternative zur Nutzungsaufgabe land- und forstwirtschaftlicher Flächen. Auf Moorböden ist eine Bewirtschaftung in Paludikultur, inklusive der Anlage von Anbau-Paludikulturen, vorstellbar (Pottgießer 2020). Die 2020 in Kraft getretene Bundeskompensationsverordnung²⁰ stärkt die Bedeutung von PIK, die in den verschiedenen Bundesländern bisher stark unterschiedlich ist, und berücksichtigt für Moorstandorte Wasserstandsanhebungen mit fortgeführter Bewirtschaftung. Für Eingriffe im Rahmen der Einrichtung von Paludikultur könnte eine produktionsintegrierte Kompensation greifen beziehungsweise durch die Zustandsverbesserung kein zusätzlicher Ausgleich erforderlich sein. Dabei findet der durch den Eingriff (z. B. Bau im Außenbereich, in Mecklenburg-Vorpommern auch bei Änderung der Nutzungsart von Dauergrünland auf Niedermoorstandorten) erforderliche Ausgleich direkt auf der Fläche statt, indem die Fläche selbst durch ihre Wiedervernässung zur Aufwertung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts und Landschaftsbildes beiträgt. Teilflächen bei Anbau-Paludikulturen könnten zudem als ökologische Vorzugflächen für die natürliche Entwicklung oder Art-spezifische Pflege bereitgestellt werden.

²⁰ Verordnung über die Vermeidung und die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung (Bundeskompensationsverordnung - BKompV) vom 14. Mai 2020 (BGBl. I S. 1088).

Reallabor für Paludikultur einrichten

Reallabore sind zeitlich und räumlich begrenzte Testräume, in denen neue Technologien oder Lösungsansätze in Kooperationen zwischen Wissenschaft und Praxis real erprobt werden. Mittels Experimentierklauseln oder anderen Flexibilisierungsinstrumenten können praktische Ansätze erprobt werden, die im allgemeinen rechtlichen Rahmen noch nicht vorgesehen sind (BMW i 2019). Das BMW i fokussiert Reallabore auf Digitalisierung. Für die (Weiter-)Entwicklung von Anbau-Paludikultur, z. B. hinsichtlich des Bewirtschaftens von Röhrichten und der Verwendung von noch nicht zugelassenen Bau- und Dämmstoffen aus Paludi-Biomasse unter realen Bedingungen kann ein Reallabor hilfreiche Erkenntnisse liefern. Die Förderung von Reallaboren und anderen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (siehe unten) erfolgt meist im Rahmen von Förderrichtlinien, die von den jeweiligen Institutionen, z. B. Bundes- oder Landesministerien, erlassen werden und in denen Geltungsbereich und -dauer, konkrete Inhalte, Förderumfang und -voraussetzungen etc. festlegt werden (z. B. BMW i (2020) oder MU (2019)).

Flächenemissionsbilanzen im Gebäudeenergiegesetz berücksichtigen

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG)²¹ gibt Höchstwerte für den Jahresprimärenergiebedarf für Gebäude vor. Mit dem Primärenergiefaktor (PEF) für einzelne Energieträger wird der Bedarf ermittelt. Energieträger (Biomasse) aus Paludikultur liegen vermutlich bei 0,0-1,1 PEF und damit günstig, ohne die klimaschützende Wirkung der Wasserstandsanhhebung einzubeziehen. Bei der Ermittlung des PEF könnten neben der Produktionskette auch die Flächenemissionsbilanzen und vermiedene Emissionen (technologieoffen) beim Anbau nachwachsender Rohstoffe berücksichtigt werden. Dies kann über eine Öffnungsklausel im GEG von den Bundesländern umgesetzt werden (Doderer et al. 2016).

Im GEG sind zudem Anforderungen an (die technische Eignung von) Dämmstoffen benannt, die jedoch Energieaufwand und Umweltverträglichkeit der Rohstoffherkunft (fossil/erneuerbar) und der Entsorgung sowie die Klimabilanz in Herstellungsprozess, Installation, Transport nicht berücksichtigen. Die Einführung eines Faktors, der ganzheitlich die Umwelt- und Klimaverträglichkeit eines Dämmstoffes abbildet, könnte im Gesetz integriert werden (Doderer et al. 2016). Damit würde der Klimaschutzaspekt von Dämmstoffen aus Paludikultur Rechnung getragen.

Zulassung während Markteinführungsphase vereinfachen; Zulassungsprüfungen fördern

Ähnlich dem Reallabor-Ansatz könnten rechtliche Vorgaben während der Markteinführungsphase von Produkten befristet vereinfacht werden. Eine Zulassung z. B. für einen Dämmstoff kostet etwa 40.000 € mit zusätzlichen jährlichen Folgeprüfkosten. Teilweise gilt sie zudem nur für einzelne Pflanzensorten, wenn sich etwa Pflanzeigenschaften verschiedener geographischer Herkünfte unterscheiden (pers. Mitteilung T. Hiss, 12.03.2020). Alternativ könnte eine Flexibilisierung beinhalten, dass die Zulassung erst zu einem späteren Zeitpunkt nach Markteinführung aber innerhalb eines festgelegten Zeitraumes zu erfolgen hat. Eine finanzielle Unterstützung von Zulassungsprüfungen würde Paludi-Produkte ebenfalls befördern.

²¹ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728).

Vorbildliche Vorgaben bei Investitionen der öffentlichen Hand

Es bestehen bereits Vorgaben bei der Beschaffung der öffentlichen Hand, z. B. hinsichtlich der Einhaltung von sozialen und arbeitsrechtlichen Kriterien der eingekauften Produkte und Dienstleistungen (z. B. Mindestlohn, Reduzierung von THG-Emissionen bei Dienstreisen). In Leistungsverzeichnissen von (großen) öffentlichen Bauvorhaben könnten konkret Paludi-Bau- und Dämmstoffe eingefordert werden oder allgemeiner umwelt- und klimaverträgliche Bau- und Dämmstoffe. Die öffentliche Hand könnte sich – analog zu den oben genannten Pachtkriterien – Kriterien auferlegen, dass Bauvorhaben möglichst klimafreundlich sein müssen. Ähnliches gilt auch für eine Torfreduzierung beziehungsweise einen Torfverzicht für Ausschreibungen im Sektor Gartenbau, die den Einsatz von Torfmoos-Biomasse und anderer Paludi-Biomasse als Substratausgangsstoff befördern würden.

Erweiterung der Aufgabenbereiche von Wasser-Boden-Verbänden/ Unterhaltungsverbänden

Die Aufgabenbereiche von Wasser-Boden-Verbänden (WBV) sind im § 2 Wasserverbands-gesetz²² aufgelistet und umfassen unter anderem die Bewirtschaftung des Grundwassers und die Bereitstellung von Wasser. Der Bewirtschaftungsbegriff ist jedoch aktiv um Wasserrückhalt zu erweitern. Hierzu gehört insbesondere die Einsicht, dass auf Moorböden torferhaltende, das heißt flurnahe Wasserstände erforderlich sind (Abel et al. 2017). Dafür sind Änderungen beziehungsweise Konkretisierungen im Wasserhaushaltgesetz²³ sowie in den Landeswassergesetzen notwendig und demzufolge auch in den Satzungen und Geschäftsordnungen der einzelnen Verbände. Über Dachverbandsstrukturen könnte die Notwendigkeit hoher Wasserführung auf Moorstandorten in die lokalen Verbände kommuniziert werden.

In einigen Bundesländern können über die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Maßnahmen der Verbände umgesetzt werden. Auch hier besteht teilweise die Hürde, dass die WBV Eigenanteile erbringen müssen, die über einen Fonds (siehe unten) getragen werden könnten, falls ansonsten Vorhaben zur Verbesserung des Wasserrückhalts gar nicht stattfinden würden. Zudem sind WBV die zentralen Akteure für gebietsbezogenes Wassermanagement. Für die damit einhergehenden Aufgaben (z. B. hydrologische Studien zu Wasserverfügbarkeit, Potenzialen für den Wasserrückhalt und benötigter wasserbaulicher Infrastruktur) benötigen die WBV zusätzliche Mittel für Personal und die Vergabe von Gutachten sowie ein (stärkeres) Mandat des Gesetzgebers beziehungsweise ihrer Mitglieder.

Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu pflanzenbaulichen Fragen

Es bestehen eine Reihe von offenen Fragen in der Bestandsführung von Paludikulturen, unter anderem hinsichtlich der Versorgung mit Wasser und Nährstoffen, die nicht oder nur partiell auf Labor- und Mesokosmen-Ebene beantwortet werden können. Um diese zu beantworten, sind Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Praxismaßstab einzurichten. Erste Forschungsprojekte laufen diesbezüglich, gefördert über BMEL/FNR (z. B. Paludi-PRIMA, bei dem im Jahr 2019 eine 10 ha große Niedermoorgrünlandfläche für den Rohrkolbenanbau hergerichtet wurde). Diese Projekte sind im Regelfall auf drei Jahre Laufzeit begrenzt. Gerade um Erkenntnisse zur Entwicklung von Beständen, Nährstoffversorgung und langfristiger Erträge liefern zu können, müssen Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit längeren Laufzeiten versehen werden beziehungsweise Mittel bereitgestellt werden, um Paludikultur-Betriebe längerfristig wissenschaftlich zu begleiten. Erste großmaßstäbige und längerfristige Pilotvorhaben zum Moorbodenschutz werden seitens BMU/ZUG über einen Zeitraum von zehn Jahren (2021 –

²² Gesetz über Wasser- und Bodenverbände (Wasserverbandsgesetz -WVG) vom 12. Februar 1991 (BGBl. I S. 405), geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 15. Mai 2002 (BGBl. I S. 1578).

²³ Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3901).

2031) gefördert²⁴. Die erste von bundesweit vier Bewilligungen erhielt Mecklenburg-Vorpommern für ein Paludi-Vorhaben mit einer Umsetzungsfläche von ca. 800 ha Niedermoor-Polder²⁵. Ein Förderaufruf für mindestens fünf weitere Modell- und Demonstrationsvorhaben zu Paludikultur mit einer 10jährigen Laufzeit wurde von BMEL/FNR veröffentlicht²⁶.

Flächen für Klimaschutzmaßnahmen arrondieren

Die Flurneuordnung oder Flurbereinigung zielt auf die Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft und ist ein wirksames Instrument zur Flächenbereitstellung für übergeordnete naturschutzfachliche und wasserwirtschaftliche Planungen. Als Instrument kann es auch für die Wiedervernässung und die Einführung von Paludikultur genutzt werden. Die Priorisierung, welche Flurbereinigungsverfahren als erstes durchgeführt und wofür Mittel bereitgestellt werden, erfolgt in Mecklenburg-Vorpommern nach festgelegten Kriterien, etwa ob und wie stark die Neuordnung zu neuer/höherer Wertschöpfung in der Land- und Forstwirtschaft beiträgt, wie groß das Ausmaß der Neuordnung ist und ob die mit der Neuordnung verbundenen Vorhaben neue Arbeitsplätze schaffen (LM M-V 2019). Diese Kriterien könnten auch auf Klimaschutzpotenziale hin ausgerichtet werden, etwa indem Verfahren auf Moorstandorten hoch gewichtet werden und auf hydrologische Einzugsgebiete ausgerichtet sind. Auch Flächenpools – z. B. im bestehenden Rahmen der Eingriffs- und Ausgleichsregelungen oder Flächen der öffentlichen Hand und Stiftungen – können Tauschflächen vorhalten, um einzelne Sperrflächen, die eine Wasserstandsanhhebung verhindern, oder nach Wasserstandsanhhebung in ihrer Nutzung eingeschränkte Nachbarflächen zu arrondieren.

Erfahrungen aus Hochwasserschutzverfahren nutzen

Osterburg et al. (2019) empfehlen eine Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes, um Moorbodenschutz in relevantem Umfang voranzubringen. In Analogie zum Hochwasserschutz könnte die Verpflichtung zur Gebietsausweisung für wasserbauliche Maßnahmen in Mooren (Wasserrückhalt und Wasserstandsmanagement) eingeführt werden. Dabei kann auf Erfahrungen bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten zum Hochwasserschutz zurückgegriffen werden. Das Wasserhaushaltsgesetz verpflichtet die Bundesländer, innerhalb von Hochwasserrisikogebieten Überschwemmungsgebiete per Verordnung festzulegen. Sie sind unter anderem Grundlage für die Bauleitplanung von Kommunen und umfassen Nutzungseinschränkungen (LUNG M-V o. J.).

Bei Bodenbewertung Klimarelevanz berücksichtigen

Zweck der Bodenschätzung ist die Bewertung des landwirtschaftlichen Vermögens mittels Ermittlung der natürlichen Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen im Bundesgebiet. Mithilfe von Ertragsmesszahlen werden einheitliche Bewertungsgrundlagen geschaffen (§1 (1) Bodenschätzungsgesetz - BodSchätzG²⁷). Ein Schätzungsbeirat (§ 17 BodSchätzG)²⁸ am Bundesministerium der Finanzen (BMF) wählt bundesweit Flächen als Musterstücke²⁹ aus, die per Rechtsverordnung bekannt gegeben werden. Diese Musterstücke sind Bewertungsvorlage

²⁴ <https://www.z-u-g.org/aufgaben/pilotvorhaben-moorbodenschutz/> (letzter Aufruf: 14.09.2021).

²⁵ <https://www.z-u-g.org/aufgaben/pilotvorhaben-moorbodenschutz/moorbodenschutz-in-mecklenburg-vorpommern/> (letzter Aufruf: 14.09.2021).

²⁶ <https://www.fnr.de/fileadmin/Projekte/2021/Foerderung/FNR058-MuD-Moorbodenschutz-160921.pdf> (letzter Aufruf: 20.01.2022).

²⁷ Gesetz zur Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens (Bodenschätzungsgesetz - BodSchätzG) vom 20. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3150, 3176), zuletzt durch Artikel 15 des Gesetzes vom 26. November 2019 (BGBl. I S. 1794) geändert.

²⁸ Bestehend aus einem*einer Vertreter*in des BMF, einem*einer Vertreter*in des BMEL, zehn Sachkundigen auf dem Gebiet der Landwirtschaft und Bodenkunde.

²⁹ Stand des Gesamtverzeichnisses der Musterstücke: 31.12.2013.

für die Schätzungsausschüsse (§ 18 BodSchätzG)³⁰, die bei den Finanzverwaltungen der Bundesländer (Finanzämter) gebildet werden und die Bodenschätzung durchführen. Es werden unterschiedliche Schätzungsrahmen für die Ermittlung von Acker- und Grünlandzahlen angewandt, die in Anlage 1 und 2 des Bodenschätzungsgesetzes festgelegt sind. Die Acker- und Grünlandzahlen werden von den Katasterämtern für jedes Flurstück geführt. Sie sind Bemessungsgrundlage für verschiedene Steuern (u. a. Grundsteuer, Einkommenssteuer). Im nicht-steuerlichen Bereich finden die Ergebnisse der Bodenschätzung Anwendung in der Flurbereinigung, bei der Wertermittlung von landwirtschaftlichen Grundstücken, Festlegung von Beileitungsgrenzen, Bestimmung von Pacht- und Mietzins. Der Wasserstand beziehungsweise sein Einfluss auf den Aufwuchs fließt als Faktor bei der Bewertung des Grünlandes ein. Bei der Ermittlung der Ackerzahl auf Moor fließt der Grad der Zersetzung der organischen Substanz, der Umfang der mineralischen Beimischung und der Grundwasserstand in die Zustandsstufen ein. Acker- und Grünland mit hohen Wasserständen haben entsprechend eine geringe(re) Ackerbeziehungsweise Grünlandzahl, und damit einen gering(er)en Wert für den*die Landwirt*in beziehungsweise Eigentümer*in. Um die Klimarelevanz von Moorstandorten zu berücksichtigen, könnten der Acker- und Grünlandschätzungsrahmen angepasst und hohe Wasserstände mit hohen Wertzahlen „bevorzugt“ werden. Hohe Wasserstände auf Moorstandorten würden dann eine Wertsteigerung der Fläche darstellen. Dies spielt z. B. eine Rolle bei der Kreditwürdigkeit der Landwirtschaftsbetriebe, da derzeit die Beleihbarkeit landwirtschaftlicher Flächen durch Wasserstandsanhörungen sinkt.

2.3 Flankierende Maßnahmen

Kapazitätsaufbau für Planungs- und Genehmigungsverfahren

Kapazitäten werden zur Bearbeitung von Planung, Genehmigung und Umsetzung von Wasserstandsanhörungen und Umstellung auf Paludikultur bei Planungsbüros, Projektträgern und wasserwirtschaftlichen Unterhaltungsverbänden, Kommunen, zuständigen Verwaltungsbehörden, landwirtschaftlichen und Baubetrieben vermehrt benötigt. Dafür sind Personal(mittel)aufstockungen in den genannten Institutionen notwendig und es ist gezielt in die berufliche Aus- und Weiterbildung zu investieren, um ausreichend Fachpersonal zur Verfügung zu haben. Die Bereitstellung von Leitfäden für Genehmigungsbehörden, Antragstellende und Planungsbüros kann zudem über vorhandene Erfahrungen informieren und die Verfahren beschleunigen.

Moor-Klimawirt*in

Das Selbstbewusstsein und Selbstverständnis von Landwirten*Landwirtinnen gründet sich zu meist in ihrer Rolle, die Bevölkerung mit Lebensmitteln zu versorgen (Kleinhückelkotten & Neitzke 2016, Hampicke 2018). Dieses weit verbreitete und tief verwurzelte Selbstverständnis der Landwirte steht scheinbar im Widerspruch zur Paludikultur, weil damit keine „klassischen“ landwirtschaftlichen Produkte (Nahrungsmittel) produziert werden können. Dafür besteht die Möglichkeit, umweltverträglich hergestellte Rohstoffe für post-fossile Produkte (z. B. Dämmstoffe) zu liefern. Die damit erbrachten Ökosystemleistungen müssen entsprechend wertgeschätzt werden, z. B. über eine Öffentlichkeitskampagne. Ein neues Berufsbild des Moor-Klimawirtes hilft, best-practice-Beispiele – und die Gesichter dazu – sichtbar zu machen und Pioniere in Pilotbetrieben zu fördern (DVL 2021).

³⁰ Bestehend aus einer amtlich landwirtschaftlichen sachverständigen Person aus der Finanzverwaltung und ehrenamtlichen Bodenschätzer*innen mit Kenntnissen in Landwirtschaft und Bodenkunde.

Beratungskonzepte für Betriebsumstellungen erarbeiten und unterstützen

Für eine betriebliche Umstellung auf Paludikultur sind oft (kleinere) Änderungen im Betriebsablauf unzureichend. Eher ist eine Gesamtbetriebsumstellung notwendig, die entsprechend vorbereitet und begleitet werden sollte. Förderungen für Beratung sind diesbezüglich zu ermöglichen beziehungsweise zu erweitern. Bestehende Beratungsstrukturen sollten mit Weiterbildungen über Paludikultur und Moorklimaschutz zu dem Thema sensibilisieren und aktuelle Informationen austauschen. Aktuell werden Beratungen von vor allem extensiv wirtschaftenden Grünland-Betrieben wenig nachgefragt. Die erwirtschafteten Erträge aus der Grünlandnutzung sind nicht hoch genug, um Beratungen davon bezahlen zu können. Daher gibt es wenig spezialisierte Moor-Grünlandberater*innen, die über eine Prämienoptimierung hinaus beraten (können). Auch in den Ländern, wo zur Bewirtschaftung kohlenstoffreicher Böden bereits einzelbetrieblich Beratung angeboten sowie über ELER-Mittel gefördert wird (z. B. Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern), ist die Nachfrage gering. Hinderlich für die Berater ist das Fehlen finanzieller Anreize als „Türöffner“. Mit steigenden Bewirtschaftungsproblemen wie z. B. Frühjahrs-/Sommertrockenheit und Schädlingsdruck wie in den Jahren 2018 und 2019 wächst jedoch das Interesse an Anpassung von Wassermanagement und Bewirtschaftung.

Aufbau Paludi-Betriebsnetzwerk

Ein Betriebsnetzwerk von Betrieben auf Moorstandorten beziehungsweise (zukünftigen) Paludikultur-Betrieben liefert betriebliche Informationen für Betriebsumstellungen und Beratung und bildet notwendige Grundlagen für die Ausgestaltung und Evaluierung von Förderprogrammen und Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen.

Kooperationsmodelle stärken

Kooperationen bieten eine Möglichkeit, die Last hoher Investitionskosten in neue Erntetechnik oder neue Veredelungsverfahren für Einzelne zu reduzieren. So können z. B. über Maschinenringe Technik gemeinsam genutzt oder über genossenschaftliche Modelle eine Verarbeitungsanlage gemeinsam finanziert und betrieben werden. Nicht zuletzt erfolgen Wasserstandsanhebungen in der Regel innerhalb größerer, hydrologischer Einheiten, so dass Kooperationen von Landnutzenden und Eigentümer*innen erforderlich sind, um Moorklimaschutzmaßnahmen in der Fläche gemeinsam anbieten zu können. Als Akteure, die vielerorts auf etablierten Strukturen aufbauen können, sind z. B. Wasser-Boden-Verbände und Landschaftspflegeverbände geeignet, überbetriebliches Flächen- und Wassermanagement in Mooren zu koordinieren.

Betriebliche und Hochschul-Ausbildung sowie Weiterbildungen in nasser Moornutzung aufbauen

Einen Überblick über Forschungs- und Lehreinrichtungen, die sich mit Moor(nutzung) beschäftigen, geben Abel et al. (2019). Wenige agrarwissenschaftliche Studiengänge (Uni Rostock, Uni Kiel, Hochschule Weihenstephan-Triestorf, HU Berlin) bieten über einzelne (Wahl-)Module Bezüge zu Moornutzung und/oder Moorschutz an. Paludikultur sollte in produktionsorientierten agrarwissenschaftlichen Studiengängen (Pflanzenbau, Grünland) vor allem in den moorreichen Bundesländern aufgenommen werden. Weiterbildungen zu Paludikultur können Landnutzende über Landeslehrstätten, Bildungsinstitute, Verbandsstrukturen (Bauernverband, WBV-Dachverbände etc.) erreichen.

Kommunikation und Information von Zielgruppen

Um die Nachfrage nach Produkten aus Paludikultur zu befördern, sind gezielt verschiedene Zielgruppen anzusprechen, zu informieren und Netzwerke und Kooperationen zu initiieren. Zu den Zielgruppen für Bau- und Dämmstoffe sowie Wärme gehören z. B. Architekten(kammer), Ingenieurbüros, große Bauträger und Generalunternehmen, Baustoffhändler, Wohnungsbauunternehmen und -dachverbände, Energieversorgungsunternehmen.

Identifizierung geeigneter Flächen

Abgeleitet aus der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung und dem Naturschutzstatus der Flächen benennen LM M-V (2017) und Närmann et al. (2021) Gebietskulissen, in denen die Einrichtung von Paludikultur möglich wäre (siehe Nordt et al. 2022). Mit Hilfe regionaler Studien kann eine weitere Priorisierung erfolgen, z. B. indem Flächen auf Flurstücksebene anhand von Indikatoren für ihre Eignung eingeschätzt werden. Mögliche Indikatoren sind die Entfernung zum Vorfluter, die Lage im Einzugsgebiet für Entkopplungspotenzial und Nährstoffversorgung, der Grundwasserflurabstand, das THG-Einsparpotenzial, der technische Aufwand der Umsetzung, die Wasserverfügbarkeit sowie arrundierte Eigentumsverhältnisse in öffentlicher Hand (Eberts et al. 2020, Reichelt & Lechtape 2019). Diese Machbarkeitsstudien für Paludikultur könnten gezielt finanziell gefördert werden. Im Rahmen von Machbarkeitsstudien ist auch zu prüfen, ob und wo geeignete Flächen im Eigentum der öffentlichen Hand für Pilot- und Demonstrationsprojekte zur Verfügung gestellt werden können.

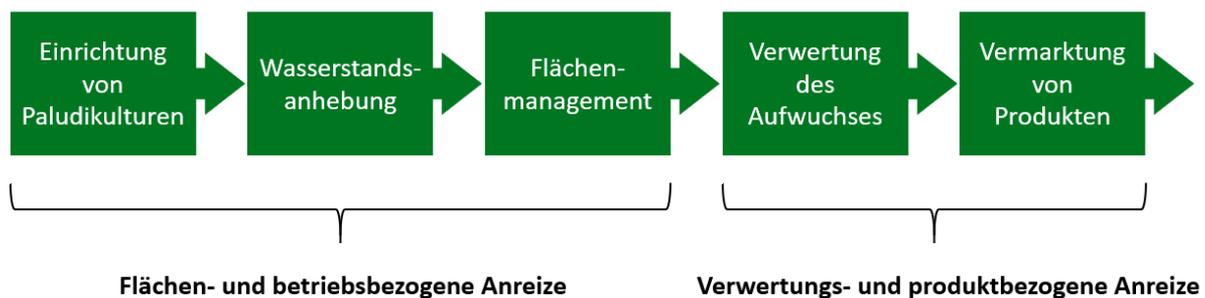
Kommunikation und Einbindung der Bevölkerung

Um Fragen und Sorgen der Bevölkerung zu begegnen, ist die frühzeitige Kommunikation über Vorhaben der Wasserstandsanhhebung notwendig. Mit geeigneten partizipativen Beteiligungsformaten können die Ergebnisse von hydrologischen und anderen Studien, geplante Baumaßnahmen und die zu erwartenden Landschaftsveränderungen vermittelt und diskutiert werden. Sofern möglich, sollten Optionen für Planungsänderungen (in gewissem Rahmen) berücksichtigt werden. Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass z. B. die Erlebbarkeit der neuen Landschaft gezielt eingeplant und dabei Anwohnende einbezogen werden können (pers. Mitteilung K. Burmeister, WWF, 14.10.2019). Auch die positiven Begleiterscheinungen von Wasserstandsanhhebungen können gezielt kommuniziert werden, etwa der Stopp von Bodensackung und der Erhalt des Bodens als Produktionsgrundlage, lokale Kühlungseffekte und die ökonomischen Chancen für sanften Naturtourismus und Naherholung.

2.4 Instrumente und finanzielle Anreize zur Unterstützung von Paludikultur

2.4.1 Ansatzpunkte: flächen-, betriebs- oder produktbezogen

Im Kapitel 2.3 sind vor allem regulative und flankierende Lösungsansätze benannt, mittels derer die Hemmnisse für die Wiedervernässung und die Umstellung auf Paludikultur reduziert werden können. Im Folgenden wird auf die Ausgestaltung von finanziellen Anreizen und konkreten Instrumenten eingegangen. Sie können flächenbezogen, betrieblich (landwirtschaftlicher Betrieb, verarbeitendes Unternehmen), produktbezogen sowie auf Ebene des Endnutzen-/Verbrauchenden wirken und somit an verschiedenen Stellen der Wertschöpfungskette ansetzen (Abbildung 2).



Anreize für eine nasse Moorbewirtschaftung können an jedem Punkt der Produktionskette ansetzen, angefangen bei der Flächenvorbereitung bis hin zu Vermarktung von Produkten und Ökosystemleistungen (nach Wichmann 2018)

Abbildung 2: Anreize für eine nasse Moorbewirtschaftung entlang der Produktionskette

Bei der Ausgestaltung von finanziellen Anreizinstrumenten sind hinsichtlich der Dauer und der Auszahlungsmodalitäten die nachfolgend genannten Aspekte zu beachten. **Projekt- und Investitionsförderung** wird einmalig gewährt als nicht rückzahlbarer Zuschuss beziehungsweise zinsgünstiger Kredit. Die **Honorierung** einer Leistung kann mehrmals erfolgen, beispielsweise jährlich, so lange die zu honorierende Leistung erbracht wird, in der Regel aber innerhalb eines festgelegten Zeitrahmens. Im Vergleich dazu wird z. B. der durch Nutzungseinschränkungen entstandene Einkommensverlust und/oder der betriebliche Mehraufwand entweder als Einmalzahlung oder durch Mehrfachzahlungen ausgeglichen. Dieser **Verlustausgleich** ist für landwirtschaftliche Betriebe kein Anreiz, da lediglich die Kosten entgolten werden und keine Produzentenrente erwirtschaftet werden kann, – es sei denn der betriebs-spezifische Verlust ist deutlich niedriger als ein mit Standarddaten kalkulierter Ausgleich.

Indirekte finanzielle Anreize können durch Möglichkeiten geschaffen werden, **Kosten zu reduzieren**, z. B. indem Flächen (der öffentlichen Hand) pachtfrei zur Verfügung gestellt werden, ein reduzierter Pachtzins für Flächen mit hohem Wasserstand angesetzt wird oder Entsorgungskosten für Biomasse aus Pflegemaßnahmen entfallen, wenn die Biomasse einer Verwertung zugeführt werden kann. Längere Pachtlaufzeiten (mindestens 10 Jahre) ermöglichen größere betriebliche Planungssicherheit gegenüber Programmlaufzeiten von AUKM, deren Ausgestaltung, Kulisse und finanzielle Ausstattung sich von Förderperiode zu Förderperiode ändern können. Ein weiterer indirekter Anreiz besteht in der **Absicherung von finanziellen Risiken**, die auftreten können. Ein **Preisaufschlag** auf das vermarktete (End-) Produkt, der zum Beispiel ökologisches Wirtschaften im Herstellungsprozess und in der Entsorgung einpreist, erhöht den Erlös. Erlösmindernd wirkt hingegen ein **Kostenaufschlag** (etwa durch Besteuerung) auf ein Produkt für negative Umwelteffekte während des Herstellungsprozesses.

Tabelle 2 führt verschiedene Maßnahmen auf, die bei der Umsetzung von Paludikultur erforderlich sind und ordnet mögliche Anreize zu. Tabelle 3 gibt einen Überblick, mittels welcher Instrumente entsprechende Anreize gesetzt werden können. Teilweise sind bereits vorhandene Instrumente geeignet, teilweise müssen Instrumente erweitert beziehungsweise angepasst oder auch neu geschaffen werden, um die Umsetzung von Paludikultur zu befördern. Ausgewählte Instrumente werden in Schäfer et al. (2022) hinsichtlich Eignung und konkreter Ausgestaltung vertiefend betrachtet.

Tabelle 2: Mögliche Anreize für einzelne Maßnahmen zur Umsetzung von Paludikultur

Maßnahmen	Anreize
Flächen- und betriebsbezogene Anreize	
Durchführung von Machbarkeitsstudien, Genehmigungsplanung, Kommunikation	Förderung von Projekten und Investitionen
Einrichtung hoher Wasserstände	Förderung von Investitionen Bereitstellung von Flächen der öffentlichen Hand Reduzierter Pachtzins Honorierung von Klima-, Boden-, Gewässerschutzleistungen Höherer Erlös mittels Preisaufschlags auf vermarktete Produkte
Etablierung von Paludikulturen	Förderung von Investitionen Liquidität für Anfangsinvestitionen herstellen
Einrichtung von Pilotbetrieben („Pioniere“)	Förderung von F+E+I-Projekten Beratung für die Etablierung von Paludikulturen
Einschränkung der Nutzung zum Schutz von Paludikultur-Begleitflora/-fauna	Verlustausgleich Honorierung von Leistungen
Kooperation zwischen Betrieben auf Einzugsgebietsebene	Honorierung von Leistungen (Landschaftsebene) Förderung von Investitionen in (gemeinschaftliche) Infrastruktur
Verwertungs- und produktbezogene Anreize	
Entwicklung neuer Produkte	Förderung von F+ & E + I-Projekten
Errichtung neuer Verwertungsanlagen	Förderung von Investitionen Liquidität für Anfangsinvestitionen herstellen Absicherung des finanziellen Risikos
Nachfrage nach klimafreundlichen beziehungsweise -positiven Paludi-Produkten schaffen	Zuschüsse beim Kauf Vermarktung von Produkten mittels Label, Siegel

Tabelle 3: Bestehende und mögliche neue Instrumente für die Förderung von Paludikultur

Anreize	Instrumente
	Flächen- und betriebswirksame Instrumente
Projekt- und Investitionsförderung aus öffentlichen Mitteln	<p>EU-Agrar- und Strukturförderung (z. B. ELER, EFRE, WRRL, LEADER, LIFE, Interreg)</p> <p>Bundes- und Landesförderprogramme (z. B. Moorklimafonds, Klimaprogramm Bayern 2020, Moorbauernprogramm Bayern)</p> <p>Tilgungszuschüsse für Kredite und zinsgünstige Kredite für Investitionen</p> <p>F+E-Programme</p>
Projekt- und Investitionsförderung aus privaten Mitteln	<p>Spendenfonds von Stiftungen (z. B. Deutscher Moorschutzfonds des Naturschutzbundes z. B. für Flächenkauf, bauliche Maßnahmen, Eigenanteile)</p> <p>Kohlenstoff- und Naturschutzzertifikate</p>
Honorierung ökologischer Leistungen	<p>EU / GAP-Programme: Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen</p> <p>Bundes- und Länderprogramme: Vertragsklimaschutz</p> <p>Produktlabel und -zertifikate</p>
Reduzierung (neuer) betrieblicher Kosten	<p>Einrichtung eines (nationalen) Emissionshandelssystems für THG-Emissionen aus Mooren</p> <p>Einbeziehung von Moorböden in ein Bonus-Malus-System</p> <p>Reduzierter Pachtzins und Pachtvorgaben der öffentlichen Hand</p>
Risikoabsicherung	<p>(Landes-)Bürgschaftsprogramme</p> <p>Fonds für Schadensersatzansprüche</p>
	Verwertungs- und produktwirksame Instrumente
Innovationsförderung	Bundesförderprogramme (z. B. Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand, KMU-innovativ)
Investitionsförderung	<p>Marktanreizprogramm</p> <p>Tilgungszuschüsse für Kredite und zinsgünstige Kredite für Investitionen</p>
Erhöhung der Nachfrage	Regionales Handelssystem für Wärmezertifikate aus Paludikultur

2.4.2 Ausgestaltung von Projekt- und Investitionsförderung

Mit der bestehenden Projekt- und Investitionsförderung kann die Umsetzung von Paludikultur in Teilen unterstützt werden. Die bestehenden Programme auf EU-, Bundes- und Landesebene sind hinsichtlich der Förderfähigkeit der einzelnen Umsetzungsschritte für Paludikultur zu prüfen und gegebenenfalls um Paludi-Förderthemen zu ergänzen:

- ▶ Anhebung von Wasserständen: Erstellung von Gutachten, Planung, Genehmigungsverfahren, bauliche Maßnahmen
- ▶ Investitionen in Bestandesetablierung, angepasste (Ernte-)Technik sowie spezifische Infrastrukturen für Paludikulturen, wie z. B. Pumpen, regulierbare Stau und Fahrdämme
- ▶ Forschungs- und Entwicklungsprojekte (mit Laufzeiten von mindestens 5 Jahren) zur Bearbeitung (pflanzenbaulicher) Forschungsfragen, Monitoring
- ▶ Kosten für Flächenkauf, durchzuführende Flurbereinigungsverfahren
- ▶ Beratung und Aufbau von Kooperationen, die verstärkt langfristige Aufgaben zum überbetrieblichen Flächen- und Wassermanagement in Mooren übernehmen könnten
- ▶ Investitionsbedarf in neue technische Verwertungsanlagen, Lager- und Transportlogistik, Produktentwicklungen und -zulassungsverfahren.

Förderprogramme sollten so ausgestaltet sein, dass die genannten Investitionen förderfähig sind beziehungsweise verschiedene Förderprogramme einander ergänzen können. Um Kooperationen aus Landwirtschaft, Naturschutz, Wasserwirtschaft, Kommunen (ähnlich den in einigen Regionen etablierten Landschaftspflegeverbänden) und betriebsübergreifende Maßnahmen zu befördern, müssen Verbände (z. B. WBV) und wirtschaftliche Zusammenschlüsse (z. B. Genossenschaften) in den entsprechenden Förderprogrammen förderfähig sein.

Um den Wasserrückhalt in der Landschaft zu erhöhen ist ein Investitionsprogramm erforderlich, das eine "moorschützende Stauhaltung" realisieren könnte (Instandsetzung/Installation von Stauanlagen, Wasserzuführungen in Trockenzeiten, Wiederherstellen von Binnenentwässerungsgebieten). Mögliche Konflikte mit Bedarfen und Regularien der Wasserwirtschaft sowie mit den Vorgaben der WRRL sollten in den einzelnen Moorschutzkonzepten der Bundesländer bearbeitet werden (Hirschelmann et al. 2020).

Moorklimaschutzfonds

Ein (einzurichtender) Moorklimaschutzfonds könnte gezielt Bundesmittel für direkte und flankierende Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung auf Moorstandorten, sowie Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu Paludikultur fördern. Sinnvoll erscheint (kurzfristig) die Erweiterung des bestehenden Waldklimafonds um Moore. Dieser wird aus dem Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ (EKF) gespeist, um Forschung und Entwicklung zum Erreichen der Klimaschutzziele der Bundesregierung zu unterstützen. Er ermöglicht eine direkte bundesstaatliche Finanzierung von Ökosystemleistungen von Wald und Forstwirtschaft, die bis dahin unentgeltlich erbracht wurden. Um quantitative Auswirkungen auf Emissionsbilanzen zu erreichen, ist der Waldklimafonds finanziell aufzustocken, damit die Finanzierung über Demonstrations- und Pilotprojekte hinausgehen kann (Hartje et al. 2015). Im Jahr 2018 standen im Waldklimafonds 19,5 Mio. € zur Verfügung, von denen 11,5 Mio. € verausgabt wurden (BMF 2019).

Zur Umsetzung der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorschutz (BLZV 2021) sollen für die Wiedervernässung von Mooren und die Reduktion des Torfeinsatzes bis zum Jahr 2025 zunächst rund 330 Mio. € aus dem EKF bereitgestellt werden³¹. Das im Koalitionsvertrag von SPD, FDP und Grüne (KoaV 2021) angekündigte Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, für das Moore neben anderen Ökosystemen an erste Stelle genannt werden und das explizit die Stärkung von Paludikulturen beinhaltet, soll ebenfalls aus dem EKF finanziert werden.

Wolters et al. (2013) erläutern ein (revolvierendes) Moorklimaschutzfonds-Modell, das über den Verkauf freiwilliger Kohlenstoffzertifikate gespeist wird und damit private Finanzierungsquellen erschließt. Zusätzlich könnte der Fonds über öffentliche Mittel – über die 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik, der Nationalen Klimaschutzinitiative und weiteren öffentlichen Finanzierungsquellen – ko-finanziert werden. Als zentral hierbei wird die Kooperation zwischen Bund und Ländern angesehen. Die moorreichen Bundesländer haben bereits aufgebaute Strukturen und Erfahrung in Moorschutzprojekten. Eine Koordination sollte übergreifend auf Bundesebene angesiedelt werden. Der Moorklimaschutzfond könnte die mangelnde Flächenverfügbarkeit für Moorschutzprojekte adressieren und sich von klassischen Naturschutzmaßnahmen abgrenzen. Der Fonds wird dabei als Plattform für den Aufbau eines nationalen Projekte-Pools gesehen, über den vor allem Projekte zur Reduktion der Emissionen mittels Wiedervernässung, Landnutzungs- und Intensitätsänderung umgesetzt werden (Wolters et al. 2013). Die genannten Ansätze werden in Schäfer et al. (2022) mit Blick auf die Ausgestaltung von anreizbasierten Finanzierungsinstrumenten für die Paludikultur intensiver betrachtet.

Innovationsförderprogramme

Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi und das Programm KMU-innovativ (BMBF) können die Entwicklung und Markteinführung von Produkten aus Paludikultur unterstützen, indem die Förderthemen gezielt um Paludikultur-Fragestellungen und Entwicklungen erweitert werden. Aktuell scheitern Unternehmensbeteiligungen an Forschungs- und Entwicklungsprojekten häufig an den einzubringenden Eigenanteilen (oft rund 50 %) der Unternehmen, da es meist kleine oder Kleinstunternehmen sind, die in diesen Nischen aktiv sind. Für große Unternehmen mit ausreichend Kapitalkraft ist Sonderforschung im Bereich Paludikultur (noch?) nicht interessant, da der potenzielle Absatzmarkt (z. B. für neu entwickelte Erntetechnik) als zu gering angesehen wird (pers. Mitteilung, Horstmann, Firma Krone, 13.03.2020). Ein Fonds zur Co-Finanzierung von KMU-Eigenanteilen für Forschungs- und Entwicklungsprojekte könnte die stärkere Einbindung von KMU in Paludikultur-Forschung befördern. Dafür sind Förderrichtlinien anzupassen, um eine (öffentliche) Co-Finanzierung zu ermöglichen. Ein solcher Fonds kann auch privatwirtschaftlich aufgesetzt werden, z. B. über Stiftungen.

Investitionsförderprogramme für Verarbeitungsanlagen

Die Förderung von Investitionen in Verarbeitungsanlagen hat gegenüber Produktförderungen (wie z. B. Einspeisevergütung) den Vorteil, dass sie nur einmal zu leisten ist, sich weniger komplex gestaltet und etwaige Fehlanreize leichter korrigiert werden können. Es bestehen derzeit Möglichkeiten für die Bezuschussung von Energieerzeugungsanlagen, damit auch für Paludicheizwerke. Doderer et al. (2016) schlagen die Bezuschussung reiner Erneuerbare Energien-Wärmeerzeugungsanlagen vor, wobei die Investitionszuschüsse mit einem jährlichen Deckel zu versehen sind, sodass die Investitionen planbar sind. Sie speisen sich aus Steuermitteln, z. B. aus dem Energie- und Klimafonds.

³¹ <https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesregierung-staerkt-moorbodenschutz>

Mit dem Marktanzreizprogramm zur Förderung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt werden Investitionen in neue Wärmeanlagen, -netze und -speicher staatlich bezuschusst. Weitere Bundes- und Länderprogramme, beispielsweise die Klimaschutzförderrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern (EFRE + ELER Mittel) unterstützen die Umstellung auf Erneuerbare Energien und allgemein die Steigerung von Energieeffizienz/Energieeinsparung mittels staatlicher Zuschüsse sowie der Bereitstellung von Krediten³². Die Verwendung von ökologischen Bau- und Dämmstoffen (aus Paludikultur) ist bisher kein spezieller Fördergegenstand von Investitionsförderprogrammen.

(Landes-)Bürgschaftsprogramme

Zeitlich begrenzte Bürgschaften für Unternehmen oder Existenzgründende können fehlende oder nicht ausreichende Kreditsicherheiten ersetzen beziehungsweise ergänzen, um die notwendige Liquidität für die Umstellung auf Paludikultur oder die Errichtung neuer Verwertungsanlagen herzustellen.

Fonds für Schadensersatzansprüche

Damit das Risiko der Beeinträchtigung von Nachbarflächen und damit verbundenen Schadensersatzansprüchen nicht dazu führt, dass die Anhebung des Wasserstands auf einer Moorfläche nicht oder erst später stattfindet, kann ein Fonds finanzielle Mittel bereithalten, um die Eigentümer der Nachbarflächen zu entschädigen oder gegebenenfalls Tauschflächen anzubieten. Dafür könnte auf (bestehende) Flächenpools zurückgegriffen werden. Ebenso könnten die Mittel des Fonds für die Arrondierung von Pufferflächen genutzt werden, die von Auswirkungen einer Wasserstandsanhhebung in hohem Maße betroffen sind.

Transformation von (Moor-)Regionen

In den Boxen 1 – 3 werden drei Beispiele dargestellt, mit welchen Vorgehen und Mitteln die Transformation von (Moor-)Regionen in der Vergangenheit und Gegenwart umgesetzt wurde und wird. Sie zeigen, wie langfristige und übersektorale Strategien für den Strukturwandel erarbeitet und die notwendigen Investitionen in den Regionen über bereitgestellte finanzielle Mittel umgesetzt werden können.

³² Einen Überblick über Bundes- und Landesförderprogramme in diesem Bereich gibt z. B. die Webseite <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen/foerderprogramme/>.

Box 1: Historisches Beispiel: Emslandplan

Der Emslandplan wurde 1950 vom deutschen Bundestag beschlossen, um einen umfassenden Strukturwandel im westlichen Niedersachsen auf den Weg zu bringen. Planung, Koordination und Finanzierung der Maßnahmen übernahm die Emsland GmbH, welche vom Bund, Land Niedersachsen und den betroffenen Landkreisen 1951 gegründet wurde. Bis 1989 wurden im Emsland damit über 2 Mrd. DM öffentliche Mittel investiert. In der ersten Phase wurden große Mooregebiete und Heideflächen landwirtschaftlich urbar gemacht (128.000 ha), unter anderem um die Ernährungssituation nach dem 2. Weltkrieg zu verbessern und Vertriebene sowie Flüchtlinge ansiedeln zu können. Es wurden unter anderem 17.000 ha Moore drainiert, über 6.800 km Vorfluter und Gräben ausgebaut, über 700 Flusskilometer reguliert, außerdem neue Siedlungen und (Verkehrs-)Infrastruktur angelegt sowie eine Flurbereinigung durchgeführt. In der zweiten Phase ab etwa 1965 wurde der Schwerpunkt auf die Ansiedlung von Industrie und Gewerbe gelegt, um Arbeitsplätze zu schaffen, unter anderem weil Produktivitätssteigerungen in der Landwirtschaft Arbeitskräfte freisetzen. In der 3. Phase ab Anfang der 1970er Jahre wurden innovative Technikprojekte im Emsland angesiedelt, um einen befürchteten Konjunkturunbruch entgegenzuwirken. 1989 wurde die Emsland GmbH aufgelöst, nachdem die Aufgaben des Emslandplanes erfüllt waren.³³

Box 2: Aktuelles Beispiel: Just transition in irischen Mooren

Im Dezember 2020 stellte die irische Regierung 108 Mio. € für eine intensivere beziehungsweise hochwertigere Renaturierung von 33.000 ha Torfabbauf Flächen in den Midland Peatlands bereit, die über die verpflichtende Rehabilitierung der Torfabbauggebiete hinausgeht. Ziel ist es, damit 3,2 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen bis 2050 zu vermeiden, im Vergleich zu einem Standard-Rehabilitierungs-Szenario. Das halbstaatliche Torfabbauunternehmen Bord na Móna steuert weitere 18 Mio. € bei. Damit stehen 3.818 € pro Hektar für Restaurierungsmaßnahmen zur Verfügung. Mit den Aktivitäten werden sowohl Klimaschutz- als auch Biodiversitätsziele verfolgt und 310 neue Arbeitsplätze geschaffen. Die Mittel werden dafür eingesetzt, ein intensiveres Wasserstands-Management umzusetzen (Gräben verschließen, Stau setzen); Geländeoberflächen einzuebnen, um geeignete hydrologische Voraussetzungen für die Entwicklung von Feuchtgebieten, Nieder- und Hochmoorhabitaten zu schaffen; Zielvegetation zu etablieren; proaktiv Torfmoose in geeigneten Bereichen auszubringen, um Klimaschutz und andere Ökosystemleistungen zu optimieren sowie ein Feuchtgebietsmanagement umzusetzen. Der National Parks and Wildlife Service wurde dafür eingesetzt, die flächenkonkreten Maßnahmen zu begleiten, auf ihre gesteckten Ziele hin zu bewerten, eine Kostenkontrolle der Maßnahmen durchzuführen - die gegebenenfalls einen Ausgleich durch Bord na Móna erfordert, die korrekte Maßnahmendurchführung sicherzustellen, inklusive der Abgrenzung der Maßnahmen zu den obligatorischen Rehabilitierungsmaßnahmen, zu denen Bord na Móna unabhängig von diesem Programm verpflichtet ist (Government of Ireland 2021).

³³ <https://www.emsland.de/das-emsland/kreisbeschreibung/emslandplan/emslandplan.html>.

Box 3: Analoges Beispiel: Kohleausstieg in Deutschland

Am 3. Juli 2020 haben der Bundestag und der Bundesrat das Gesetz über den Ausstieg aus der Kohleverstromung beschlossen und ein Strukturstärkungsgesetz verabschiedet, um CO₂-Emissionen aus der Kohleverstromung zu senken und den betroffenen Regionen zu helfen, den Strukturwandel zu bewältigen. Gleichzeitig soll der Ausbau der Erneuerbaren Energien vorangetrieben werden. Im Folgenden wird der Prozess des Kohleausstiegs kurz zusammengefasst und mögliche Analogien zu einem Ausstieg aus der entwässerungsbasierten Moornutzung dargestellt.

Kohlenutzung in Deutschland

Im Jahr 2017 stellten Kohlekraftwerke einen Anteil von 37 % der Bruttostromerzeugung (AG Energiebilanzen e.V. 2018 in DIW et al. 2018), während sie für 26 % der deutschen CO₂-Emissionen verantwortlich waren (2016: 240 Mio. t CO₂). Der Braunkohletagebau und die damit verbundenen Kohlekraftwerke konzentrieren sich in den drei Regionen: Rheinisches, Mitteldeutsches und Lausitzer Revier. Dort sind sie in einigen Landkreisen strukturprägend.

Der Weg zum Kohleausstieg

Im Klimaschutzplan 2050 wurde 2016 das Einsetzen einer Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Regionalentwicklung“ benannt. Im Koalitionsvertrag 2018 wurde eine Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ mit konkreten Zielen versehen (CDU, CSU und SPD 2018) und von der Bundesregierung im Juni 2018 eingesetzt, somit hatte sie ein politisches Mandat. Mitglieder repräsentierten alle Bereiche (Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft). Der im Januar 2019 vorgelegte Abschlussbericht diente als Grundlage für Eckpunkte zur Umsetzung der strukturpolitischen Empfehlungen der Kohlekommission: Die betroffenen Regionen erhalten bis zum Jahr 2038 bis zu 40 Mrd. € Strukturhilfen. Die Investitions- und Innovationsförderung richtet sich dabei an Region-spezifischen Leitbildern aus.³⁴ Eine Bund-Länder-Einigung legte im Januar 2020 die Grundlage für ein Kohleausstiegsgesetz, um die energiepolitischen Maßnahmenvorschläge der Kohlekommission umzusetzen. Es trat im Sommer 2020 in Kraft: Es werden 16 – 32 Mrd. € Kompensation von (steigenden) Stromkosten, 5 – 10 Mrd. € Entschädigung für Kraftwerksbetreiber, 5 – 7 Mrd. € Anpassungsgeld für Beschäftigte sowie 3 – 4 Mrd. € für die Löschung von CO₂-Zertifikaten bereitgestellt (Agora Energiewende und Aurora Energy Research 2019).

³⁴ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/kohleausstieg-und-strukturwandel.html>

Ähnlich wie die Kohleförderung konzentrieren sich auch Moore in wenigen Bundesländern, wo sie in einigen Regionen einen sehr hohen Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche einnehmen. Während parallel zum Kohleausstieg der notwendige Ausbau von Erneuerbaren Energien gesetzlich bereits seit dem Jahr 1991 gefördert wird, besteht bisher keine vergleichbare Förderung von Alternativen zur entwässerungsbasierten Moornutzung.

Auch ein schrittweiser Ausstieg aus der Moorentwässerung sollte von allen Beteiligengruppen verhandelt und damit breit getragen werden, mit einem politischen Mandat und klaren Zielvorgaben (nationale Klimaschutzziele 2030 und 2045). Die Strategie sollte faire Zukunftsaussichten für betroffene Regionen und Beschäftigte umfassen, aktive Strukturentwicklung mit Investitionen in alternative Produktionsverfahren initiieren und Härten durch Kompensation für Landwirte*Landwirtinnen und Grundeigentümer*innen abfedern. Ein Transformationspfad für Moore wurde bereits vorgelegt (Tanneberger et al. 2021) und sollte in einem nächsten Schritt nach regionalen Leitbildern konkretisiert werden. Während beim Kohleausstieg die Gebäudesanierung als neuer Wirtschaftssektor identifiziert und unterstützt wird, kann der Ausstieg aus der Moor-Entwässerung ein Einstieg in die Paludikultur bedeuten.

Die Erarbeitung der nationalen Moorschutzstrategie (BMU 2021) fand unter ausgiebiger Beteiligung von Fachleuten und der Berücksichtigung von über 2.000 Stellungnahmen statt³⁵. Die Strategie beruht auf dem Leitprinzip der Freiwilligkeit, während diverse Experten*Expertinnen davon ausgehen, dass nur über (zukünftige) ordnungsrechtliche Maßnahmen beziehungsweise die Bepreisung der Emissionen ausreichend THG-Emissionen von Moorböden reduziert werden können (Grethe et al. 2021, Isermeyer et al. 2019). Die Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz unter Federführung des BMEL hat ebenfalls die Freiwilligkeit als obersten Grundsatz und auch hier wird als Minderungsziel genannt, die jährlichen Emissionen aller, nicht nur landwirtschaftlich genutzter Moorböden von ca. 53 Mio. t CO₂-Äq.(2019) um 5 Mio. t CO₂-Äq. bis zum Jahr 2030 zu senken, sofern ausreichend Mittel für die Finanzierung bereitgestellt werden (BLZV 2021). Die Zielvereinbarung ist ein wichtiger Schritt, damit Bundesmittel an die Länder fließen können. Offen ist, wie die Bund-Länder-Zielvereinbarung zeitnah zu flächenkonkreten Maßnahmen für den Moorbodenschutz im notwendigen Umfang beitragen wird.

Im Rahmen des Kohleausstiegs bezahlen die Steuerzahler*innen 69 – 93 € pro reduzierter Tonne CO₂ (69 – 93 Mrd. € bis 2038, Einsparung 55,5 Mio. t CO₂ pro Jahr). Die Bereitstellung von Steuergeldern für den Kohleausstieg ist das Ergebnis eines politischen Verhandlungsprozesses, die als Zahlungsbereitschaft der politischen Entscheidungsträger*innen für den Klimaschutz interpretiert werden kann. Unter der Annahme einer gleich hohen Zahlungsbereitschaft für die Vermeidung von THG-Emissionen aus Mooren, könnten bei einem Zeithorizont ab sofort bis 2038 (analog zum Kohleausstieg) 180 – 243 Mio. € für die Reduktion der THG-Emissionen in Höhe von 2,6 Mio. t pro Jahr eingesetzt werden.

³⁵ <https://www.bmu.de/download/oeffentlichkeitsbeteiligung-moorschutzstrategie>

2.4.3 Ausgestaltung der Honorierung erbrachter Leistungen für den Klimaschutz

2. Säule GAP-Förderung/Agrar-Umwelt- und Klimamaßnahmen

Parallel zu den (zukünftigen) Auflagen über die Konditionalität (GLÖZ 2), bietet die 2. Säule der GAP (ELER- Europäischer Landwirtschaftsfonds) Ansatzpunkte zur freiwilligen Umsetzung von Paludikultur, z. B. über AUKM für Wasserstandsanehebungen auf Moorböden (wie beispielsweise Moorschonende Stauhaltung in Brandenburg). Damit sie ihre Lenkungswirkung entfalten können, müssen die AUKM mit attraktiven Fördersätzen zur Anhebung der Wasserstände auf Moorflächen ausgestattet sein. Der erhöhte Arbeits- und Kostenaufwand, unter anderem für die Unterhaltung der wasserwirtschaftlichen Anlagen und Instandhaltung angepasster Bewirtschaftungstechnik könnten damit abgegolten werden. Zudem sollte der Klima- und Moorschutzbeitrag des Landnutzenden/-eigentümers honoriert werden. Um bereits jetzt klimafreundlich wirtschaftende Landwirtschaftsbetriebe nicht zu benachteiligen, ist eine flächenbezogene Honorierung (Hektar-Prämie) zielführend. Ebenso sind Zuschläge für Paludikulturflächen denkbar, auf denen Maßnahmen zur Umsetzung der WRRL beziehungsweise der Managementpläne für Natura-2000-Gebiete integriert werden (LM M-V 2017). Obwohl es Best practice-Beispiele gibt wie zielgerichtete AUKM, Investitionsbeihilfen für Wiedervernässung und weitere Förderoptionen der 2. Säule der GAP für den Moorbodenschutz eingesetzt werden können (Hirschelmann et al. 2020, Wichmann 2018), ist eine flächenrelevante Umsetzung auf Grund der begrenzten finanziellen Ausstattung und heterogener Ziele der 2.Säule-Förderung stark eingeschränkt. Daher ist die Nutzung von und gute Koordination mit weiteren Finanzierungsoptionen erforderlich.

Langzeitförderung und Finanzierung

Um die aktuell eintretende massive Wertminderung der Betriebsflächen auf Moor bei Wasserstandsanehebung zu berücksichtigen, muss eine Langzeitförderung (15 bis 20 Jahre oder mehr) möglich sein (Isermeyer et al. 2019), bevorzugt in einer jährlichen Auszahlung. Die Förderung könnte dabei degressiv verlaufen, mit höheren Fördersätzen zu Beginn, um Paludi-Pioniere finanziell zu würdigen und eine zeitnahe Umstellung auf Paludikultur auf geeigneten Flächen anzureizen, während noch eine Vielzahl von Hemmnissen Bestand haben. Zur Finanzierung von Klimaschutz durch Moorbodenschutz schlugen WBAE & WBW (2016) vor, einen festen Anteil des Europäischen Agrarbudgets (1. Säule) für den Moorschutz zu reservieren und zusätzlich auf nationaler Ebene ein äquivalentes Budget einzurichten (analog zu Waldklimafonds). Der Vorteil zweckgebundener Budgets besteht darin, dass die Konkurrenz von Klimaschutzziele mit anderen politischen Prioritäten ausgeschlossen werden und dass Klimaschutz in der politischen und öffentlichen Wahrnehmung gestärkt werde (Latacz-Lohmann et al. 2019). Sowohl der zu reservierende EU-Budgetanteil als auch das nationale (Ko-)Finanzierungsbudget müssen Förderzusagen über mehrere Finanzierungsperioden erlauben, um sowohl den langen Vorlaufzeiten (Finanzierung von Planung und Anfangsinvestition) als auch der erforderlichen Dauerhaftigkeit der Wasserstandsanehebungen gerecht zu werden (Latacz-Lohmann et al. 2019). Angesichts des zeitlich begrenzten mehrjährigen Finanzrahmens der EU sind hierfür angepasste Finanzierungsmodelle und gegebenenfalls die Übernahme von Bürgschaften seitens der Mitgliedsstaaten für Verpflichtungen nach Ende der EU-Finanzperioden erforderlich (Latacz-Lohmann et al. 2019).

Ausschreibungsverfahren und Auktionen für Fördermittelverteilung/ Kooperative Ansätze

Ausschreibungsverfahren können die Bereitstellung von Ökosystemleistungen auf Gebiets-ebene befördern und einen effizienten Mitteleinsatz begrenzter finanzieller Ressourcen sicherstellen. Sie können (müssen aber nicht) kooperativ angeboten werden, indem zum Beispiel Verbände (WBV, LPV, u. a.) Maßnahmen von Landbewirtschaftenden bündeln und Kooperationen koordinieren. Als Vorteile kooperativer Ansätze, wie sie in den Niederlanden bereits etabliert und für den Moorschutz besonders geeignet sind, sehen Latacz-Lohmann et al. (2019) Agglomerations- und Synergieeffekte bei gleichzeitiger Vereinfachung der verwaltungsmäßigen Abwicklung. Als zielführend für Ausschreibungsverfahren wurde während eines Experten*Expertinnenworkshop zum Thema GfP der Moorbodennutzung ein Menü aus Maßnahmen angesehen, aus welchem die Anbietenden auswählen können (Abel et al. 2016). Ein Überblick über Ausgestaltungsformen von Ausschreibungen und Auktionen von AUKM geben Freese et al. (2011). Ausschreibungsverfahren zur THG-Minderung auf EU-Ebene sowie ein Pilotprojekt zu Moorbodenschutz in den nördlichen und nordöstlichen Mitgliedsstaaten wurde vom WBAE & WBW (2016) vorgeschlagen, um die großen Unterschiede in den Vermeidungskosten zwischen einzelnen Staaten, Regionen und Betrieben als Chance für kosteneffizienten Klimaschutz zu nutzen.

Vertragsklimaschutz

Angelehnt an den Vertragsnaturschutz könnte ein „Vertragsmoorschutz“ eher zu realisieren sein als neue AUKM. Über den Vertragsnaturschutz können in vielen Bundesländern mehr Varianten und Preisstaffelungen angeboten werden, um Maßnahmen an individuelle Situationen anzupassen (mündl. Mitteilung J. Freese im Rahmen eines Experten*Expertinnenworkshops „Moorschutz in der GAP“, 21.4.2020). Jensen (2015) schlägt ein Modulsystem vor, dass Klimaschutz und Naturschutz auf Mooren kombiniert. Es besteht aus einem Basisschutz I mit wenigen Auflagen und geringer Förderung, einem Modul II für den Vertragsnaturschutz mit Fokus auf Naturschutzziele und einem Modul III für Vertragsklimaschutz mit Fokus auf Wasserstandsanhebungen. Die Höhe der Prämie kann sich danach richten, wie hoch die Emissionseinsparung bei Änderung der Landnutzung ist (CO₂-Prämie). Eine direkte Messung der THG-Emissionen ist jedoch aufwändig und aus Kostengründen nicht zu realisieren. Hier sind für die Emissionsabschätzung Proxys wie Wasserstandsmessungen und/oder die Kartierung von Vegetationsformen möglich.

Erwerb von Vernässungsrechten

In Schleswig-Holstein wurden im Jahr 2019 3 Mio. Euro in den Moorschutzfond der Stiftung Naturschutz eingespeist, um unter anderem Moore wiederzuvernässen und Acker auf Moorböden in Grünland umzuwandeln. Zudem sollen Landwirte gefördert werden, die landwirtschaftlich genutzte Moore bei hohen Wasserständen bewirtschaften (dpa 2019). Um zügige Emissionsreduktionen mittels Wasserstandsanhebung zu erreichen, sind Flächenverfügbarkeit beziehungsweise -zugriff entscheidend. In Schleswig-Holstein ist ein Klimapunktekonzept entwickelt worden, welches auf den Erwerb von Vernässungsrechten fokussiert, statt auf den Flächenankauf (pers. Mitteilung W. Hemmerling im Rahmen des Experten*Expertinnenworkshops „Moorschutz in der GAP“, 21.4.2020).

2.4.4 Marktbasierte Anreize und Instrumente

Vermarktung von klimafreundlichen Produkten mittels Produktlabel

Neben der „Grundfinanzierung“ des erhöhten Arbeits- und Investitionsaufwands nasser Moorbewirtschaftung über öffentliche Mittel (AUKM, Vertragsklimaschutz) könnte die Klimaschutzleistung über einen marktbasieren Anreiz als Top-Up ein zusätzliches Einkommen ermöglichen, ähnlich dem Ökolandbau. Dabei bekommen die Betriebe über staatliche Programme ihren Mehraufwand beziehungsweise Minderertrag ausgeglichen und über die Vermarktung von ökologischen (klima-freundlichen/klimapositiven) Erzeugnissen können anerkannte Betriebe ihre Erzeugnisse teurer verkaufen als konventionelle (klimaschädlichere) Produkte (Rühs & Stein-Bachinger 2019).

Naturschutzzertifikate

Die oben genannte Top-Up-Prämie für klimafreundliche Produkte kann neben Preisaufrühen beziehungsweise der Vermarktung mit Produktlabel, welche die Einhaltung von Klimaschutzkriterien bei der Herstellung von Produkten garantieren, auch über (andere) crowdfunding Ansätze erzielt werden. Dabei kann die Finanzierung einer Leistung entkoppelt sein vom erzeugten Produkt beziehungsweise der Menge der erzeugten Produkte. Beispiel hierfür sind Naturschutzzertifikate, bei dem der landwirtschaftliche Betrieb aus einem Katalog Maßnahmen auswählt, um eine bestimmte Punktschme für das Naturschutzzertifikat zu erreichen (vgl. Rühs & Stein-Bachinger 2019). Das Zertifikat reizt damit verstärkt an, sich an staatlich finanzierten Naturschutzprogrammen zu beteiligen und zudem auch Maßnahmen durchzuführen, die wirksam sind aber nicht Bestandteil staatlicher Förderungen. Über den Online-Marktplatz AgoraNatura³⁶ werden Naturschutzzertifikate angeboten, die ökologische Leistungen – unter anderem auch Klimaschutz – honorieren.

MoorFutures®

MoorFutures® sind nicht handelbare Kohlenstoffzertifikate, mittels derer Wasserstandshebungen finanziert werden und die damit eingesparten Emissionen auf dem freiwilligen Markt verkauft werden. Obwohl MoorFutures® konzeptionell nicht auf die weitere Bewirtschaftung vernässter Moore ausgelegt sind, erlauben sie ausdrücklich die weitere land- und forstwirtschaftliche Nutzung.

Einbindung von Moorböden in ein Emissionshandelssystem

Gute Chancen für schnelle Wasserstandshebungen sehen Isermeyer et al. (2019) in einem Handlungspaket zur konkreten Ausgestaltung im Rahmen eines (zunächst nationalen) Emissionshandelssystems: Der Staat bezieht alle Moorböden in den Emissionshandel ein und für einen bestimmten Zeitraum bekommen die Grundeigentümer*innen kostenlose Emissionsrechte zur Verfügung gestellt. Diese können sie entweder für die Aufrechterhaltung der Entwässerung nutzen oder (mit einem gesicherten Mindestpreis) verkaufen, wenn sie den Wasserstand anheben/angehoben haben. Grundeigentümer*innen dürfen die Moorstandorte unter Einhaltung einer GfP für Moorböden für Paludikultur nutzen. Per Verordnung soll ein Verfahren festgelegt werden, wenn Sperrflächen eine Wasserstandshebung verhindern. Mit der Aufnahme der Moorböden in ein (zunächst nationales) Emissionshandelssystem entsteht Planungssicherheit und ein langfristiges Finanzierungssystem für die Landwirte. Die Flächen bleiben im Privateigentum und die Eigentümer*innen/Nutzenden entscheiden über die Art der (angepassten) Nutzung.

³⁶ <https://agora-natura.de/>

Klimaschutzflächenprämie und CO₂-Steuer (Bonus – Malus)

Alternativ zur Einbindung von Moorböden in ein Emissionshandelssystem diskutieren Isermeyer et al. (2019) eine langfristig gesicherte Klimaschutzflächenprämie für Flächen mit hohen Wasserständen und eine geplante CO₂-Besteuerung auf weiterhin entwässerten Moorstandorten ab einen bestimmten Zeitpunkt (z. B. 2040). Die Verbindung von Klimaschutzprämie (Bonus) und CO₂-Steuer (Malus) hätte ähnliche finanzielle und rechtliche Auswirkungen auf den*die Grundeigentümer*in wie die Emissionsrechte-Regelung, jedoch ist der*die Landwirt*in über die Prämie und Besteuerung „gefühlter“ mehr vom Staat abhängig, während Emissionsrechte am Markt Erlöse für das Produkt Klimaschutz erzielen. Box 4 stellt das etablierte EEG-Förderinstrument möglichen Ansätzen für eine Förderung von Paludikultur gegenüber, die als Bonus in einem Bonus-Malus-System ausgearbeitet werden könnten.

Box 4: EEG-Förderung versus Paludikultur-Bonus

Ein Vergleich mit der etablierten Förderung von Erneuerbaren Energien zeigt zwei wesentliche Stellschrauben auf: (1) Eine gesetzlich festgelegte vorrangige Abnahme des erzeugten Stromes aus Erneuerbaren Energien sichert den Marktzugang für das Produkt (= Strom) ab. (2) Die gesetzlich festgelegte Vergütung von eingespeistem Strom aus Erneuerbaren Energien sichert über 20 Jahre einen Erlös für das erzeugte Produkt. Diese beiden Faktoren führten zu einer hohen, in der Landwirtschaft bis dato unbekanntenen Planungssicherheit, die betriebliche Investitionen ermöglichte. Strom stellt dabei ein homogenes und etabliertes Produkt dar, das sich im Hinblick auf die Verwendbarkeit nicht nach seiner Herkunft aus Erneuerbaren Energien oder aus der Verstromung fossiler Energieträger unterscheiden lässt. Dem gegenüber sind Rohstoffe aus Paludikultur heterogen. Diese können (perspektivisch) zu verschiedenen Produkten verarbeitet beziehungsweise in bestehende und gegebenenfalls anzupassende Produktionsverfahren eingespeist werden, für die bereits Märkte bestehen: z. B. Wärme, Bau- und Dämmstoffe, Papier, Kunststoffe. Durch die Wiedervernässung und die Umstellung auf Paludikultur können landwirtschaftliche Betriebe zudem die honorierungswürdige Ökosystemleistung „Klimaschutz“ bereitstellen, welche über die homogene Einheit „reduzierte Tonnen CO₂“ quantifizierbar und etabliert ist. Die Förderung und Absicherung des Marktzuganges für Paludikultur-Produkte würde Planungssicherheit für die landwirtschaftlichen Betriebe herstellen und damit Investitionen in die Umstellung auf Paludikultur initiieren. Dies könnte zum Beispiel darüber erfolgen, dass die gesamte Klimabilanz von Produkten vorrangig berücksichtigt wird und damit Produkte aus Paludikultur einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Produkten mit einem höheren ökologischen Fußabdruck (*carbon footprint*) haben. Zudem erscheint eine Kombination von Investitions- und Innovationsförderung auf Projektebene mit dem Instrument einer Klimaschutzprämie oder CO₂-Steuer für Moorböden sinnvoll. Hierbei würde die Produkteigenschaft „bodenbürtiger Klimaschutz“ von Paludikultur-Produkten entkoppelt und honoriert, während weitere Eigenschaften von Paludikultur-Produkten, wie die Festlegung von Kohlenstoff in langlebigen Produkten und gegebenenfalls der Ersatz von fossilen Rohstoffen, weitere Klimaschutzleistungen des Produktes darstellen. Dieses „Insetting“ – das heißt die Einsparung von Emissionen innerhalb des Produktionsprozesses – wird von Unternehmen zunehmend beachtet (vgl. zum Beispiel International Platform for Insetting³⁷).

³⁷ <https://www.insettingplatform.com/>

Regionales Handelssystem für Wärmezertifikat aus Paludikultur

Paludi-Biomasse hat eine geringe Energie-Dichte und ist ohne Veredelung nur bedingt transportwürdig. Ein Ansatz besteht darin, die Biomasse nicht tatsächlich zu transportieren, sondern die daraus erzeugte Wärme virtuell über ein regionales Handelssystem für Wärmezertifikate zu vermarkten und so den Anteil erneuerbarer Wärme im Gesamtsystem zu erhöhen.

Würden Gebäudeeigentümer*innen ihre Nutzungspflicht an erneuerbarer Wärme gemäß § 10 Abs. 2 Nr. 3 GEG übererfüllen, könnten sie über einen aufzusetzenden regionalen Zertifikatehandel Anteile an andere Gebäudeeigentümer*innen verkaufen, die ebenfalls der Nutzungspflicht unterliegen (Doderer et al. 2016).

2.4.5 Bewertung ausgewählter Instrumente

Folgende Auswahl der oben genannten anreizbasierten Instrumente werden in Schäfer et al. (2022) auf ihre Anwendbarkeit und Wirksamkeit für die Umsetzung von Paludikultur geprüft und priorisiert und gegebenenfalls notwendige Anpassungen benannt:

- ▶ Ausgestaltung der Gemeinsamen Agrarpolitik
- ▶ Einbindung von Moorböden in den Handel mit Treibhausgasen
- ▶ Bonus-Malus-System aus Klimaschutzprämie und CO₂-Steuer
- ▶ Produktlabel und -zertifikate
- ▶ Regionales Handelssystem für Wärmezertifikate aus Paludikultur
- ▶ Innovations- und Investitionsförderung
- ▶ Moorklimaschutzfonds.

Damit die finanziellen Anreize greifen können, ist neben der finanziellen Ausstattung der Instrumente wichtig, dass betriebliche Entscheidungsträger*innen deutliche Signale und Planungssicherheit für die Umstellung auf Paludikultur erhalten.

3 Kosten der Wiedervernässung und der Umstellung auf Paludikultur

3.1 Kostenpositionen und Datengrundlage

Die Kosten der Umstellung auf Paludikultur umfassen zunächst die Wiedervernässung (Kapitel 3.2) und im Fall von Anbau-Paludikulturen die Bestandeseinrichtung (Kapitel 3.3.1). Zudem sind die Kosten von Management und Ernte (z. B. Einsatz von Spezialtechnik; Kapitel 3.3.2) zu berücksichtigen. Der Aufbau geeigneter Verwertungslinien und die Markterschließung für die Biomasse aber auch die Kommodifizierung ökologischer Leistungen ist ebenfalls mit Kosten verbunden (Kapitel 3.3.3).

Die Datenverfügbarkeit speziell für landwirtschaftliche Paludikulturverfahren ist bisher sehr limitiert, da die Anzahl von Paludi-Pilotflächen gering ist. Oft sind auf Grund kleiner Flächen sowie halb-manueller Einrichtung keine sinnvollen Kostendaten ableitbar und nur in Einzelfällen wurden ökonomische Daten (Planungs- und Genehmigungskosten, Zeitbedarf, Maschineneinsatz) tatsächlich erhoben. Für die Biomasse sind nur vereinzelt etablierte Verwertungswege und Märkte vorhanden. Somit besteht derzeit noch ein Wissensdefizit in Deutschland, aber auch in anderen Ländern (z. B. Niederlande, Belgien, Österreich, Großbritannien, Baltische Staaten, etc.).

Um dennoch Kostenschätzungen für großflächige Wasserstandshebungen durchführen zu können, wurden Erfahrungsträger*innen von herkömmlichen Wiedervernässungsmaßnahmen (Landgesellschaften, Behörden, Staatliche Moorverwaltung, Naturschutzverbände, Planungsbüros etc.) befragt. Kosten für spezifische land- und forstwirtschaftliche Paludikultur-Verfahren wurden aus Literaturangaben sowie unveröffentlichte Erfahrungen und Daten aus laufenden Vorhaben berücksichtigt. Aus einzelwirtschaftlicher Perspektive sind letztlich die Opportunitätskosten entscheidend, das heißt, inwiefern sich der Gewinn (kurzfristig der Deckungsbeitrag, langfristig das Betriebseinkommen) durch Umstellung auf Paludikultur im Vergleich zu den herkömmlichen Produktionsverfahren auf entwässerten Moorböden gegebenenfalls verringert. Hierbei sind regionale und betriebliche Unterschiede der aktuellen Moorbodennutzung zu beachten (Kapitel 3.4).

Die ermittelten Kosten dürfen entsprechend nicht als allgemeingültige Werte verstanden werden. Dargestellt sind vielmehr relevante Kostenpositionen, der bisherige Wissensstand, Dimensionen der anfallenden Kosten sowie Unterschiede in Abhängigkeit von Standort, Ausgangssituation und der angestrebten Paludikultur. Eine Verbesserung der Datengrundlage durch die Verifizierung von Kostendaten, das Schließen von Wissenslücken und Langzeiterfahrungen wird neben herkömmlichen F+E-Vorhaben nicht zuletzt durch 10jährige Pilot-, Modell- und Demonstrationsvorhaben möglich werden, die 2022/2023 mit Förderung der Bundesumwelt- und -landwirtschaftsministerien beginnen.

3.2 Wiedervernässungskosten

Die Kosten für die Wiedervernässung können aufgrund der beschränkten Informationen nur ansatzweise abgeschätzt werden. Einige der in Tabelle 4 aufgelisteten Kostenbestandteile sind schwierig zu quantifizieren oder nicht direkt ausgabenwirksam, wie die vorbereitende und projektbegleitende Koordination und Kommunikation von Wiedervernässungsprojekten sowie die hoheitlich anfallenden Aufgaben durch Behörden (z. B. Naturschutzbehörde) und in die Verfahren eingebundene Träger öffentlicher Belange. Neben den wasserwirtschaftlichen Maßnahmen für die Wiedervernässung müssen gegebenenfalls weitere Kosten für die Instandsetzung (z. B. Deiche, Schöpfwerke) und auch Kosten für infrastrukturelle Erschließungsmaßnahmen (z. B. Wegebau, Wendeplätze, Überfahrten) kalkuliert werden (siehe Kapitel 3.3.1). Die Umsetzung der Maßnahmen für Moorschutz und Paludikultur wird generell auf Flächen erfolgen, die derzeit noch landwirtschaftlich genutzt werden und wo nach der Wiedervernässung eine nasse Nutzung etabliert wird. Flächenerwerb oder Ausgleichszahlungen betreffen vor allem Teilflächen, die nach Wiedervernässung vollständig tief überstaut und auch in Paludikultur nicht weiter genutzt werden können. Darüber hinaus müssen gegebenenfalls entstehende Nutzungseinschränkungen auf Nachbarflächen berücksichtigt werden.

Tabelle 4: Kostenbestandteile für Wiedervernässung ohne Nutzung und mit Paludikultur

Kosten	Wiedervernässung		Quantifizierung
	ohne Nutzung	mit Paludikultur	
Koordination und Kommunikation	✓	✓	schwierig
Recherche und Untersuchungen	✓	✓	VOB / HOAI*
Maßnahmenplanung	✓	✓	VOB / HOAI*
Flurneueordnung	✓	?	teilweise Kosten des Verfahrens
Flächenerwerb / Erwerb von Vernässungsrecht (z. B. Ausgleich mit Absicherung über Grundbucheintrag)	✓	?	gegebenenfalls Verlust landwirtschaftlicher Nutzfläche nach Wiedervernässung
Planfeststellung / Plangenehmigung	✓	?	schwierig
Naturschutzfachliche Prüfungen	✓	?	schwierig
Bauliche Umsetzung	✓	✓	Bau- / Rückbaukosten
Erschließungsmaßnahmen		✓	Baukosten bei (geregelter) Paludikultur
Erfolgskontrolle, Monitoring	✓	✓	grundsätzlich möglich

* VOB - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure.

Quelle: nach Schäfer 2016

Die Quantifizierung der Wiedervernässungskosten und eine flächendeckende Hochrechnung der Kosten für die Etablierung der Paludikultur kann näherungsweise anhand von bereits realisierten Projekten erfolgen, die allerdings vornehmlich naturschutzfachlich motiviert umgesetzt wurden. Hierfür wurde die spärlich vorhandene Literatur gesichtet und einschlägig bekannte Experten*Expertinnen in den moorreichen Regionen in Deutschland befragt. Im Ergebnis wurde deutlich, dass in Deutschland in der Vergangenheit zwar Restaurierungsprojekte durchgeführt wurden, systematische Erhebungen zu den Kosten aber nur ansatzweise vorhanden sind. Auch ist die Qualität der Angaben sehr unterschiedlich, weil viele der Befragten zwar sehr gute Kenntnisse über die praktische Umsetzung der Maßnahmen haben, aber über keine beziehungsweise kaum abgesicherte Informationen zu den Kosten, geschweige denn zu den einzelnen Kostenbestandteilen verfügen. Einige befragte Experten*Expertinnen legten die Kosten nicht offen.

Eigene Erhebungen aus einem vorangegangenen Projekt zeigen, dass die flächenbezogenen Planungs- und Baukosten von Projekten, die vor 2003 in Mecklenburg-Vorpommern und in Brandenburg durchgeführt wurden, vor allem vom Flächenumfang bestimmt wurden (Schäfer 2016) und die ersten Wiedervernässungsprojekte in Mecklenburg-Vorpommern aufgrund ihrer spezifischen Situation ohne aufwändige Planungsverfahren (z. B. Deichbruch im Anklamer Stadtbruch nach einem Sturmhochwasser im November 1995) zu sehr niedrigen Kosten realisiert werden konnten. Weiterhin ist bei der Interpretation der in der Tabelle 5 angeführten Kosten zu bedenken, dass die Planung in den vornehmlich naturschutzfachlich motivierten Projekten oft sehr umfangreiche fachliche Kartierungen und Maßnahmen (z. B. Gehölzentfernung bei Hochmoorprojekten) beinhalten, die hohe Kosten verursachen. Bei der Zielstellung einer nassen land- und forstwirtschaftlichen Nutzung sind sie gerade für Flächen außerhalb von Schutzgebieten und ohne geschützte Biotop nur in geringerem Umfang erforderlich.

Tabelle 5: Planungs- und Baukosten von Wiedervernässungsprojekten

Nr.	Land	Projekt	Zielstellung	Fläche ha	Kosten (2019) € je ha
1	Mecklenburg-Vorpommern	Müritz Nationalpark, 127 kleinere Moore	Moorschutz	1.900	1.065
2	Brandenburg	Rhinluch (Kostenschätzung)	Paludikultur	193	1.248
3	Mecklenburg-Vorpommern	17 Projekte über 100 ha	Moorschutz	6.498	1.941
4	Mecklenburg-Vorpommern	Polder Kieve	Klimaschutz	65	2.688
5	Mecklenburg-Vorpommern	14 Projekte bis 100 ha	Moorschutz	837	2.834
6	Brandenburg	Blindower Wiesen (Kostenschätzung)	Paludikultur	130	3.577
7	Mecklenburg-Vorpommern	47 FöRiGeF-Projekte	Moorschutz	15.456	3.615
8	Mecklenburg-Vorpommern	Landgrabental	Naturschutz (PIK)	507	3.787
9	Brandenburg	6 Projekte >20 ha (Kostenschätzung)	Moorschutz	658	3.948
10	Mecklenburg-Vorpommern	Koblentzer Seewiesen	Naturschutz (PIK)	500	4.789
11	Mecklenburg-Vorpommern	13 FöRiGeF-Projekte	Moorschutz	2.257	2.874
12	Brandenburg	Sernitzmoor	Naturschutz	400	7.728
13	Bayern	99 Einzelprojekte	Moorschutz	117	8.887
14	Bayern	Dattenhauser Ried	Moorschutz	80	11.574
15	Mecklenburg-Vorpommern	Schatz an der Küste	Naturschutz	195	16.500
16	Baden-Württemberg	Moore mit Stern	Naturschutz	51	17.178
17	Niedersachsen	Hangmoor Wildenkiel	Gewässerschutz	72	17.555
				29.916	3.262

Quellen: Eigene Berechnungen nach 1) Rowinsky & Kobel (2011), 2) Hoffmann et al. (2020), 3) und 4) Angaben der Koordinierungsstelle Moorschutz (ohne Jahr), 5) Landgesellschaft M-V (2007, pers. Mitteilung), 6) Hasch et al. (2012), 7) Landgesellschaft M-V (2011), 8) und 10) Berthold Voss (2019, pers. Mitteilung; DEGES), 9) Dietmar Mehl (2013, pers. Mitteilung, Biota, Institut für ökologische Forschung und Planung), 11) Landgesellschaft M-V (2020, pers. Mitteilung), 12) Benjamin Herold (2020, pers. Mitteilung) 13) Feichtinger (2012), 14) Alois Kapfer (2020, pers. Mitteilung), 15) Ostseestiftung (2019, pers. Mitteilung), 16) NABU Baden-Württemberg (2018), 17) <https://projektatlas.europa-fuer-niedersachsen.de/foerderprojekte/wiedervernaessung-des-hangmoores-am-forstort-wildenkiel/>.

Aus methodischer Sicht ist schließlich noch zu beachten, dass die Angaben zu den in der Vergangenheit angefallenen Kosten bei den in der Tabelle 5 aufgeführten Projekten mit den sektorspezifischen Preisindizes des Statistischen Bundesamtes (2020) für die Bauwirtschaft nach dem Laspeyres-Index deflationiert (Bleymüller et al. 2019) wurden, um eine preisbereinigte und damit vergleichbare Größe für alle Projekte für das Jahr 2019 zu erhalten. Da die Projekte in der Regel über mehrere Jahre geplant und umgesetzt wurden und die Angaben zu den Ausgaben nicht in Jahresscheiben vorliegen, wurde bei der Berechnung der laufenden Preise vereinfachend das mittlere Jahr als Bezugsjahr genutzt.

Die flächenbezogenen Planungs- und Baukosten der Projekte in der Tabelle 5 enthalten keine Kosten für den Flächenerwerb und laufende Kosten für die Unterhaltung, Wartung und Pflege der technischen Einrichtungen. Die ausgewiesenen Kosten zeigen eine große Spannweite, auf die nachfolgend eingegangen werden soll. Obwohl in der Tabelle auch kleinere Wiedervernässungsprojekte aufgeführt wurden, ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten, dass für die Anlage von Paludikulturen eher größere Flächen (über 50 ha) in Frage kommen.

Bei den Wiedervernässungsprojekten im Müritznationalpark in Mecklenburg-Vorpommern (**Nr. 1**) handelt es sich um 127 kleinere Moore mit einem Flächenumfang von ca. 1.900 ha. Für die Wiederherstellung eines natürlichen Wasserhaushaltes wurden unter anderem etwa 140 Grabenverschlüsse errichtet und alle ehemals vorhandenen 5 Schöpfwerke rückgebaut. Die flächenbezogenen Kosten sind sehr niedrig, weil der Wasserstand seit der Nationalparkgründung in vielen Mooregebieten erhöht wurde und die Vernässung von tiefliegenden Moorflächen sowie von Durchströmungsmooren relativ einfach durchführbar ist und mit geringen baulichen Aufwendungen eine vergleichsweise große Fläche wiedervernässt werden konnte (Rowinsky & Kobel 2011).

Die Auswertung von 31 Wiedervernässungsmaßnahmen (**Nr. 3 und 5**), die vor 2003 in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt wurden, machte deutlich, dass die Planungs- und Baukosten insbesondere vom Flächenumfang abhängig waren. Dieser Aspekt der kostensenkenden Skaleneffekte ist hier besonders hervorzuheben, weil bei der Anlage von Paludikulturen mit zunehmendem Flächenumfang die Wirtschaftlichkeit verbessert und damit auch die CO₂-Vermeidungskosten gesenkt werden können.

In diesem Zusammenhang sind die beiden Paludi-Projekte (**Nr. 2 und 6**) aus Brandenburg interessant, für die eine Kostenschätzung durchgeführt wurde. Bei den Kosten eines Projektes im brandenburgischen Rhinluch (Nr. 2) handelt es sich um eine Kostenschätzung, die im Rahmen eines hydrologisch-technischen Gutachtens zur Etablierung von Demonstrationsflächen für Rohrkolben-Paludikultur zwischen den Ortschaften Langen, Wustrau, Zietenhorst, Hakenberg und Tarmow im Nordwesten Brandenburg durchgeführt wurde. Die Kostenschätzung umfasst die Planungs- und Baukosten für zwei Flächen mit einem Umfang von 193 ha. Die detaillierte Aufstellung der Planungskosten beinhaltet neben der Objektplanung auch naturschutzfachliche Untersuchungen und weitere Kostenbestandteile, wie eine Kampfmittelondierung und die denkmalpflegerische Begleitung der Maßnahmen (Hoffmann et al. 2020). Der Anteil der Planungskosten an den in Tabelle 5 ausgewiesenen Gesamtkosten bewegt sich im üblichen Rahmen und beträgt etwa ein Drittel der Gesamtkosten.

Bei dem zweiten Paludi-Projekt in den Blindower Wiesen im Uckertal bei Prenzlau (**Nr. 6**) handelt es sich ebenfalls um eine Kostenschätzung einer geplanten Wiedervernässungsmaßnahme auf einer 130 ha großen Fläche, an die weitere, an die vernässten Flächen angrenzende, vorhandene Schilfbestände mit einem Flächenumfang von 192 ha genutzt werden sollten. Die Maßnahme, die vor allem aus Gründen des Artenschutzes (potenzielle Ansiedlung des Seggenrohrsängers (*Acrocephalus paludicola*)) geplant wurde und auch explizit eine Nutzung der Schilfbestände vorsah, wurde bislang noch nicht umgesetzt. Die geschätzten Kosten umfassen auch die Erschließung für die landwirtschaftliche Nutzung der Schilfbestände. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Kostenbestandteile: Wegebau, wasserbauliche Maßnahmen, Errichtung einer Pontonbrücke, Ingenieurleistungen und die Ersteinrichtung sowie Entschädigungsleistungen (Hasch et al. 2012).

Die Planungs- und Baukosten für den im Rahmen der MoorFutures® wiedervernässten Polder Kieve in Mecklenburg-Vorpommern (**Nr. 4**) liegen mit 2.688 € je ha im unteren Bereich. Die Landesgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern hat im Rahmen der „Richtlinie zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewässern und Feuchtlebensräumen“ (FöRIGeF) im Zeitraum 2009 bis 2011 47 Projekte (Nr. 7) auf einer Fläche von insgesamt 15.456 ha umgesetzt. Hier lagen die durchschnittlichen Kosten in Höhe von 3.615 € je ha im mittleren Bereich. Im Unterschied zu den bereits realisierten Maßnahmen handelt es sich bei den sechs Projekten (Nr. 9) in Brandenburg um Kosten für geplante Wiedervernässungsmaßnahmen, die nach Kostenschätzungen beziehungsweise gemittelten Baupreisen aus den Jahren 2012/2013 kalkuliert wurden.

Bei dem Projekt im Landgrabental (**Nr. 8**) zwischen Rebelow und Zinzow handelt es sich um eine Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme mit der unter der Trägerschaft der DEGES³⁸ die Kompensationsverpflichtungen aus dem ca. 45 km langen Streckenabschnitt Jarmen-Neubrandenburg der Autobahn A 20 erbracht werden sollen. Mit der produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahme sollen geeignete Lebensräume für die beeinträchtigten Arten und Artengemeinschaften geschaffen, naturraumtypische Biotopstrukturen entwickelt und die Wasserstands- und Bodenverhältnisse durch Rückbau von Entwässerungseinrichtungen verbessert werden. Die Umsetzung der aufwändigen Kompensationsmaßnahme erfolgte 2007 durch den Einbau von Grabenverschlüssen, die vollständige Verfüllung des Fanggrabens und die Untergliederung des Talraumes in 9 wasserstandsmäßig voneinander unabhängige Becken durch Errichtung von Verwallungen aus Moorerde (Parakenings & Vegelin 2012).

Bei dem Projekt in den Koblentzer Seewiesen (**Nr. 10**) im Landkreis Uecker-Randow handelt es sich ebenfalls um eine produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme der DEGES für den 45 km langen Streckenabschnitt Neubrandenburg-Pasewalk der Bundesautobahn A 20. Ziel der Kompensationsmaßnahme ist die Schaffung geeigneter Habitate für die Ansiedlung von Wiesenbrütern und von Nahrungshabitaten für den Schreiadler. Dafür wurden im Frühjahr 2005 umfangreiche Erd- und Wasserbaumaßnahmen zur Sicherung des Seewasserspiegels und zur Vernässung des Moores in den 500 ha großen Seewiesen durchgeführt. Die Maßnahmen umfassten unter anderem den Anstau von Entwässerungsgräben sowie die Anhebung des Wasserspiegels im Großen und Kleinen Koblentzer See. Für die extensive landwirtschaftliche Beweidung mit Mutterkuhherden (Angus-Rinder) wurde das gesamte Gebiet und innerhalb des Gebietes drei große Beweidungsräume auf einer Länge von 30 Kilometer mit hütensicherem Weidezaun und 4 Viehsperren eingezäunt. Die Planungs- und Baukosten einschließlich der Kosten für den Zaunbau betragen 4.789 € je ha.

³⁸ Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH.

In Mecklenburg-Vorpommern wurden in der Förderperiode 2007 – 2013 mit Mitteln der EU und des Landes 15 Projekte auf einer Gesamtfläche von 2.732 ha umgesetzt. Ziel der Projekte war die Erhöhung von Grundwasserständen beziehungsweise die Wiedervernässung von tief entwässerten Mooren (MLUF o. J.). Von der Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern wurden als Projektträger 13 Projekte (**Nr. 11**) mit einem Flächenumfang von 2.257 ha umgesetzt. Die Maßnahmen wurden von 2008 – 2015 im Rahmen der Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewässern und Feuchtlebensräumen (FöRiGeF) aus Mitteln des ELER-Programmes der EU in einem Umfang von 7,5 Mio. € finanziert. Bei den von der Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern umgesetzten Projekten entfielen 21 % auf die Planungskosten (einschließlich Vermessung, Baugrund, hydrologische Untersuchungen etc.), 45 % auf die Baukosten und 34 % für die Flächenbereitstellung. Die flächenbezogenen Planungs- und Baukosten belaufen sich im Durchschnitt auf 2.874 €₂₀₁₉ je ha. Davon entfallen 932 €₂₀₁₉ je ha (32 %) auf die Planungskosten und 1.942 €₂₀₁₉ je ha (68 %) auf die Baukosten. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei vier Projekten im Polder Bargischow, im Grambower Moor und im Teufelsmoor um bereits finanzierte Planungen für größere Projekte handelt, die in der Förderperiode jedoch nur zum Teil umgesetzt wurden. Daraus resultieren gegenüber den anderen Projekten überproportional hohe Planungskosten. Bei zwei FöRiGeF-Projekten ist nach der Wiedervernässung explizit eine weitere landwirtschaftliche Nutzung auf Teilflächen vorgesehen. Im Polder Malchin-West im Peenetal südwestlich des Kummerower Sees, nördlich von Malchin, erfolgt auf einer Fläche von 37 ha eine naturnahe Entwicklung und auf einer Fläche von 83 ha wurden artenreiche Feuchtgrünländer etabliert. Die Planungs- und Baukosten liegen hier bei 1.857 €₂₀₁₉ je ha. Im kleinen Landgrabental südöstlich von Altentreptow erfolgt im Naturschutzgebiet Waidmannslust auf einer Fläche von 67 ha eine naturnahe Entwicklung und auf 31 ha eine Nutzung als artenreiches Feuchtgrünland. Die Planungs- und Baukosten liegen hier bei 4.801 €₂₀₁₉ je ha.

Im EU-Vogelschutzgebiet Schorfheide-Chorin in Brandenburg wurde für die Verbesserung der Brut- und Nahrungshabitate für den Schreiadler (*Clanga pomarina*), den Wachtelkönig (*Crex crex*) und den Seggenrohrsänger (*Acrocephalus paludicola*) eine umfangreiche Renaturierungsmaßnahme durchgeführt (**Nr. 12**). Insgesamt wurden in dem Projekt 7,85 Mio. € verausgabt (MLEUL Brandenburg 2019). Darin enthalten sind zahlreiche Ausgaben, die durch die naturschutzgeprägte Zielstellung des Projektes verursacht wurden. Dazu gehören beispielsweise Finanzmittel für die Flächensicherung, umfangreiche naturschutzfachliche Erhebungen, die Durchführung von Informationsveranstaltungen sowie die Einrichtung von Naturlehrpfaden. Die Planungs- und Baukosten für die Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes und zur Renaturierung von Mooren auf einer Fläche von ca. 400 ha betragen 7.728 €₂₀₁₉ je ha. Die relativ hohen Kosten begründen sich mit der Lage der Projektfläche um die Ortschaft Greiffenberg und damit einem größeren Aufwand für sicheres Planen sowie mit spezifischen Maßnahmen im Sernitz-Moor, speziell die aufwändige Neuanlage und Verfüllung des Flussbettes (schriftliche Mitteilung vom 28.2.2020, Benjamin Herold). Generell kann man davon ausgehen, dass der Planungsaufwand in Siedlungsnähe höher ist als in der freien Landschaft, obwohl auch dort infrastrukturelle Einrichtungen einen höheren Planungsaufwand verursachen können.

Bei dem Niedermoorprojekt (**Nr. 14**) im Dattenhauser Ried im Landkreis Dillingen an der Donau wurde 2012 im ersten Bauabschnitt eine Teilfläche von 80 ha durch die Anstauung von Gräben und die Errichtung von Spundwänden wiedervernässt. Aufgrund fehlender Informationen können diese vergleichsweise hohen Kosten (9.375 €₂₀₁₉ je ha) für den ersten Bauabschnitt hier leider nicht weiter betrachtet werden. Im Mai 2019 fiel der Startschuss für einen weiteren Bauabschnitt, bei dem in den nächsten fünf Jahren rund 2 Mio. € für Restaurierungsmaßnahmen mit Kofinanzierung aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) zur Verfügung gestellt werden.

Bei den in der Tabelle aufgeführten Projekten aus Süddeutschland und aus Niedersachsen (**Nr. 13, 16 und 17**) handelt es sich vor allem um Hochmoore. Im Gegensatz zu grundwassergespeisten Niedermooren, bei denen die Maßnahmen auf die Anhebung des Grundwasserspiegels zielen, ist die Wiedervernässung von regenwassergespeisten Hochmoorflächen mit höherem Aufwand verbunden. Ein reiner Anstau von Entwässerungsgräben ist insbesondere auf ebenen, degradierten beziehungsweise abgetorften Flächen nicht ausreichend. Zusätzliche, sehr hohe Kosten können bei der Hochmoorrenaturierung durch die Entfernung von Gehölzen entstehen.

Die überwiegend kleinteiligen Hochmoorprojekte in Süddeutschland zeichnen sich durch sehr hohe Kosten aus, die bei Nr. 13 aus niedrigen Skaleneffekte der vielen kleinteiligen Flächen resultieren. Bei den Projekten, die im Rahmen des Klimaprogramms Bayern im Regierungsbezirk Oberbayern umgesetzt wurden, handelt es sich um 99 Einzelprojekte mit einem Flächenumfang von 117 ha. Die Projekte wurden mit einem Gesamtvolumen von 3,25 Mio. € gefördert. Der größte Teil der Förderung (75 %) floss in die Sicherung der Flächen, der Rest wurde für die Planung und die Umsetzung der Maßnahmen verwendet.

Bei dem Projekt „Moore mit Stern“ (**Nr. 16**) aus Baden-Württemberg handelt es sich vorwiegend um Hoch- und Zwischenmoore in verschiedenen Erhaltungszuständen sowie um die dazwischenliegenden und umgebenden Niedermoorflächen im NSG Bodenmösern im baden-württembergischen Landkreis Ravensburg, auf dem Gebiet der Stadt Isny im Allgäu und der Gemeinde Argenbühl. Die Finanzierung des Vorhabens erfolgte durch eine zweckgebundene Spende der Daimler AG. Ziel des vorwiegend naturschutzfachlich motivierten Projektes war die Verbesserung des Wasserhaushaltes, mit der eine Stabilisierung der moortypischen Flora und Fauna erreicht werden soll. Die forstlichen und wasserbaulichen Maßnahmen wurden in 6 Einzelvorhaben im NSG Bodenmösern auf einer Fläche von ca. 51 ha umgesetzt.

Bei dem Projekt der Niedersächsischen Landesforsten im Forstamt Neuhaus (**Nr. 17**) handelt es sich um ein 530 ha großes Gebiet aus Hochmoor-, Quellmoor- und Hangmoorbereichen mit organischen und mineralischen Nassböden im Solling, von dem 250 ha als revitalisierbar eingeschätzt werden. In einem ersten Projektabschnitt wurden auf einer Fläche von 72 ha bereits Maßnahmen umgesetzt. Mit dem Projekt sollen moortypische Arten und Lebensgemeinschaften entwickelt und eine Stabilisierung des Landschaftswasserhaushaltes sowie eine Entspannung der Hochwassersituation in Boffzen erreicht werden. Es erfolgte eine flächige Räumung der Fichtenbestände und ein Verschluss aller Entwässerungsgräben mit autochthonem Mineralboden beziehungsweise Sägespänen. Die förderfähigen Gesamtausgaben belaufen sich auf 1,26 Mio. €, die zur Hälfte als Zuschuss der EU aus dem Fonds EFRE gezahlt werden.

Die naturschutzfachlich motivierten Projekte (**Nr. 12, 15 und 16**), bei denen Angaben über einzelne Kostenbestandteile vorliegen, zeigen, dass die Planung aufgrund der umfangreichen Erhebungen und die Umsetzung der Maßnahmen mit vergleichsweise sehr hohen Kosten verbunden ist. Obwohl bei der Umsetzung von Paludikultur auch naturschutzfachliche Erhebungen (z. B. in FFH- und Vogelschutzgebieten) erforderlich sein können, erscheint eine Übertragbarkeit der flächenbezogenen Kosten für die Hochrechnung der Kosten für die Paludikultur nicht sinnvoll, weil es kostengünstigere Alternativen an anderer Stelle gibt (siehe oben) und das zentrale ökonomische Effizienzkriterium verlangt, dass zuerst Projekte mit den niedrigsten Kosten umgesetzt werden sollen. Das ökonomische Effizienzkriterium soll hier nicht als normative Vorgabe verstanden werden, sondern vielmehr als eine Wegbeschreibung zu einer anreizbasierten Ausgestaltung von Finanzierungsinstrumenten (z. B. durch Ausschreibungsverfahren, vgl. Kapitel 2.4.4) mit dem das vorgegebene Klimaschutzziel kostengünstiger herbeigeführt werden kann als über die myopische Vergabe von öffentlichen Steuergeldern und philanthropisch motivierte Zuwendungen von Privatpersonen und Unternehmen.

Die in der Tabelle 5 genannten **Paludi-Projekte (Nr. 2 und 6)** sowie die **produktionsintegrierten Kompensationsprojekte (Nr. 8 und 10)** zeigen, dass es kostengünstigere Alternativen gibt, die auch mit Skaleneffekten aufgrund der Flächengröße begründet werden können. Die durchschnittlichen Kosten für diese vier Projekte betragen 3.775 €₂₀₁₉ je ha. Auch die Instandsetzung von vorhandenen Anlagen (z. B. AUKM Moorschonende Stauhaltung in Brandenburg) kann dazu beitragen, die Kosten zu senken. So fielen bei dem in Tabelle 5 (**Nr. 11**) inkludiertem Projekt im Grenztaalmoor an der mittleren Trebel keine zusätzlichen Kosten an, weil es sich bei den Maßnahmen überwiegend um die Wiederherstellung von Staueinrichtungen handelt, die keine zusätzlichen Planungs- und Baukosten verursacht. In welchem Umfang solche aus ökonomischer Sicht idealen Ausgangsbedingungen vorhanden sind bedarf der weiteren Überprüfung, die auch durch anreizbasierte Finanzierungsmechanismen (z. B. Wettbewerb durch Auktionen) erfolgen kann.

Abschließend soll auf die besondere Situation von Hochmoorprojekten eingegangen werden. Basierend auf den Erfahrungen der **Vernässung von über 10.000 ha Hochmoor in Niedersachsen** wurden in Blankenburg (2004) Hinweise zur Herrichtung von Torfabbauflächen zusammengefasst. Für die Wiedervernässung von baumfreien Torfabbauflächen durch Anlage von Verwallungen und den Bau von Überlaufen zum Rückhalt von Winterniederschlägen betrug die Faustzahl für die Baukosten lange Jahre 2.500 € je ha, eine aktuelle Neukalkulation ermittelte 3.150 € je ha (mündliche Mitteilung, Februar 2020, Karl-Heinz Blohme, Staatliche Moorverwaltung). Für die Anlage von 100 m Verwallung (3 m Kronenbreite, nach Sackung noch 1 m hoch) sind Arbeits- und Maschinenkosten von 10 h à 120-130 € anzusetzen (ebd.). Vergleichbare Angaben mit 90-120 € je Stunde und einer Leistung ab 8 m je Stunde für hohe Verwallungen machte der NABU (schriftliche Mitteilung, Februar 2020, Felix Grützmaker, NABU). Der Einbau eines einfachen Überlaufs (KG-Rohr, Verankerung, Zutrittsbrett; ca. 1 Überlauf je 5 ha) kostet 1.000 € (mündliche Mitteilung, Februar 2020, Blohme). Wird eine Gehölzentfernung erforderlich, sind die Hektarkosten erheblich höher. Unberücksichtigt sind hier zudem die Kosten der Planung, da diese vom bestehenden Verwaltungsapparat der Staatlichen Moorverwaltung geleistet wird.

Zusätzlich zu den initialen Kosten sind für Wiedervernässungsprojekte, insbesondere wenn sie mit einem Flächenankauf beziehungsweise einer Nutzungsaufgabe einhergehen, auch Folgekosten in Form von flächengebundenen Abgaben, Pflege- und Instandhaltungskosten einzukalkulieren. Als **laufende, jährliche Kosten** sind für die wiedervernässten Hochmoorflächen folgende Kosten zu berücksichtigen (mündliche Mitteilung, Februar 2020, Karl-Heinz Blohme, Staatliche Moorverwaltung):

- ▶ öffentlich-rechtliche Abgaben (Beiträge für WBV beziehungsweise Unterhaltungsverbände, Grundsteuer, Landwirtschaftskammer): 50 – 100 € je ha
- ▶ Beaufsichtigung und Verkehrssicherungspflicht als Grundstückseigentümer: 50 – 75 € je ha
- ▶ Pflegekosten in Höhe von 150 – 200 € je ha für die Verwallungen und 200 – 250 € je ha im Fall einer Flächenpflege (teilweise jährliches Mulchen mit Leichtraupe, vor allem in FFH, SPA-Gebieten).

Etwas geringere Kostenangaben von 25 – 35 € je ha für Abgaben und Verwaltung sowie 70 – 80 € je ha für die Unterhaltung von Verwallungen etc. macht der NABU (schriftliche Mitteilung, Februar 2020, Felix Grützmaker, NABU). Vergleichbare laufende Kosten für öffentlich-rechtliche Abgaben und Pflegemaßnahmen sind auch für wiedervernässte Niedermoorflächen anzuwenden, wobei hier Verwallungen nicht beziehungsweise in geringerem Umfang angelegt werden.

Für die **Abschätzung von Wiedervernässungskosten für Paludikulturflächen** können die recherchierten Planungs- und Baukosten eine Orientierung geben: Ein Durchschnittswert von 3.262 € je ha für 30.000 ha (Tabelle 5), die Faustzahl von 3.150 € je ha basierend auf Erfahrungswerten zur Wiedervernässung mehrerer Tausend Hektar Torfabbauf Flächen und mittlere Kosten von 3.775 € je ha für vier exemplarische Wiedervernässungsprojekte mit Paludikultur beziehungsweise Produktionsintegrierter Kompensation spiegeln eine vergleichbare Größenordnung wider. Für die Ausgestaltung von Anreizinstrumenten für Wasserstandsanhörungen wird somit ein Finanzierungsbedarf von Ø 4.000 € je ha zu Grund gelegt (vgl. Schäfer et al. 2022).

Die große Spannweite der Kosten von 1.065 € bis 17.555 € je ha zeigt jedoch, dass jedes Projektgebiet und Umsetzungsvorhaben spezifische Besonderheiten hat. Kostensenkend können sich für zukünftige Paludikulturprojekte – die vorzugsweise auf tief entwässerten landwirtschaftlich genutzten Moorböden umgesetzt werden sollten – ein geringerer Aufwand für naturschutzfachlich motivierte Kartierungen, Planungen und Maßnahmen, einfachere Plangenehmigungs- beziehungsweise Planfeststellungsverfahren sowie Skaleneffekte auf Grund größerer Umsetzungsgebiete auswirken. Andererseits ist davon auszugehen, dass mit steigendem Umfang der zu vernässenden Moorflächen zukünftig vermehrt auch technisch schwierigere Flächen (z. B. hohe Degradation, geringe Wasserverfügbarkeit, Betroffenheit von Siedlungen und Infrastruktur) in Angriff genommen werden, bei denen ein höherer Aufwand und somit höhere Planungs- und Baukosten erforderlich werden.

3.3 Paludikultur-spezifische Kosten

3.3.1 Flächeneinrichtung und Bestandesetablierung

Im Vergleich zu Wiedervernässungsprojekten mit anschließender Aufgabe der Nutzung, können bei angestrebter Paludikulturnutzung weitere vorbereitende Maßnahmen erforderlich sein und zusätzliche Kosten entstehen. Dies betrifft:

- ▶ Infrastruktur, um einen Abtransport der Biomasse von größeren Flächen zu ermöglichen, z. B. Fahrwege, regelmäßige Zufahrten (Schröder et al. 2015, Wichtmann & Schröder 2016)
- ▶ Umfangreichere Baumaßnahmen zum Wasserrückhalt und zur Realisierung hoher Wasserstände, z.B. Verwallungen
- ▶ Infrastruktur zum aktiven Wassermanagement, z. B. regulierbare Wehre, Schöpfwerke, mobile Pumpen (Wichtmann & Schröder 2016)
- ▶ Flächenvorbereitung und gezielte Etablierung über Saat oder Pflanzung (nur für Anbaukulturen)
- ▶ Anschaffung von spezialisierter Erntetechnik.

Für ausgewählte Kulturen werden im Folgenden entsprechende Verfahren und Kostenpositionen vorgestellt. Hierbei wird deutlich, dass abhängig von dem angestrebten Paludikultur-Verfahren die Kosten für Flächeneinrichtung und gezielte Bestandesetablierung sehr stark variieren (2.000 – 128.000 € je ha Produktionsfläche), für die Kalkulation des Finanzbedarfs für Anreizinstrumente wird von Ø 10.000 € je ha ausgegangen (vgl. Schäfer et al. 2022)

3.3.1.1 Schilf und Rohrkolben

Schilf (*Phragmites australis*) und Rohrkolben (vor allem *Typha latifolia* und *T. angustifolia*) sind heimische Feuchtgebietsarten, die in Deutschland weit verbreitet natürlich vorkommen und sich bei Wiedervernässung von Mooren durch Sukzession einstellen. Schilf hat in Bezug auf Wasserstände und Nährstoffverhältnisse eine weitere Amplitude als Rohrkolben-Arten, die auf konstant nasse, auch überstaute, nährstoffreiche Standorte beschränkt sind. Einzelne Bereiche großflächiger Schilfröhrichte, z. B. an der vorpommerschen Boddenküste oder in Flusstalmooren, werden bis heute für die traditionelle Nutzung als Dachschilf jährlich gemäht.

Für eine angestrebte Ernte auf wieder zu vernässenden Moorstandorten ist eine gezielte Etablierung vielversprechend. Im Gegensatz zu Sukzession ist diese schneller, resultiert in dichteren und homogeneren Beständen und erlaubt perspektivisch durch Züchtung verschiedener Sorten auch eine Auswahl hinsichtlich gewünschter Qualitäten. Durch Pilotprojekte, teils auch als Kompensationsmaßnahme oder durch Privatinitiative, bestehen Erfahrungen mit der Etablierung von Schilf und Rohrkolben (z. B. Übersicht zu den Niederlanden in Geurts & Fritz 2018, in Deutschland aktuell in den Projekten MoorUse³⁹ und Paludi-PRIMA⁴⁰). Bisherige Pilotflächen für Anbau-Paludikulturen sind jedoch maximal 10 ha groß und als „nasse Inseln“ in einer entwässerten Umgebung angelegt. Bei einer großflächigen Umsetzung, wie sie im Rahmen der vom BMU initiierten Paludi-Piloten⁴¹ geplant ist, sind anteilige Kosten (€ je ha) im unteren Bereich der Spannbreite in Tabelle 6 zu erwarten.

Die erforderlichen **Baumaßnahmen**, um für die Kultivierung von Schilf und Rohrkolben dauerhaft hohe Wasserstände zu halten, sind i. d. R. aufwendiger als für eine herkömmliche Wiedervernässung. Sie hängen stark von den Ausgangsbedingungen ab. In hängigem Gelände ist zur Einstellung relativ homogener Wasserstände eine Terrassierung notwendig (z. B. Schilfbau Chr. Behrens). Im Donaumoos-Projekt (Wild et al. 2001) sowie auf der Pilotfläche Zuiderveen (NL) wurden für den Rohrkolben-Anbau flache Becken ausgehoben. Auf der Pilotfläche Marickenland (NL) wurde keine Grasnarbe abgetragen, aber die Fläche durch Aufschütten kleiner Dämme in Teilbereiche untergliedert und zum umliegenden Grünland abgegrenzt. Eine Aufschüttung von Dämmen (Kronenbreite 1,20 m) erfolgte ebenfalls im Wauwilermoos (Schweiz) (SIG Rohrkolben 2009). Im Projekt Paludi-PRIMA konnte an zwei Seiten ein bestehender Deich als Abgrenzung genutzt werden und an den anderen zwei Seiten wurde eine breite Verwallung errichtet, die auch als Fahrdamm (Kronenbreite: 3 m) dient. Für den Bau wurde hier Torf verwendet, der vor Ort anfiel, a) durch Teilabschub der Anbaufläche (Ausgleich von Höhenunterschieden) sowie b) durch den Aushub eines Außengrabens zum Auffangen von Qualmwasser (Schutz umliegender Grünlandflächen vor Vernässung). Um Nadelöhre zu vermeiden wurden an mehreren Stellen Zufahrten in die Fläche gebaut (abgeflachte Böschung, teils mit Rohrdurchlass). Zudem erfolgten auf der Paludi-PRIMA-Fläche die Verfüllung eines alten Bewässerungsgrabens zur besseren Beerntbarkeit des späteren Rohrkolbenbestandes sowie eine Suchschachtung und Kappung von alten Ton-Dränrohren, die in den Meliorationsunterlagen nicht dokumentiert waren. Wasserbauliche Baumaßnahmen betreffen auf den unterschiedlichen Pilotflächen z. B. die Wasserentnahme (Mahlbusen, Pumpenschacht), die Anlage von Gräben oder das Verlegen von Rohrleitungen für die Bewässerung sowie den Bau von regulierbaren Überläufen. Angaben zu Baukosten sind somit immer sehr stark flächen- und maßnahmenabhängig. Für die Anlage flach überstautbarer Anbauflächen berechnen Schätzl et al. (2006) eine „kostenreduzierte“ und eine „normale“ Ausführung mit Baukosten von 1.336 € und 8.900€ je ha beziehungsweise in Preisen von 2019 2.004 € und 13.300 €; im Paludi-PRIMA-Projekt beliefen sich die Baukosten im Jahr 2019 auf 14.800 € je ha Anbaufläche. Im Vergleich zu Tabelle 5 kommen hier noch die Planungskosten hinzu. Im Fall von Paludi-PRIMA sind diese schwer zu beziffern, da viele Schritte in Eigenleistung durch die Mitarbeiter*innen am Greifswalder Moor Centrum erbracht wurden.

³⁹ <https://www.hswt.de/forschung/forschungsprojekte-alt/vegetationsoekologie/mooruse.html>

⁴⁰ www.moorwissen.de/prima

⁴¹ <https://www.z-u-g.org/aufgaben/pilotvorhaben-moorbodenschutz/>

Tabelle 6: Etablierungskosten für Schilf- und Rohrkolben je Hektar Netto-Produktionsfläche

Position	Einheit	
Baumaßnahmen	€/ha	1.500 – 15.000
Flächenvorbereitung	€/ha	0 – 200
Bestandesetablierung		
<i>Variante Saat</i>		
Kosten für Saatgut (Gewinnung, Ankauf)		k. A.
Aussaat	€/ha	0-200
<i>Variante Pflanzung</i>		
Pflanzgut (5.000 – 10.000 Pflanzen je ha)	€/Pflanze	0,30 – 0,85
Pflanzung	€/ha	1.500 – 8.500
Pflanzung	€/ha	500 – 5.500
Investitionen in Bewässerungstechnik	€/ha	0 – 4.000
Gesamt	€/ha	~2.000 – ~30.000

Spannbreite basierend auf Erfahrungen von Pilotflächen und Literaturangaben. Der untere Wert der Gesamtkosten berücksichtigt günstige Ausgangsbedingungen mit einfachem Wassermanagement und Etablierung durch Saat, der obere Wert beinhaltet hohe Investitionskosten für Infrastruktur und Wassermanagement sowie die Etablierung durch Pflanzung (Erläuterung und Quellen im Text).

Eine **Flächenvorbereitung** ist beim Aushub von Becken nicht erforderlich. Auch im Paludi-PRIMA-Projekt war eine Flächenvorbereitung nicht erforderlich, da durch Überfahren der Fläche mit der Raupe die Grasnarbe abgeschoben beziehungsweise stark geschwächt war; nur auf einer kleinen Teilfläche mit intakter Grasnarbe musste bei der gewählten Pflanztechnik vorbereitend ein Streifenpflug eingesetzt werden. Um Konkurrenzvegetation für den zu etablierenden Bestand zu minimieren, kann ein Pflügen und Eggen der ganzen Fläche erfolgen (Pilotanlage Biesenbrow, Timmermann 1999). Im Wauwilermoos wurde der trockene Boden mit einer Spatenrollegge oberflächlich gelockert (SIG Rohrkolben 2009). Im Polder Pentin waren die Ergebnisse einer einmaligen flachen Bodenbearbeitung mit Scheibenegge jedoch unbefriedigend, wobei eine intensive Bodenbearbeitung (zweimaliges Grubbern beziehungsweise ein mehrmaliges Bearbeiten mit einer schweren Zinkenegge) zu guten Ergebnissen führte (Stiftung Odermündung 1999). Laut Geurts & Fritz (2018) ist neben dem Fräsen der Grasnarbe (ganzflächig, gegebenenfalls mit Herbizideinsatz, oder in Streifen) für Rohrkolben zusätzlich auch die Aussaat nach Aufbringen von Material aus der Grabenentschlammung eine Option. Die Aussaat oder Pflanzung in die bestehende Grasnarbe wurde im Donaumoos erfolgreich getestet (Münzer 2001) und wird aktuell auch auf Pilotflächen in den Niederlanden erprobt. Ausschlaggebend ist hier jedoch die Ausgangssituation: ein Rohrglanzgras-Dominanzbestand als Ausgangsvegetation wie im Paludi-PRIMA-Projekt wäre unter hohen Wasserständen erheblich konkurrenzstärker als ein Weidelgras dominiertes Grünlandbestand. Als Kosten der Flächenvorbereitung sind bis zu 200 € je ha anzunehmen.

Die Etablierung per **Saat** gilt als kostengünstig, aber risikoreich. Für Schilf ist sie laut Literaturangaben nicht zu empfehlen (z. B. Timmermann 1999), wobei im kleinflächigen Etablierungsversuch mit exakter Wasserstandshaltung (Tröpfchenbewässerung) eine Frühljahrsaussaat im MoorUse-Projekt erfolgreich war (mdl. Mitteilung, Tim Eickenscheidt, 26.06.2020). Für Rohrkolben ist eine Saat nur für ebene Flächen geeignet, wo der Wasserstand in den ersten Wochen exakt (0-5 cm über Flur) regulierbar ist (Geurts & Fritz 2018). Für eine Saat von Typha-Samen mit Schirmchen wurden diese mit Sand (SIG Rohrkolben 2009) oder Ziegellehm (Münzer 2001)

vermischt, getrocknet und gegebenenfalls granuliert. Für die Aussaat wurde im Wauwilermoos ein Pendeldüngerstreuer und anschließend einer Rauhwalze eingesetzt (SIG Rohrkolben 2009). Auch die Aussaat mit Drillmaschine ist möglich und wurde im MoorUse-Projekt unter Zumi-schung von Sojaschrot getestet (Eickenscheidt 2018). Eine Pillierung von Saatgut und Aussaat per Drohne wurden im Projekt Paludi-PRIMA getestet. Kostenkalkulationen, insbesondere zur Saatgutgewinnung und Saatgutvorbereitung, sind von den Pilotflächen nicht bekannt. Ist die Fläche mit herkömmlicher Technik befahrbar, können die reinen Aussaatkosten (Maschinen- und Lohnkosten) in Anlehnung an Standardwerte aus der Landwirtschaft je nach Flächenvor-bereitung auf 50-100 € je ha geschätzt werden.

Die Etablierung durch **Pflanzung** von Setzlingen ist risikoärmer, aber auch kostenintensiver. Kostenbestimmende Faktoren sind der Ankaufpreis für die Pflanzen, die Pflanzdichte und die Maschinen- und Lohnkosten der Pflanzung. Die Kosten für die Setzlinge im Paludi-PRIMA-Pro-jekt betragen im Jahr 2019 0,32 € je Pflanze (Alternativangebot 0,36 € je Pflanze) und lagen damit im Vergleich mit Literaturwerten im unteren bis mittleren Bereich (Tschoeltsch 2008: 0,20 beziehungsweise 0,30 € je Pflanze, Schätzl et al 2006: 0,40 € je Pflanze, Dahms 2009: 0,44 € je Pflanze, Geurts & Fritz 2018: 0,30-0,85 € je Pflanze). Um schnell einen dichten Be-stand zu erzielen, wird in Pilotprojekten häufig mit hohen Pflanzdichten (z. B. bis zu 40.000 oder ~60.000 Pflanzen je ha, Marickenland, MoorUse) gearbeitet, die jedoch für eine großflä-chige Etablierung unrealistisch sind. Schon das Donaumoos-Projekt zeigte, dass bei Rohrkol-ben 10.000 Pflanzen je ha ausreichen beziehungsweise sogar geringere Pflanzdichten (5.000 oder 2.500 Pflanzen je ha) möglich sind (Münzer 2001). Auch für Schilf wurden Pflanzdichten von 2.500 Pflanzen je ha (sehr geringer Konkurrenzdruck zu erwarten) bis zu 20.000 Pflanzen je ha (hoher Konkurrenzdruck) empfohlen (Timmermann 1999). Optimierungsbedarf besteht beim Pflanzvorgang. Im Paludi-PRIMA-Projekt überstiegen die Pflanzkosten bei Einsatz von einreihigen Forstpflanzmaschinen (je Maschine 3 Pflanzler) mit einem Preis von 0,40 € je Pflanze die Pflanzgutkosten, das Alternativangebot lag sogar bei 0,55 € je Pflanze. Trotz gerin-ger Pflanzdichten (5.000 und 10.000 Pflanzen je ha) betrugen die Kosten mit ca. 2.500 € je ha etwa das Fünffache von Literaturwerten (Schätzl et al. 2006, Dahms 2009). In den Niederlan-den wurde die Pflanzung von Rohrkolben mit mehrreihigen Gemüsepflanzmaschinen (Loch-stanzverfahren) und 3 beziehungsweise 4 Pflanzern (auf Trailer oder zu Fuß) erprobt. Auch hier scheint bezüglich einer effizienten Pflanztechnik noch Optimierungspotenzial zu beste-hen. In Anlehnung an Standardkosten von Gemüsepflanzverfahren sind bei mehrreihiger Pflanztechnik (und entsprechender Befahrbarkeit der Fläche) Kosten von 500 bis 1.000€ je ha anzunehmen.

Kann für die **Bewässerung** kein freier Zulauf (z. B. aus höher gelegenen Vorflutern) erfolgen, ist eine aktive Bewässerung nur über Pumpen möglich. Im günstigsten Fall liegt ein Stroman-schluss vor und es müssen lediglich 1 bis 2 Pumpen installiert werden. Ein Anschluss an ein Stromnetz ist nur über eine Distanz von wenigen Hundert Metern finanziell sinnvoll. Alternativ sind dezentrale Solar- und Windenergie basierte Pumpenlösungen möglich. Eine „Notbewässe-rung“ über Generator und mobile Pumpen kann den erhöhten Wasserbedarf bei der Flutung und Spitzen bei hoher Verdunstung absichern, vor allem um mögliche Wasserdefizite in der sensiblen Pflanz- beziehungsweise Keimungs- und Etablierungsphase zu vermeiden. Auch bei der aktiven Bewässerung von Schilf- und Rohrkolbenflächen fehlt es jedoch noch an großflä-chigen Erfahrungen, sowohl zum Wasserbedarf als auch zu den Kosten. Für solarbasierte Lö-sungen werden auf der Grundlage unterschiedlicher Angebote die anteiligen Investitionskosten auf 3.000 bis 4.000 € je ha geschätzt.

3.3.1.2 Bestandesbegründungskosten Schwarz-Erle

Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) wächst unter natürlichen Bedingungen auf nassen, nährstoffreichen und potenziell torfbildenden Niedermoorstandorten und besitzt hier ein großes, bisher nicht ausgeschöpftes waldbauliches Potenzial. Die jüngeren ertragskundlichen Forschungen in Norddeutschland (Lockow 2003, Fischer 2017) belegen, dass die Schwarz-Erle aufgrund ihrer speziellen Wuchs- und Holzeigenschaften eine forstwirtschaftlich interessante Baumart ist. Die Ergebnisse aus dem ALNUS-Forschungsprojekt zeigen auch, dass die Aufforstung auf wiedervernässten Niedermoorböden mit dem Ziel der Erlenwertholzproduktion eine ökologische und ökonomisch tragfähige forstwirtschaftliche Folgenutzung von degradierten Moorstandorten ist, da sie nicht nur gute Holzerträge liefert. Durch die Holznutzung kann ein zusätzlicher positiver Klimaschutzeffekt durch die Substitution fossiler Rohstoffe realisiert werden: entweder durch den vermehrten Einsatz von Holz als Energieträger oder durch Ersatz energieaufwändig hergestellter Materialien (Bau- und Werkstoffe) durch Holz (Barthelmes et al. 2005, Schäfer 2006).

Vor diesem Hintergrund werden nachfolgend die Verfahrenskosten der Erstaufforstung von der Flächenvorbereitung bis zur gesicherten Kultur für eine Produktion von wertvollem Stammholz schrittweise hergeleitet. Bei der Herleitung der Kosten werden verschiedene Anpassungen, insbesondere bei der Flächenvorbereitung und der Pflanzung vorgenommen. Bei der Mindestpflanzenstückzahl werden die in der Literatur und den waldbaulichen Empfehlungen (z. B. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern) vorgeschlagenen Pflanzmengen angesetzt. Die in verschiedenen forstwirtschaftlichen Standardwerken (z. B. Kalkulationshilfen im Forst, Holz und Jagdtaschenbuch, FHJ Taschenbuch, lfd.) angeführten Kosten sind zum Teil sehr pauschal geschätzt und differenzieren nicht nach lokalen Besonderheiten. Außerdem können aufgrund mangelnder Angaben einige Kostenschätzungen im Detail nicht nachgeprüft werden, weil z. B. Angaben über Arbeitskraftstunden je Hektar, Lohnkosten und Lohnnebenkosten nicht detailliert ausgewiesen werden.

Neben der Schwarz-Erle erscheint in jüngerer Zeit auch der Baum des Jahres 2019, die **Flatterulme** (*Ulmus laevis*) als eine geeignete Baumart für die Aufforstung von wiedervernässten Moorstandorten, da sie natürlicherweise in verschiedenen Feuchtwaldtypen verbreitet ist und in der norddeuten Tiefebene auch auf Anmoor- und Bruchwaldstandorten vorkommt. Die Flatterulme ist mit der Feldulme, der Esche und der Eiche eigentlich eine typische Baumart der Hartholzauenwälder und siedelt auch im Übergangsbereich zur Weichholzaue in breiten Stromtälern (musterhafte Bestände gibt es beispielsweise in Süddeutschland in den Donauauen). Sie verträgt länger andauernde Überflutungen und kommt auch mit hohen Grundwasserständen gut zurecht. Aus forstwirtschaftlicher Sicht wurde und wird die Flatterulme jedoch eher stiefmütterlich behandelt. Das hängt wohl auch damit zusammen, dass das Holz der Flatterulme eher für spezielle Anwendungen nachgefragt wird, aber forstlich kaum angebaut wurde. Außerdem hat sie andere standörtliche Ansprüche als die auf organischen Böden natürlicherweise vorkommende Schwarz-Erle, obwohl auch hier generell (Müller-Kroehling 2019) als auch hinsichtlich ihrer Eignung für Begründung von wiedervernässten organischen Standorten noch Forschungsbedarf besteht. Vor dem Hintergrund des aktuellen Eschentriebsterbens erscheint die Flatterulme als eine interessante Ersatzbaumart für die Esche (Baumgart 2019). Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen und der Bereitschaft von aufgeschlossenen Förster*innen ist es jedoch denkbar, dass die Flatterulme bei der Aufforstung auf anmoorigen Standorten als Ersatzbaumart für die Esche (Müller-Kroehling 2011) als Trupp (Fläche bis zu 175 m²) bis maximal Horst (Fläche bis zu 700-3.000 m²) mit eingebracht werden könnte. Die Aufforstungskosten würden dadurch etwas höher ausfallen, weil die Pflanzen in den Baumschulen nicht in Größenordnungen angezogen werden und die Pflanzen etwa 0,50 € teurer sind als die Erlenpflanzen. Auch ist im Unterschied zur Schwarz-Erlenaufforstung bei hohen Wilddichten und der hohen Verbiss- und Schälgefährdung der Flatterulme eine Zäunung der Trupps beziehungsweise Horste erforderlich (Baumgart 2019).

Flächenvorbereitung

Vor der Pflanzung auf den wieder zu vernässenden Moorstandorten müssen durch eine entsprechende Bodenbearbeitung günstige Bedingungen für die anschließende Pflanzung geschaffen werden. Dabei wird die Begleitvegetation zurückgedrängt und die damit verbundenen Probleme für den Anwuchserfolg in der anschließenden Anwuchsphase reduziert. Die Notwendigkeit und der Umfang der Flächenvorbereitung sind von der vorherigen Nutzung, dem Zeitpunkt der Nutzungsaufgabe und vom Pflanzverfahren abhängig. Der Umfang der erforderlichen Bodenarbeiten hängt zudem sehr stark von den standörtlichen Bedingungen ab.

Pflanzensortimente und Pflanzdichten

Bei Erstaufforstungen müssen grundsätzlich standortgerechte Baumarten aus den empfohlenen Herkunftsgebieten verwendet werden. Bei dem Pflanzsortiment können verschiedene Pflanzalter und -größen ausgewählt werden. Die Größe der Pflanze spielt dann eine Rolle, wenn ein Vorsprung gegenüber starker Konkurrenzvegetation oder schwierigen Wildverhältnissen erreicht werden soll. Bei stark vergrasteten Flächen oder zu erwartender starker Konkurrenzvegetation ist notgedrungen ein größeres Pflanzsortiment zu wählen. Allerdings sind hier auch höhere Kosten zu kalkulieren. Zudem müssen die Risiken des Anwuchserfolges aufgrund einer schlechteren Wurzelentwicklung sowie die langfristigen Auswirkungen auf die Bestandesstabilität abgewogen werden.

Für die Kulturbegründung mit Schwarz-Erlen werden gewöhnlich zweijährig verschulte Pflanzensortimente mit einer Größe von 80 bis 120 cm empfohlen, da die größeren Pflanzen mit ihrem starken Wurzelwerk bei konkurrierender Grasvegetation einen erheblichen Startvorteil in der Jungphase bieten. Die Preise für die Pflanzen liegen derzeit bei etwa 1,50 € je Pflanze bei einer Mindestabnahme von 1.000 Pflanzen (Preisabfrage März 2019 bei den Baumschulen Lürssen (Norddeutschland), Steingaesser (Mitteldeutschland) und Sailer (Süddeutschland)). Bei einer großflächigen Aufforstung sind Rabattmargen bis zu 50 % durchaus üblich (Schröder 2019, schriftliche Mitteilung, Forstamt Kaliß). Bezüglich der Anzahl der Pflanzen werden in der Literatur unterschiedliche Empfehlungen gemacht. Die vorgeschlagenen Pflanzdichten variieren in einem sehr breiten Rahmen zwischen 800 und 3.500 Pflanzen je ha (Barthelmes et al. 2005, Claessens et al. 2010, Landesforst Mecklenburg-Vorpommern 2019). Die optimale Pflanzdichte wird auf betrieblicher Ebene vom angestrebten Betriebsziel bestimmt. Für die Wertholzproduktion werden Pflanzenzahlen zwischen 3.000 und 3.500 Stück je ha Aufforstungsfläche empfohlen (Barthelmes et al. 2005).

Pflanzung

Bei der Aufforstung von kleineren Flächen kann das Setzen der größeren Pflanzen mit dem Hohlspaten oder als motormanuelles Verfahren mit einem Einmann-Erdbohrgerät (z. B. „Pflanzfuchs“ oder „Stihl BT 124“) erfolgen. Bei sorgfältiger Pflanzung werden dadurch eine sehr gute Wurzelentwicklung und ein guter Anwuchserfolg gewährleistet (Röhe & Schröder 2010). Die Pflanzleistung des Pflanzlochbohrers beträgt pro Person 20-50 Pflanzen pro Stunde (Bayerische Staatsforsten 2007). Der Zeitbedarf bei einer Pflanzenzahl von 3.000 Stück pro ha liegt bei 10 – 20 Stunden (FHJ 2015, S. 217).

Bei einer großflächigen Aufforstung können Pflanzmaschinen eingesetzt werden. Bei einer Aufforstungsfläche von mehr als einem Hektar und bei Pflanzverbänden ab 3.000 Pflanzen je ha sind maschinelle Pflanzverfahren kostengünstiger als eine manuelle Pflanzung (Burth et al. 1997). Für die Aufforstung von Grünlandflächen werden mehrreihige Pflanzmaschinen mit integrierter Fräse empfohlen, die die Grasnarbe wegfräst. Neben der hohen Produktivität werden eine geringe Befahrungsdichte, das exakte Einhalten des Reihenabstandes sowie eine gleichbleibende Arbeitsqualität als Vorteile genannt.

Tabelle 7 zeigt die Bestandesbegründungskosten für eine Schwarz-Erlenaufforstung, die nach den oben dargestellten Daten kalkuliert wurden. Ein wichtiger kostenbestimmender Faktor sind die Pflanzensortimente und Pflanzdichten und die aktuellen Preise am überhitzten Pflanzenmarkt aufgrund der Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen (Schröder 2019, schriftliche Mitteilung, Forstamt Kaliß). In einer Fallstudie wurden der Arbeitszeitbedarf und die Kosten für eine manuelle Pflanzvariante mit dem Hohlspaten und zwei maschinelle Pflanzvarianten mit dem Setzpflug (mit und ohne Fräse) untersucht. Im Ergebnis zeigte sich, dass die Pflanzkosten bei allen drei Varianten nahezu identisch bei 0,50 € je Pflanze lagen (Rottensteiner & Stampfer 2009). Im Forstamt der Landesforst Mecklenburg-Vorpommern in Kaliß wurden im Jahr 2018 Erlenanpflanzungen von spezialisierten Dienstleistern mit einem Einmann-Erdbohrgerät für 0,20 € je Pflanze durchgeführt (Schröder 2019, schriftliche Mitteilung, Forstamt Kaliß). Nach den hier zugrunde gelegten Empfehlungen aus dem ALNUS-Projekt bezüglich der Pflanzdichte liegen die Bestandesbegründungskosten für die Wertholzproduktion bei einer Größenordnung von 2.850 bis 7.000 € je ha. Bei der Interpretation ist zu beachten, dass es sich lediglich um die Bestandesbegründungskosten handelt und im Unterschied zu den Kosten der Anlage von Schilf-, Rohkolben- und Torfmooskulturen keine Kosten zur Wasserstandsanhhebung (und -haltung) berücksichtigt wurden. Bei Schwarz-Erlenbeständen sind keine Wasserstandsregulierungen erforderlich; vor der Aufforstung mit Schwarz-Erlen muss vielmehr geklärt sein, dass die Wasserstände dauerhaft stabil sein werden.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist im konkreten Fall abzuwägen, ob die Pflanzung in Eigenregie oder durch versierte Lohnunternehmer mit entsprechender Maschinenausstattung durchgeführt werden soll. Durch den Einkauf größerer Mengen an Pflanzen und/oder durch die Kombination der Pflanzung durch eine Baumschule können durch Komplettlösungen weitere Kosten eingespart werden.

Tabelle 7: Bestandsbegründungskosten für eine Schwarz-Erlenaufforstung

Position	Einheit	
Planungs- und Baukosten	€/ha	0
Pflanzenzahl	Stück/ha	3.000 – 3.500
Stückpreis Pflanze	€/Pflanze	0,75 – 1,50
Pflanzung	€/Pflanze	0,20 – 0,50
Gesamt	€/ha	2.850 – 7.000

3.3.1.3 Torfmooskultivierung

Torfmoose (*Sphagnum spec.*) sind die Haupttorfbildner in Hochmooren, welche regenwasserspeist durch nährstoffarme, saure Standortbedingungen geprägt sind. Erfahrungen mit der Kultivierung von unterschiedlichen Torfmoos-Arten bestehen auf ehemaligem Hochmoorgrünland, Abtorfungsflächen und Schwimm-Matten (Gaudig et al. 2018). Ein Vergleich der Etablierungskosten (Wichmann et al. 2017) zeigte, dass wassergebundene Kulturen auf Grund der hohen Produktionskosten für die Schwimm-Matten und Torfmoos-Matten erheblich teurer als bodengebundene Torfmooskulturen sind. Bei den Bodenvarianten sind der Saatgut-Ankauf und auch die Investitionskosten für das Wassermanagement entscheidende Kostenfaktoren. Flächen nach Torfabbau benötigen den geringsten Aufwand für die Flächenvorbereitung, haben aber in Deutschland das geringste Flächenpotenzial. Für den Großteil der Torfabbauflächen ist

als Nachnutzung eine Wiedervernässung (Rückhalt von Winterniederschlägen) und Naturentwicklung vorgesehen; nur ca. 500 ha gehen in eine landwirtschaftliche Nachnutzung (Hofer & Pautz GbR, persönliche Mitteilung, in Wichmann et al. 2017).

Im Folgenden wird daher nur die Torfmooskultivierung auf ehemaligem Hochmoorgrünland näher dargestellt. Die Erfahrungen und Kostendaten stammen von einer Pilotfläche im Hankhauser Moor bei Oldenburg, wo unter Federführung der Universität Greifswald Torfmooskultivierung auf zunächst 4 ha dann 14 ha (seit 2011 beziehungsweise 2016) erprobt wurde (Projekte MOOSGRÜN und MOOSWEIT). Für Details zum Produktionsverfahren und ökonomischer Begleitung siehe Wichmann et al. (2017, 2020). Zur Flächenvorbereitung gehört das Abbunken des degradierten, aufgedüngten Oberbodens, der zur Anlage von Fahrdämmen genutzt wurde. Um hohe Torfmoos-Produktivitäten zu erreichen, muss der Wasserstand auf konstant hohem Niveau gehalten und mit dem aufwachsenden Torfmoosrasen sukzessive angehoben werden können. Für ein exaktes Wassermanagement erfolgte daher die Installation von automatischen Pumpen, die Anlage von Bewässerungsgruppen und Durchlässen, um das Wasser in die Fläche zu bringen, sowie der Bau von regulierbaren Überläufen zum Abführen von Überschusswasser. Die hohen anteiligen Investitionskosten sind insbesondere auf das Verlegen eines Stromanschlusses und durch die automatische Steuerung zurückzuführen, halbierten sich aber durch Vergrößerung der bevorteilten Fläche (Tabelle 8). Erhebliches Einsparpotenzial besteht zudem bei den Saatgut-Kosten. Während für die Ersteinrichtung Torfmoos-Sprosse zu einem Preis von 750 € je m³ gekauft wurden, konnten die Kosten im Fall der Flächenerweiterung mit kultivierten Moosen (Gestehungskosten von Kultivierung und Ernte) deutlich reduziert werden. Weitere Optimierungen sind realistisch, so dass die Etablierungskosten im Vergleich auf die Hälfte – knapp 50.000 € je ha – reduziert werden könnten (Tabelle 8, Wichmann et al. 2020).

Tabelle 8: Etablierungskosten für Torfmooskultivierung auf Hochmoorgrünland

Position	Einheit	Szenario A		Szenario B		Ausblick
		Hohe Kosten (2011)	Mittlere Kosten (2016)	Vergleich (zu 2011)	Reduzierte Kosten Schätzungen	
Baumaßnahmen und Flächenvorbereitung	€/ha	14.615	36.287	+ 148 %	14.000	
Investitionen für Wassermanagement	€/ha	45.952	22.334	- 51 %	10.000	
<i>Sphagnum</i>-Sprosse	€/ha	58.467	34.779	- 41 %	20.000	
Aussaat	€/ha	8.856	5046	- 43 %	5.000	
Gesamt	€/ha	127.862	98.446	- 23 %	49.000	

Quelle: nach Wichmann et al. (2020). Etablierungskosten für eine Pilotfläche, anteilige Kosten pro Netto-Produktionsfläche von 2 ha (in 2011, Wichmann et al. 2017), und für die Erweiterung um 3,6 ha (in 2016), gesamt: 5,6 ha.

3.3.1.4 Nasswiesen

Nasswiesen entwickeln sich aus Grünlandbeständen durch spontane Sukzession, können aber auch durch Ansaat oder Pflanzung erfolgen. Erfahrungen zur Anlage von Seggenrieden mit und ohne Entfernung der Grasnarbe wurden bereits in den 90er Jahren in der Friedländer Großen Wiese und im Rhinluch gesammelt (Roth et al. 2001). Im MoorUse-Projekt funktionierte die Einsaat von Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) problemlos, während bei Seggen (*Carex spec.*) eine Pflanzung erfolgversprechender war (vorläufige Ergebnisse, persönliche Mitteilung, Tim Eickenscheidt, Oktober 2019). Im Forschungs- und Innovationsprojekt Moor-KULAP⁴² erfolgt die Entwicklung, Prüfung und Optimierung von Qualitätssaatmischungen aus nässeverträglichen Gräsern und Kräutern für bayerische Niedermoorstandorte sowie die Erprobung von Übersaaten mit nassetoleranten Arten. Kostenkalkulationen sind nicht bekannt, können sich aber an den Schätzungen zur Flächenvorbereitung, Saat und Pflanzung von Schilf- und Rohrkolbenröhricht (siehe oben) orientieren.

3.3.2 Management- und Erntekosten

Laufende Kosten entstehen bei **Rohrkolben und Schilf** insbesondere durch das Wassermanagement und die Flächenpflege, wie z. B. die Mahd von Verwallungen oder gegebenenfalls selektive Mahd zur Reduzierung unerwünschter Arten beziehungsweise einen Pflegeschnitt während der Bestandesetablierung. Im Wauwilermoos wurden z. B. nesterweise auftretende Seggen und Rohrglanzgräser per Motorsense abgemäht (SIG Rohrkolben 2009). Für das Flächenmanagement einer Rohrkolbenfläche (Bestandespflege, Kontrollaufwand, Strombedarf für Pumpen und Wartung) kalkulierten Schätzl et al. (2006) Kosten in Höhe von 810 bis 1.040 € je ha und Jahr. Diese Annahmen erscheint auch bei Berücksichtigung des geringeren Aufwands im Vergleich zu den Daten von der Torfmooskultivierung im Hankhauser Moor (siehe unten) als deutlich unterschätzt. Konkrete Erfahrungen und Daten können erst aus laufenden und zukünftigen Pilotprojekten abgeleitet werden. Die von Schätzl et al. (2006) kalkulierten Erntekosten von 620 € (Häckselgut) bis 1.600 € (Bunde) liegen in einem realistischen Bereich. Für die Ernte von Schilf mit raupenbasierter Spezialtechnik ermittelte Wichmann (2017) Kosten von ca. 400 € beziehungsweise 420 € je ha für Häckselgut und Ballen (Bandbreite 115 – 1.100 €) und 640 € je ha für Dachschilf-Bunde (Bandbreite 320 – 1.500 €).

Im Unterschied zu den landwirtschaftlichen Anbau-Paludikulturen werden bei der **Erle** außer den laufenden Verwaltungskosten keine jährlich laufenden Kosten durch die Bewirtschaftung und das Management der Flächen verursacht. Es handelt sich jedoch um sehr langfristige Investitionsentscheidungen. Nach der oben beschriebenen Bestandesbegründung werden nach 8 Jahren im Rahmen der Jungwuchspflege zunächst schlecht geformte Bäume aus dem Bestand entnommen, die gute Erlen bedrängen. Im weiteren Verlauf der Jungbestandespflege wird dann eine begrenzte Anzahl der besten Stämme ausgesucht, die für eine Produktion von wertvollem Stammholz heranwachsen sollen. Diese Bäume müssen gezielt gefördert werden, indem die am nächsten stehenden Nachbarbäume entnommen werden. Die Kosten für diese Eingriffe, die in einigen Bundesländern zum Teil förderfähig sind, belaufen sich auf jeweils etwa 250 – 350 € je ha. Bis zum Erreichen der angestrebten Baumholzdimension von 40 cm in Brusthöhe (BHD) werden in der Regel insgesamt vier Pflegemaßnahmen erforderlich sein. Spätere Durchforstungen liefern bereits verwertbare Holzsortimente, mit denen die Kosten gedeckt werden können (Barthelmes et al. 2005).

⁴² <https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/240564/index.php>

Bei den Kosten für die Erlenwertholzproduktion handelt es sich um Kosten, die ebenso wie die Erlöse erst in der Zukunft anfallen werden. Dieser Aspekt ist aus betrieblicher Sicht bei der Entscheidungsfindung zu bedenken, da die Kasse erst nach 50 – 60 Jahren am Ende der Umtriebszeit mit dem Verkauf der geernteten Erlenwertholzstämme klingelt. Weiterhin ist zu beachten, dass die Holzerntekosten aufgrund der eingeschränkten Befahrbarkeit der nassen organischen Standorte und der zur Verfügung stehenden Erntetechnik im Vergleich zu anderen forstwirtschaftlichen Produktionsverfahren auf mineralischen Standorten vergleichsweise hoch sind. Die in der Praxis erprobte Seilkrantechnologie und weitere bodenschonende Verfahren zur Holzernte auf Basis von Raupentechnologie erweisen sich zwar als gut geeignet; sie sind jedoch vergleichsweise kostenintensiv (Röhe & Schröder 2010, Sündermann et al. 2013, Sündermann & Röhe 2015). Gleichwohl gilt hier auch das Stück-Masse-Gesetz, da mit den angestrebten Zielstärken der Erlenwertholzproduktion von mehr als 40 cm BHD der Einzelstämme eine große Holzmenge auf die höchsten Preise je Festmeter und die in Relation vergleichsweise niedrigen Erntekosten trifft. Dennoch kann der Einsatz von Seilkrantechnik bei der Ernte betriebswirtschaftlich nur gerechtfertigt werden, wenn dabei positive erntekostenfreie Holzerlöse erzielt werden können.

Im Fall der **Torfmooskultivierung** wurden für das Wassermanagement im Hankhauser Moor Kosten von $\text{€ } 2.700$ pro ha und Jahr Netto-Produktionsfläche angesetzt (z. B. Kontrollaufwand, Stromkosten). Bei der Bestandespflege entstanden die Kosten zu $> 40\%$ durch die regelmäßige Mahd der Torfmoosflächen zur Unterdrückung von Gefäßpflanzen und der Verhinderung von Aussaat, weitere Arbeiten umfassen die Reinigung der Bewässerungsgruppen und das Mulchen der Fahrdämme. Im Schnitt einer Kulturrotation (5 Jahre) betragen die jährlichen Kosten $\text{€ } 7.400$ je ha. Die Ernte per Raupenbagger mit Mähkorb vom Fahrdamm aus, inklusive Transport per Schlepper und Dumper zum Feldrand führte zu Kosten von $\sim \text{€ } 12.600$ je ha. Hier ist durch die Entwicklung von Erntetechnik, die über die Torfmoosflächen fährt, eine deutliche Kostenreduzierung zu erwarten.

Bei nassen Moorflächen, z. B. winterlich überstauten **Feuchtwiesen** oder Flächen in freier Vorflut, können die Wasserstände im Sommer periodisch soweit absinken, dass sie mit angepasster konventioneller Grünlandtechnik beerntet werden können. Ein Beispiel hierfür sind die Seggen- und Rohrglanzgrasbestände am Kummerower See, deren Biomasse im Heizwerk Malchin thermisch verwertet wird. Die Beerntung ist jedoch stark witterungsabhängig und konnte in niederschlagsreichen Jahren auf einem Teil der Flächen gar nicht erfolgen. Für eine Erntesicherheit beziehungsweise für Flächen, auf denen konstant hohe Wasserstände gehalten werden können, ist jedoch der Einsatz von Spezialtechnik erforderlich.

Für die Ernte von **Nasswiesen** ist die Beauftragung von meist überregional agierenden Firmen möglich, die sich auf die Mahd von in der Regel naturschutzfachlich wertvollen Flächen mit Raupentechnik spezialisiert haben. Auch einige Rohrwerber/Reeternter bieten Schilfernte im Lohn an, um ihre Spezialtechnik auszulasten. Für Betriebe, die die Bewirtschaftung ihrer Moorflächen auf Paludikultur umstellen wollen, ist jedoch die Anschaffung eigener Erntetechnik attraktiver, sowohl hinsichtlich der unabhängigen Planbarkeit der Ernte als auch bezüglich der Erntekosten. Vorstellbar ist auch eine regionale Kooperation wie z. B. über Maschinenringe. Eine Übersicht zu Techniklösungen für nasse Moorböden geben Wichmann et al. (2016). Dabei handelt es sich in allen Fällen um maßgeschneiderte Spezialanfertigungen. Die Bandbreite reicht von mehrere Jahrzehnte alten Seigas mit Ballonreifen, über umgebaute Pistenraupen bis hin zu modernen Neuentwicklungen auf Raupenbasis. Entsprechend groß ist auch die Bandbreite der Anschaffungskosten. Die Angaben in Wichmann (2017) für raupenbasierte Ernte- und Transporttechnik reichen von ca. 100.000 € bis ca. 450.000 € . In der mit EFRE-Mitteln finanzierten Förderrichtlinie Pro-Moor in Brandenburg wird auch die Anschaffung oder Anpas-

sung von Technik gefördert. Bei den Antragsunterlagen wird eine Kalkulationstabelle⁴³ bereitgestellt, um die mögliche Förderhöhe zu errechnen. Hier werden beispielhaft 77.000 € für den Kauf eines gebrauchten Pistenbullies der Firma Kässbohrer und weitere 130.000 € für den Umbau auf Nasswiesenmahd angegeben beziehungsweise 198.000 € für eine umgebaute Pistenraupe von Prinoth, die durch Ausstattung mit Zapfwellenantrieb vorn und hinten universal einsetzbar ist. Für die Entwicklung eines neuartigen Ladewagens bis zum Bau eines Prototyps werden 200.000 € angesetzt. In der Summe wird hier von Anschaffungskosten von 400.000 € ausgegangen. Bei der Ermittlung der Abschreibungsfristen wird zudem berücksichtigt, dass Maschinen und Anbaugeräte auf Grund des höheren Verschleißes eine verkürzte Lebensdauer haben; auf feuchten Flächen wird von 83 % und auf nassen Flächen von 66 % der normalen Nutzungsdauer ausgegangen.

3.4 Märkte und Erlöspotenzial für Paludikultur

Die Bewirtschaftung von Mooren in Paludikultur erbringt verschiedene Leistungen, deren Vergütung die wirtschaftliche Nutzung wiedervernässter Moore erlauben (Wichtmann et al. 2016). Die Produktion und Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe ist eine der Leistungen. Tabelle 9 und 10 listen etablierte und potenzielle Vermarktungen von Paludi-Biomasse und den erzielbaren Erlös je Hektar auf und bietet eine Grundlage für die Einschätzung, wie hoch finanzielle Anreize für die Umstellung auf Paludikultur ausgestaltet werden müssten, um die entstehenden betrieblichen Kosten zu decken. Des Weiteren gibt es eine Bandbreite an Verwertungsoptionen von Paludi-Biomasse, die sich noch in der Entwicklung befinden. Hier können noch keine Aussagen zu erzielbaren Preisen getroffen werden. Einen Überblick über mögliche Anwendungen und welche Arten von Paludi-Biomasse dafür jeweils geeignet wären, gibt Tabelle 11.

Bei Anbau-Paludikulturen (Schilf, Rohrkolben, Torfmoos, Erle, gegebenenfalls weiteren Gräsern) kann Flächenmanagement und Bestandsführung an den Qualitätsanforderungen für die Verwertung zu einem Produkt ausgerichtet werden. Der Fokus liegt auf spezifischen Eigenschaften der jeweiligen Pflanzenart. Halmgutartige Biomasse von Nassgrünland ist oft heterogen in der Pflanzenartenzusammensetzung (Süß- und Sauergräser), die Artenanteile unterscheiden sich von Fläche zu Fläche und verändern sich über die Zeit, vor allem in den ersten Jahren nach Anhebung des Wasserstandes. Hier liegt der Fokus für eine Verwertung auf allgemeineren Eigenschaften der Biomasse, die über den Erntezeitpunkt und Ernteverfahren beeinflusst werden können, z. B. Protein- und Lignin-, Zellulose/Hemizellulose- und Wassergehalte, gegebenenfalls auch der Anteil beziehungsweise die Minimierung kritischer Inhaltsstoffe für bestimmte Verwertungen. Biomasse von Nassgrünland hat auf Grund der höheren Flächenrelevanz von Nasswiesen-Paludikulturen ein größeres Mengenpotenzial im Vergleich zu Anbau-Paludikulturen, jedoch besteht eine geringere Einflussmöglichkeit auf die Qualität der Biomasse mittels Bestandesführung und gezieltem Wassermanagement, vor allem wenn weitere Belange auf der Fläche verfolgt werden (Optimierung Klimaschutzleistung, Naturschutzziele, Hochwasserretention usw.).

Für wirtschaftliche Betrachtungen sind zudem die hohen Anfangsinvestitionen und Etablierungskosten bei der Umstellung auf Paludikultur zu berücksichtigen. Dabei wird Kapital gebunden, welches bei Anbau-Paludikulturen erst zeitversetzt nach einigen Jahren beziehungsweise im Fall forstlicher Nutzung nach Jahrzehnten zurückfließt. Daneben sind Zinskosten nach Kreditaufnahmen für die Anfangsinvestitionen und zur Aufrechterhaltung der Liquidität einzubeziehen. Weitere betriebliche Kosten entstehen für die Markterschließung neuer Verwertungswege und/oder bei Investitionen in Verwertungs- oder Aufbereitungstechnik im eigenen Betrieb.

⁴³ https://www.ilb.de/media/dokumente/dokumente-fuer-programme/dokumente-mit-programmzuordnung/infrastruktur/02-zuschuesse/ilb_formular_kalkulation_zuschuss_w1902220919.xlsx

Einkommen können auch über den Verkauf ökologischer Leistungen generiert werden. Hierfür müssen die Ökosystemleistungen, wie z. B. der Erhalt des Torfkörpers als Langzeitkohlenstoffspeicher, jedoch quantifiziert, verifiziert und kommodifiziert werden. Hierdurch, z. B. bei Generierung und Vermarktung von Kohlenstoff-Zertifikaten entstehen ebenfalls Kosten, die bei den Projektträgern und bei den Betrieben anfallen, die aber bei der Kalkulation der Preise berücksichtigt werden. Das Erschließen neuer Märkte beziehungsweise Wertschöpfungsketten bedeutet einen zusätzlichen Aufwand für landwirtschaftliche Betriebe – hier ist ein betriebliches pro Aktives unternehmerischen Handeln und ein Umdenken des landwirtschaftlichen Selbstverständnisses (siehe oben) notwendig.

Tabelle 9: Erzielbare Erlöse für Biomasse aus Paludikultur in etablierten Verwertungswegen

Biomasse und Verwertung	Ertrag je ha	Rohstoffpreis	Erlös (€ je ha und Jahr)
Schilf¹			
▶ Dachschilf	Ø 500 Bunde	450 €/t	Ø 1.000
▶ Ausputz/schlechtere Qualität		30 €/t	
▶ Schilfdämmplatten/ Putzträger		~450 €/t	
Erle²			
▶ Stammholz	2,7 – 3,2 Vfm	46 – 54 € je Efm	61 – 195
▶ Industrie- / Brennholz	3,2 Vfm	40 € je Efm	86 – 122
Torfmoos³			
▶ als Weißtorfersatz in Kultursubstraten	~50 bis 200 m ³ /Jahr	25 €/m ³	1.250 – 5.000
▶ für Orchideenkultur		165 €/m ³	8.250 – 33.000
▶ als Saatgut		750 €/m ³	37.500 – 150.000
Sonnentau – medizinale Anwendungen			
▶ Wildsammlung ⁴	0,3 kg FM	160 – 1.000 €/kg FM,	48 – 300
▶ Urtinktur (10 L aus 1 kg Rohmaterial) ⁴	23 – 405 kg FM	265 €/L	795
▶ aus Sphagnum farming ⁵		160 – 1.000 €/kg FM	3.680 – 405.000
Brennstoff für Heizwerk			
▶ Nasswiesenheu	2 – 4 t TM	50 – 70 €/t	100 – 280
▶ Stroh (Vergleich)		80 – 100 €/t	
(Co-)Substrat für Biogasanlagen			
▶ Nassvergärung ¹	3 – 8 t TM	10, max. 35 €/ t FM	Ø 100/max. 600
▶ Feststoffvergärung	3 – 8 t TM	k. A.	
Einstreu			
▶ für Sauenhaltung	3 – 8 t TM	< 65 €/t	max. 195 – 520
▶ Stroh (Opportunitätskosten)		80 – 100 €/t	
Raufutter aus Feucht/Nassgrünland			
▶ Pferdeheu	3 – 8 t TM	100 – 130 €/t	300 – 1.040
Wasserbüffel⁷ (Vollweidesystem)	0,6 – 1,2 GV		
▶ Fleisch		6 – 13 €/kg	500 – 2.000
▶ Zuchttiere/ Herdenaufbau		2.000 – 2.500 €/Tier	580 – 1.000

¹ Wichmann 2017; ²Finkenstein & Gerst 2013; ³ Wichmann et al. 2020; ⁴ pers. Mitteilung B. Baranyai: Preise für Drosera aus Wildsammlung 2019 in Finnland: 164 €/kg, Preise sonst abhängig von Qualität und Herkunft zwischen 250 – 1.000 €/kg;

⁵ Baranyai & Joosten 2016; ⁶ Baranyai, Veröffentlichung in Vorbereitung; ⁷ Sweets & Müller 2016;

Tabelle 10: Erzielbare Erlöse für Biomasse aus Paludikultur bei Test- und Pilotanwendungen

Biomasse und Verwertung	Ertrag je ha	Rohstoffpreis	Erlös (€ je ha und Jahr)
Rohrkolben-Dämmplatte ¹	10 – 25 t ⁹	150 – 300 €/t	1.500 – 4.500
Rohrkolben-Einblasdämmung ²	10 – 25 t ⁹	k. A.	
Rohrkolben Pollen ³	3 – 8 kg	300 €/kg	900 – 2.400
Rohrkolben, Schilf, Nasswiesenbiomasse: Einweggeschirr ⁴	5 – 25 t	~50 €/t	250 – 1.250
Nassgrünland: Dämmmaterialien aus Gras ⁵	3 – 8 t	k. A.	
Nassgrünland, Schilf: Papier aus Gras ⁶	3 – 15 t	~ 70 – 100 €/t	210 – 1.500
Nassgrünland: Lignozellulosefasern für Verpackungsmaterial ⁷	3 – 8 t	k. A.	
Nassgrünland: Biokohle/Aktivkohle ⁸	3 – 8 t	k. A.	

Rohstoffpreise entsprechen genannten Zahlungsbereitschaften beziehungsweise Aussagen potenzieller Abnehmer; ¹ pers. Mitteilung S. Lamprecht, H.-J. Bullinger; ² Geurts & Fritz 2018; ³ pers. Mitteilung A. van Weeren; ⁴ pers. Mitteilung J. Reich; ⁵ z. B. Gramitherm-Dämmplatten aus Grasfasern; ⁶ z. B. Graspapier von creapaper, Köbbing 2016; ⁷ z. B. NewFoss, Zelfo Technology; ⁸ z. B. Pyreg GmbH, Umwelttechnik Baden-Baden, HTCycle GmbH, UFZ Leipzig

Tabelle 11: Potenziale für neue Verwertungsverfahren und Produkte für Paludi-Biomasse

Vegetation	Rohrkolben	Rohrkolben	Schilf	Schilf	Nasswiesen	Nasswiesen
Erntezeitpunkt	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Herbst
Tiergebundene Verfahren						
Futter: siliert für Milchvieh¹	x					
Rotwild²					x	
Gänse²					x	
Bau- und Dämmstoffe						
<i>Schilf-Brandschutzplatte³</i>				x		
<i>Zellulose-Schaumplatten⁴</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Trockenbauplatten⁵</i>				x		
<i>Laminat/Paneel⁶</i>		x		x		
<i>Dämmmaterialien aus Fasern⁷</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Substrat für Myzelienzucht (für Dämm- und Verpackungsmaterial)⁸</i>		x		x	x	x

<i>Fasern der Fruchtstände in Putzen⁹</i>		x				
Faserverarbeitung						
Faser als Zwischenprodukt für z. B. Spritzguss, Formkörper	x	x	x	x	x	x
Kartonage, Pappe	x				x	x
Verpackungen		x		x	x	x
Fasern der Fruchtstände als Füllmaterial		x				
Biokunststoffe/Bioraffinerie						
<i>Plattformchemikalie aus HMF¹⁰</i>		x		x	x	x
Naturfaserverstärkte Kunststoffe/Biokomposite	x	x	x	x	x	x
<i>Proteine aus Presssaft¹¹</i>	x					
Substrate und Bodenverbesserung						
<i>Torfersatz im Gartenbau¹²</i>		x		x		x
<i>Terra Preta aus Gärsubstrat nach Feststoffvergärung¹³</i>					x	
Weitere Verwertungen						
Junge Sprosse als Lebensmittel	x					
<i>Silizium für Anoden in Akkus¹⁴</i>			x			
<i>Germanium aus Rohrglanzgras¹⁵</i>					x	x
<i>Nährstoff-Recycling (Dünger)¹⁶</i>	x		x		x	

Kursiv – Verfahren, in denen (größtenteils kleine Proben einzelner Arten von) Paludi-Biomasse getestet wird/wurde; veröffentlichte Test-Ergebnisse oder Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Tests durchführen/durchgeführt haben:

- ¹ Geurts & Fritz 2018; ² Närmann et al. 2021; ³ Schröder & Joosten 2013; ⁴ Fraunhofer-Institut für Holzforschung Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI); ⁵ Karpfos Trockenbauplatten aus Stroh; ⁶ HuisVeendam BV; ⁷ Zelfo Technology GmbH, ⁸ UFT Bremen; ⁹ Georgiev et al. 2014; ¹⁰ Universität Hohenheim; ¹¹ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf; ¹² Universität Greifswald, Gramoflor GmbH & Co KG, Klassmann-Deilmann GmbH; ¹³ Texas Bioenergie; ¹⁴ Liu et al. 2015; ¹⁵ TU Freiberg; ¹⁶ Dahms et al. 2017, Walton et al. 2020.

3.5 Vergleich zu aktueller Moorbodennutzung: Opportunitätskosten

3.5.1 Methodische Vorbemerkungen

Inwiefern Paludikultur für landwirtschaftliche Betriebe interessant ist, hängt auch von der aktuell praktizierten Moorbodennutzung und der Wirtschaftlichkeit der Verfahren ab. Verringert sich bei der Umstellung auf Paludikultur gegenüber der aktuellen Moorbodennutzung der zu erwartende Gewinn, dann entstehen dem Betrieb Opportunitätskosten, weil er auf eine rentablere Nutzung verzichtet. Demzufolge hat die Höhe der einzelwirtschaftlichen Opportunitätskosten einen erheblichen Einfluss auf die Ausgestaltung der erforderlichen finanziellen Anreize für die Umstellung von der entwässerungsbasierten Nutzung auf Paludikultur – zumindest solange die derzeit bestehenden förder- oder ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen weiter bestehen und keine Einschränkungen für die Moorbodennutzung eingeführt werden (z. B. Mindestwasserstände, Verbot einjähriger Kulturen).

Die aktuelle Moorbodennutzung weist regionale und betriebliche Unterschiede auf. Eine differenzierte Einschätzung zur Moorbodennutzung und zu betriebspezifischen Opportunitätskosten ist jedoch schwierig, weil die jährlich erhobenen Daten der Testbetriebe, die alle drei Jahre durchgeführte Agrarstrukturerhebung (Daten verfügbar für das Jahr 2016) und die alle 10 Jahre stattfindende Landwirtschaftszählung (zuletzt im Jahr 2010), nicht zwischen Mineral- und Moorböden unterscheiden. Konkrete flächenscharfe Informationen zur tatsächlichen Moornutzung sind nur über die GIS-basierte Verschneidung der parzellenscharfen InVeKoS⁴⁴-Daten mit der Moorverbreitung möglich.

Um sich der sozio-ökonomischen Bedeutung der aktuellen Moorbodennutzung in Deutschland anzunähern, werden in einem 1. Schritt InVeKoS-Daten für ausgewählte moorreiche Regionen ausgewertet (Kapitel 3.5.2), in einem 2. Schritt Unterschiede in der Agrarstruktur dieser Regionen aufgezeigt (Kapitel 3.5.3) und in einem 3. Schritt die wirtschaftliche Bedeutung der Moorbodennutzung eingeschätzt (Kapitel 3.5.4). Als Kennzahlen werden hierfür die Standardoutputs (Bruttoerzeugung: potenzielle Markterlöse je Hektar) und Standarddeckungsbeiträge (potenzielle Markterlöse abzüglich variabler Spezialkosten) vorherrschender Produktionsverfahren sowie Testbetriebsdaten dargestellt. Für differenzierte Aussagen sind jedoch einzelbetriebliche Befragungen in den jeweiligen Moorregionen erforderlich, was anhand von Beispielen aus der Literatur dargestellt wird. Die Bedeutung der langfristigen Betrachtung des gesamten Betriebes mit allen Produktionsfaktoren im Rahmen einer Vollkostenrechnung wird in Box 5 erläutert.

⁴⁴ Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem.

Box 5: Wirtschaftlichkeit: Kurzfristige Betrachtung versus langfristige Betrachtung

Die **Wertschöpfung** ist der Betrag, der zur Entlohnung aller im Unternehmen eingesetzten Faktoreinkommen (z. B. Gehälter, Zinsen, Gewinne, Mieten und Pachten) für die Erstellung eines Gutes oder einer Leistung zur Verfügung steht. Aus betrieblicher Sicht umfassen Erlöse sowohl Markterlöse als auch nicht leistungsabhängige Subventionen (z. B. Direktzahlungen). Bei kurzfristiger Betrachtungsweise wird im betrieblichen Rechnungswesen der entgangene Gewinn als **Deckungsbeitrag** im Rahmen einer Teilkostenrechnung und bei langfristiger Betrachtung im Rahmen einer **Vollkostenrechnung** als Betriebseinkommen ermittelt. Der Deckungsbeitrag ergibt sich als Differenz zwischen den Markterlösen und den variablen Kosten. Es ist der Betrag, der einem Betrieb zur Deckung der Fixkosten zur Verfügung steht. Aus methodischer Sicht ist darauf hinzuweisen, dass die **kurzfristige Betrachtungsweise** der Teilkostenrechnung im operativen Tagesgeschäft durchaus sinnvoll erscheint und auch weit verbreitet ist, aber der Werteverzehr der betrieblichen Faktorausstattung, die vor allem die betriebseigenen oder gepachteten Flächen und die Gebäude betreffen, dabei nicht berücksichtigt wird. Dies hat zur Folge, dass nach dem Teufelskreis der Moornutzung (Kuntze 1984) immer höhere Kosten für die entwässerungsbasierte landwirtschaftliche Moornutzung anfallen und keine Einnahmen für Neuinvestitionen erwirtschaftet werden. Weiterhin ist anzumerken, dass bei der Teilkostenrechnung implizit von der Annahme ausgegangen wird, dass bei der Umstellung auf eine nasse Bewirtschaftungsform keine Anpassung der betrieblichen Faktorausstattung (Maschinen, Flächen, Gebäude) erforderlich ist, sodass ausschließlich die Veränderung variabler Kosten und Leistungen berücksichtigt wird. Da über die Umstellung auf Paludikultur im Rahmen einer langfristigen Betriebsplanung entschieden wird, müssen bei einer strategischen Entscheidungsfindung alle Produktionsfaktoren als variabel betrachtet werden und demzufolge auch **langfristige Bewertungsansätze** zugrunde gelegt werden (Dabbert & Braun 2009).

3.5.2 InVeKoS-Daten

InVeKoS-Daten sind aus Datenschutzgründen nicht frei verfügbar und für die Herausgabe, auch für wissenschaftliche Analysen, bestehen große Hürden. Um regionale Unterschiede in der Moorbodennutzung darstellen zu können, wurde die Bereitstellung für ausgewählte, moorreiche Beispielgebiete in Nord- und Süddeutschland beantragt. Trotz ähnlich lautender Anfrage unterscheiden sich die für das Jahr 2019 letztlich bereitgestellten Daten hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades (vgl. Tabelle 12). So wurden für den Landkreis Dithmarschen (Schleswig-Holstein) nur die Informationen zum Hauptnutzungstyp (Acker, Grünland, Dauerkultur) bereitgestellt, während für Mecklenburg-Vorpommern für jede Parzelle Informationen zur angebauten Kulturart (Nutzungscode-NC) sowie zur eventuellen Bindung über AUKM vorliegen (Auswertung in Hirschelmann et al. 2020). Eine weitere Herausforderung besteht bei Bundeslandgrenzen überschreitenden Mooregebieten, wie z. B. dem Schwäbischen Donaumoos, wo uns nur InVeKoS-Daten für den bayrischen Teil vorliegen, nicht aber aus Baden-Württemberg. Für Bayern werden zusätzlich Daten aus dem Jahr 2015 (Bayerischer Landtag 2016) einbezogen.

Der Anteil der Moorfläche an der über den Agrarantrag gemeldeten landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) beträgt im moorreichen Landkreis Ammerland (Niedersachsen) 66 %, im Landkreis Dithmarschen (Schleswig-Holstein) 19 %. In Mecklenburg-Vorpommern beträgt der Mooranteil an der gesamten LF 12 %, für den moorreichsten Landkreis (Vorpommern-Greifswald) 21 %. Auf Gemeindeebene kann der Anteil der Moorfläche an der landwirtschaftlich genutzten Fläche bis zu 100 % betragen. Deutliche Unterschiede gibt es bei dem Verhältnis der Hauptnutzungstypen. Die Grünlandnutzung hat einen hohen Anteil von 95 % in Dithmarschen und

86 % in Mecklenburg-Vorpommern, im Ammerland und in Bayern findet sich auf 56 % beziehungsweise 58 % der Moorböden Dauergrünland. Im Schwäbischen Donaumoos (Bayerischer Teil) überwiegt die Ackernutzung die Grünlandnutzung mit 56 % versus 43 %.

Neben der Nutzung als Dauergrünland spielt der Anbau von Ackerfutter eine zentrale Rolle. Aus den InVeKoS-Daten sind jedoch keine Rückschlüsse auf die Verwendung der Biomasse – Futter für die Tierhaltung oder Substrat für die Biogasanlage – möglich. Im Ammerland wird die Ackerfläche auf Moorböden überwiegend für die Produktion von Silomais (NC 411) und in geringerem Umfang für Ackergras (NC 424) genutzt (33 % der LF auf Moor). Im Donaumoos und in Mecklenburg-Vorpommern überwiegt der Anbau von Getreide leicht den Ackerfutterbau (Donaumoos: 28 % versus 24 %, M-V: 5 % versus 4 %). Silomais ist in jeder Region die flächenmäßig bedeutendste Anbaukultur, bei den Getreidearten ist es Winterweizen (NC 115; Donaumoos, M-V) beziehungsweise Wintertriticale (NC 156; Ammerland). Bei den Eiweißpflanzen werden vereinzelt Erbsen (NC 210), Ackerbohnen (NC 220) und Lupinen (NC 230) angebaut, bei den Ölsaaten ist vor allem Winterraps (NC 311) von Bedeutung und bei den Hackfrüchten sind es Kartoffeln (Stärke-/Speise-/Pflanz-Kartoffeln – NC 601, NC 602, NC 606) und Zuckerrüben (NC 603). Gemüse als einjährige Kulturen oder Dauerkulturen (z. B. Spargel oder Beerenobst) spielen flächenmäßig keine Rolle. Auf betrieblicher Ebene können Kulturen mit höheren Markterlösen je Hektar jedoch durchaus von Bedeutung sein. In Bayern konzentriert sich z. B. der Anbau von Kartoffeln, Gemüse und Kräutern/Gewürzpflanzen auf Moorböden in der Region Oberbayern und erfolgt dort auf 6 % der Fläche (Daten aus Bayerischer Landtag 2016).

Tabelle 12: Moorbodennutzung in Deutschland, exemplarisch für vier moorreiche Regionen

Bundesland	SH	BY	BY	NI	MV	
Region	Dithmarschen	Schwäbisches Donaumoos	Bayern	Ammerland	Mecklenburg-Vorpommern	
Abgrenzung	Landkreis	Naturraum, nur bayerischer Teil ¹	Bundesland	Landkreis	Bundesland	
Jahr	2019	2019	2015	2019	2019	
1	Größe [ha]	142.800	k. A.	7.050.000	72.800	2.317.400
2	Parzellen gesamt [ha]	100.600	k. A.	3.100.000	43.382	1.355.400
3	Parzellen auf Moor [ha / % von 2]	18.700/ 19 %	1.900/ k. A.	110.650/ 4 %	28.737/ 66 %	156.900/ 12 %
4	Anteile der Hauptnutzungstypen [% von 3]:					
	▶ Dauergrünland	95,4 %	43,3 %	58,5 %	56,0 %	87,8 %
	▶ Acker	4,6 %	56,4 %	41,1 %	42,2 %	12,1 %
	▶ Dauerkultur	0,0 %	0,3 %	0,4 %	1,8 %	0,1 %
	Anteile der Nutzungsarten [% von 3]:					
	▶ Getreide	k. A.	27,5 %	13,9 %	6,9 %	4,8 %
	▶ Eiweißpflanzen		0,7 %	0,3 %	0,1 %	0,3 %
	▶ Ölsaaten		1,6 %	0,9 %	0,3 %	1,1 %
	▶ Ackerfutter		24,4 %	20,4 %	32,9 %	3,7 %
	▶ Hackfrüchte		0,8 %	3,6 %	0,8 %	0,2 %
	▶ Stilllegung/ Streifen etc.		1,0 %	1,3 %	0,7 %	2,4 %
5	Bindung 2.Säule					
	▶ Gesamt [% von 3]	k. A.	k. A.	k. A.	5 %	48 %
	▶ Ökologischer Landbau bzw. in Umstellung [% von 3]				2 %	34 %
	▶ Extensive Grünlandnutzung [% von Moordauergrünland]				5 %	24 %

Im Vergleich der Regionen spielen Dauerkulturen im Ammerland die größte Rolle, fallen mit 1,8 % der landwirtschaftlich genutzten Moorfläche in den InVeKoS-Daten jedoch kaum ins Gewicht. Im Jahr 2019 waren 509 ha Dauerkulturen auf Moorböden gemeldet, davon 482 ha Baumschulflächen (NC 838), was jeweils ca. 31 % der jeweiligen Fläche im Landkreis entspricht. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nicht für alle Flächen ein Agrarantrag abgegeben wurde, da die Baumschulfläche für den Landkreis insgesamt 2.800 ha beträgt (Landesamt für Statistik Niedersachsen 2019a). Zudem ist darauf hinzuweisen, dass im Gartenbau auf relativ geringer Fläche eine hohe Wertschöpfung erzielt wird. Das Ammerland verfügt über 59 % der Baumschulfläche beziehungsweise 72 % der Fläche zur Erzeugung von Ziersträuchern und Bäumen (ohne Forstpflanzen) Niedersachsens, die von 172 Betrieben ($\bar{\mu}$ 16,3 ha/Betrieb) bewirtschaftet werden (Sauer & Keckl 2018). Von besonderer Bedeutung sind die Hochmoorböden für die Kultivierung von Rhododendron und weiteren Moorbeetpflanzen.

Flächen, die nicht für die landwirtschaftliche Produktion genutzt werden (Kategorien Stilllegung/Aus der Erzeugung genommen/Aufforstung – NC 545 bis 595 sowie Kategorie Streifen/Feldrand/ Ökologische Vorrangflächen – NC 054 bis 066) haben mit 0,7/1,0 /1,3 % einen relativ geringen Anteil im Ammerland, im Donaumoos und Bayern. Für Mecklenburg-Vorpommern sind es 2,4 % der Gesamtfläche beziehungsweise 14 % der Ackerfläche auf Moorböden, die nicht produktiv genutzt werden (siehe auch Hirschelmann et al. 2020).

Die Daten zu Bindungen der Parzellen über die 2. Säule der GAP lagen uns nur für zwei Regionen vor. Der Anteil der geförderten Moorfläche liegt in Mecklenburg-Vorpommern mit 48 % versus 5 % erheblich höher als im Ammerland (Tabelle 12). Relevant sind insbesondere die Förderung des Ökologischen Landbaus (34 % beziehungsweise 2 %) und die Teilnahme am Programm „Extensive Grünlandnutzung“ (24 % versus 5 % vom Dauergrünland). In den Bewirtschaftungsrichtlinien gibt es jedoch keinerlei Vorgaben zu den Wasserständen. In Mecklenburg-Vorpommern weist nur ein Bruchteil (ca. 3 %) der landwirtschaftlichen Moorböden potenziell hohe Wasserstände auf, wie z. B. ausgewählte Flächen der naturschutzgerechten Grünlandnutzung oder Naturschutzprojektflächen in den Flusstalmooren von Peene und Landgraben (Hirschelmann et al. 2020).

3.5.3 Statistikdaten zur Agrarstruktur

Die InVeKoS-Daten zeigen hinsichtlich des Grünlandanteils, der Ausrichtung des Ackerbaus (Anteil Ackerfutter) und der Bindung über die 2. Säule klare Unterschiede in der Moorbewirtschaftung der ausgewählten Regionen (Tabelle 12). Die Differenzierungen zur Grünlandnutzung in den InVeKoS-Daten geben jedoch wenig Aufschluss über die Bedeutung der Flächen für die Betriebe. Weitere Vergleichsmöglichkeiten hinsichtlich Nutzungsintensität und Flächendruck bieten daher Statistikdaten unter der Annahme, dass die Unterschiede, die zwischen den Regionen beim Viehbesatz und bei den Pachtpreisen als ein Indikator bestehen, sich innerhalb einer Beispielregion in ähnlichem Maße auf Mineral- und Moorböden auswirken. Ein Vergleich zwischen den Regionen wird dadurch erschwert, dass nicht alle Länder die erhobenen Kennzahlen vollständig auf regionalisierter Ebene (mindestens auf Landkreisebene) veröffentlichen.

In allen ausgewählten moorreichen Regionen beziehungsweise den relevanten Landkreisen (Tabelle 13) stellen Futterbaubetriebe die vorherrschende Betriebsform dar. Laut der Landwirtschaftszählung im Jahr 2010 (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011) sind bis zu 61 % der Betriebe diesem Betriebstyp zuzuordnen. Der Landkreis Vorpommern-Greifswald (beziehungsweise vor der Kreisgebietsreform die Kreise Ostvorpommern und Uecker-Randow) liegen dabei jedoch unter dem bundesweiten Durchschnittswert (43 %). Spezialisierte Futterbaubetriebe (Weideviehbetriebe) sind tierhaltende Betriebe, bei denen $> 2/3$ der Marktleistung

des Betriebes (Standardoutput⁴⁵) über den Produktionszweig „Weidevieh“ (Rinder, Schafe, Ziegen, Einhufer) oder die Erzeugung von Futterpflanzen für „Weidevieh“ generiert wird (Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2018a). Produktionsgrundlage der Futterbaubetriebe sind umfangreiche Grünlandflächen und/oder Ackerflächen, die für die Grünfütterzeugung (vor allem Silomais, auch Ackergras, Klee gras) genutzt werden.

Tabelle 13: Vergleich von Nutzungsintensität und Flächendruck in moorreichen Regionen

Region	Dithmarschen	Schwäbisches Donaumoos	Ammerland	Mecklenburg-Vorpommern
Landkreise als Bezugseinheit der Statistik-Daten	Dithmarschen	Günzburg; Dillingen a. d. Donau	Ammerland	Vorpommern-Greifswald
Anteil der Futterbaubetriebe a) 2010, b) 2016	a) 61 % ¹ b) 57 % ²	a) 61 %; 45 % ¹ b) k. A.	a) 59 % ¹ b) k. A.	a) 39 %; 40 % ¹ b) 38 % ⁶
Anteil der Betriebe mit DGL	91 % ²	k. A.	81 % ⁵	84 % ⁶
Anteil der Betriebe mit Rindern/mit Milchkühen	53 %/31 % ²	55 %/39 % ³ ; 44 %/27 % ⁴	59 %/44 % ⁵	47 %/15 % ⁶
Rinder/Milchkühe pro Betrieb	195/103 ²	82/43 ³ ; 102/44 ⁴	178/95 ⁵	313/185 ⁶
Betriebsgröße (LF/ha)	78 ²	37 ³ ; 43 ⁴	50 ⁵	303 ⁶
Anteil der Hauptfutterfläche an LF	58 %	56 % ³ ; 45 % ⁴	82 % ⁵	40 % ⁶
Anteil von Acker an Hauptfutterfläche	25 %	45 % ³ ; 61 % ⁴	43 % ⁵	33 % ⁶
Rinder je ha Hauptfutterfläche	2,3	2,2 ³ ; 2,3 ⁴	2,6 ⁵	1,2 ⁶
Arbeitskräfteeinheiten/100ha	2,6 ¹	4,2; 3,8 ¹	7,8 ¹	1,0; 1,3 ¹

¹ Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011), ² Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2017),

³ Bayerisches Landesamt für Statistik (2019a), ⁴ Bayerisches Landesamt für Statistik (2019b),

⁵ Landesamt für Statistik Niedersachsen (2019b), ⁶ Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2018b)

In den Regionen haben > 80 % aller Betriebe Dauergrünland-Flächen (Tabelle 13). Insbesondere das Ammerland wird sehr durch die Futterbaubetriebe geprägt: Die Hauptfutterfläche (Grünland und Ackerfutter) nimmt hier mit 82 % (Tabelle 13) beziehungsweise bezogen auf die Moorböden 89 % (Tabelle 12) einen sehr hohen Anteil der LF ein. Auch der Anteil Rinderbeziehungsweise Milchviehhaltender Betriebe (59 % und 44 %) ist hier am höchsten. Bei der Flächenausstattung (ha LF) und der Tieranzahl je Betrieb sieht man deutlich die historisch gewachsenen Unterschiede in der Agrarstruktur zwischen Ost- und Westdeutschland, aber auch kleinere Strukturen in Bayern im Vergleich zu Nordwestdeutschland. Demgegenüber ist der Viehbesatz (1,2 versus 2,2 – 2,6 Rinder je Hauptfutterfläche) und somit der Flächendruck in Vorpommern-Greifswald am geringsten. Dies wirkt sich auch auf die Höhe der Pacht- und Kaufpreise landwirtschaftlicher Flächen aus (Tabelle 14). Erhebliche Unterschiede gibt es zudem bei der Arbeitskraftbindung. Größere Strukturen, geringer Anteil Milchviehhaltender Betriebe (15 %) und geringer Viehbesatz je Hektar führen für Nordostdeutschland zu niedrigen Werten

⁴⁵ Der Standardoutput gibt die potenziellen Markterlöse je Betrieb beziehungsweise je Hektar an, die durch die Multiplikation der erzeugten Mengen mit den zugehörigen Ab-Hof-Preisen berechnet wird. Mehrwertsteuer, produktspezifische Steuern und entkoppelte Direktzahlungen sind nicht berücksichtigt.

von 1,0 beziehungsweise 1,3 Arbeitskräfteeinheiten je ha (Tabelle 13). Der außergewöhnlich hohe Wert von 7,8 Arbeitskräfteeinheiten je ha im Ammerland ist nicht nur mit der Milchviehhaltung, sondern in erster Linie mit den arbeitsintensiven, aber flächenextensiven Baumschulbetrieben zu erklären.

Die in Tabelle 14 dargestellten Unterschiede der Pachtentgelte und Kaufpreise für landwirtschaftliche Grundstücke lassen sich nur zu einem Teil durch Unterschiede in der Ertragsfähigkeit der Standorte oder die Art beziehungsweise Intensität der Flächennutzung erklären. Im Zeitraum 2008 – 2018 haben sich die Kaufwerte in den Alten Bundesländern mehr als verdoppelt und – ausgehend von einem niedrigeren Preisniveau – in den Neuen Bundesländern mehr als verdreifacht (Statistisches Bundesamt 2019b). In dicht besiedelten Regionen mit hohem Bedarf an Bbauungs- und Verkehrsflächen (z. B. Bayern) sind die Kaufwerte am höchsten. Zur Preissteigerung trägt hier auch die Nachfrage nach Ausgleichsflächen (Kompensationsmaßnahmen, Ökokontierung) bei. Weiteren Einfluss haben die EEG-Förderung für Biogas, die den Nutzungsdruck auf Moorflächen in einigen Regionen erhöht hat sowie der Bedarf an „Gülleentsorgungsflächen“ in Regionen mit hoher Viehdichte. Auch unabhängig von der Nutzbarkeit im Betrieb sind die Pachtpreise für Moorgrünland gestiegen, da durch Einführung einheitlicher, flächengebundener Direktzahlungen jeder Hektar einen Mindestwert erhalten hat. Nicht zuletzt hat in andauernden Niedrigzinszeiten der Ankauf landwirtschaftlicher Flächen als Anlage-, Abschreib- und Spekulationsobjekt für Großinvestoren an Bedeutung gewonnen. Diese auf verschiedene Faktoren zurückzuführenden Preissteigerung erhöhen auch die Umsetzungskosten für Wiedervernässungsprojekte. Als Richtwert aus Umsetzungsprojekten nennt der NABU 3.000 – 10.000 € für den Ankauf von schlecht nutzbarem Moorgrünland, wobei bei gutem Grünland und Acker die Preise je nach Region deutlich höher liegen (schriftliche Mitteilung, Februar 2020, Felix Grützmaier, NABU). Anhaltspunkte bieten die Bodenrichtwerte der Gutachterausschüsse für Grundstückswerte bei den Landkreisen. In einem aktuellen Projekt in Bayern liegen die Kosten für Grün- und Ackerflächen bei 15.000 € je ha (Raum Rosenheim), im Donaumoos werden Preise von 60.000 € je ha verlangt (mündliche Mitteilung, Michael Winterholler, Februar 2020, LfU). Geringere Kosten werden verursacht, wenn statt eines Eigentümerwechsel eine Entschädigung für die Gestattung der Wiedervernässungsmaßnahmen gezahlt wird (siehe auch Tabelle 4).

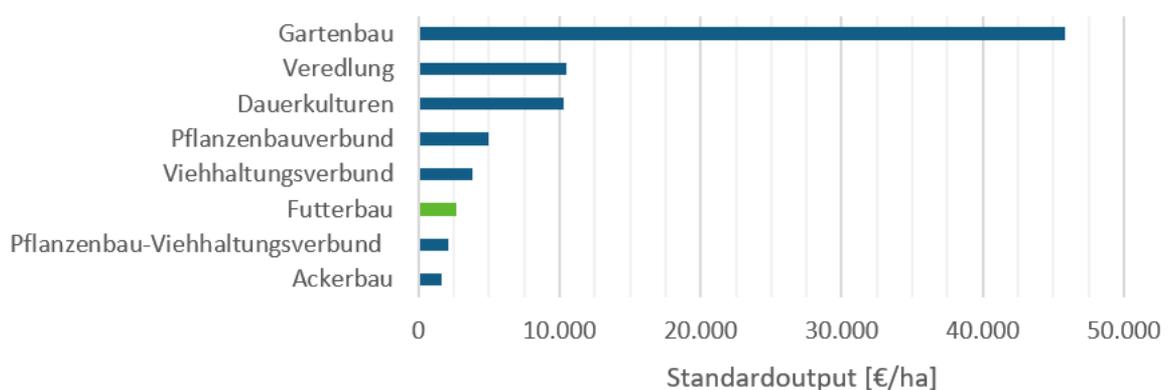
Tabelle 14: Pachtentgelte und Kaufwerte für Acker- (AL) und Dauergrünland (DGL) in €/ha*

Bundesland bzw. Region	Pacht – AL	Pacht – DGL	Kaufwert
Schleswig-Holstein	5061	2981	26.8751
→ Dithmarschen	5612	3272	AL: 34.447; DGL:15.0003
Bayern	3961	2211	60.8641
→ Schwäbisches Donaumoos	400 – 1.0004	45 – 4004	AL: 60.000 – 70.0004
Niedersachsen	5391	2701	33.4971
→ Ammerland	3045	2095	30.000 bis > 40.0006
Mecklenburg-Vorpommern	2711	1371	21.8221
→ Vorpommern-Greifswald	k. A.	k. A.	k. A.

*Es erfolgt keine Unterscheidung in Mineralböden und organische Böden. Quellen: ¹ Statistisches Bundesamt (2019a), Daten für Pacht aus 2016, für Kaufwerte aus 2017; ² MELUND Schleswig-Holstein (2019a), Daten aus 2017/2018; ³ MELUND Schleswig-Holstein (2019b), Daten aus 2017/2018; ⁴ Buschmann et al. (2020), Interview-Daten aus 2016; ⁵ LSK Niedersachsen (2011), Daten aus 2010; ⁶ MELV Niedersachsen (2017), Daten aus 2016.

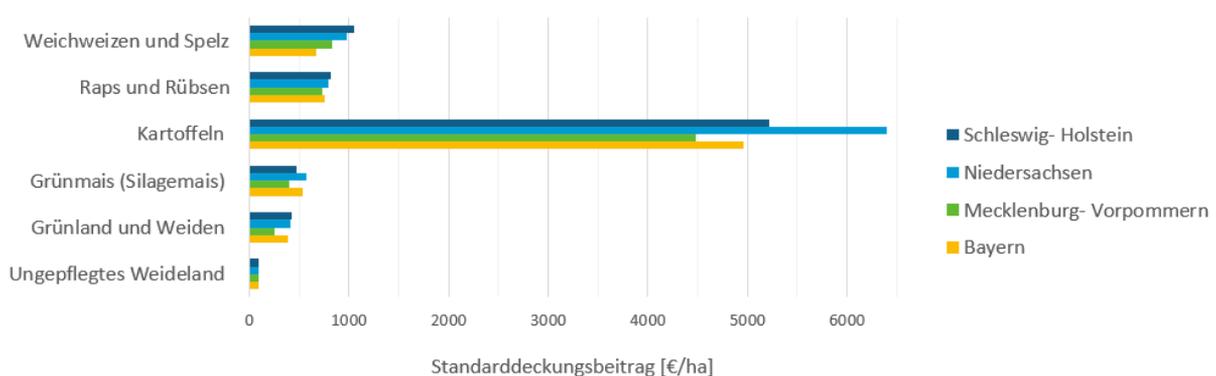
3.5.4 Wirtschaftlichkeit entwässerungsbasierter Moornutzung

Gemäß dem rechnerisch ermittelten Standardoutput gehören Futterbaubetriebe, die in allen Moorregionen vorherrschen (siehe Tabelle 13), zu den Betriebstypen mit der niedrigsten Marktleistung je Hektar (Abbildung 3). Für Futterbaubetriebe liegt der Standardoutput bei \varnothing 2.708 €/ha (spezialisierte Milchviehbetriebe: 3.264 €, spezialisierte Rinderaufzucht- und -mastbetriebe: 1.652 €). Die Werte für Gartenbau-, Dauerkultur- und Veredlungsbetriebe sind erwartungsgemäß erheblich höher. Zunächst überraschend sind die niedrigen Werte für Ackerbaubetriebe. Ein Vergleich der Standarddeckungsbeiträge, für deren Berechnung von der Marktleistung die variablen Spezialkosten⁴⁶ abgezogen werden, zeigen für typische Nutzungsarten (vgl. Tabelle 12) jedoch höhere Werte je Hektar, z. B. für Weizen, Raps und vor allem Kartoffeln als für Silomaisanbau und Grünland (Abbildung 4). Diese statistischen Daten sind nicht moorspezifisch und auf regionalisierter Ebene auch nicht frei verfügbar, aber sie verdeutlichen die Unterschiede des Wertes des Produktionsfaktors Boden basierend auf der Nutzungsform und der Marktleistung.



Quelle: Statistisches Bundesamt 2017, eigene Darstellung.

Abbildung 3: Marktleistung landwirtschaftlicher Betriebe nach Ausrichtung.

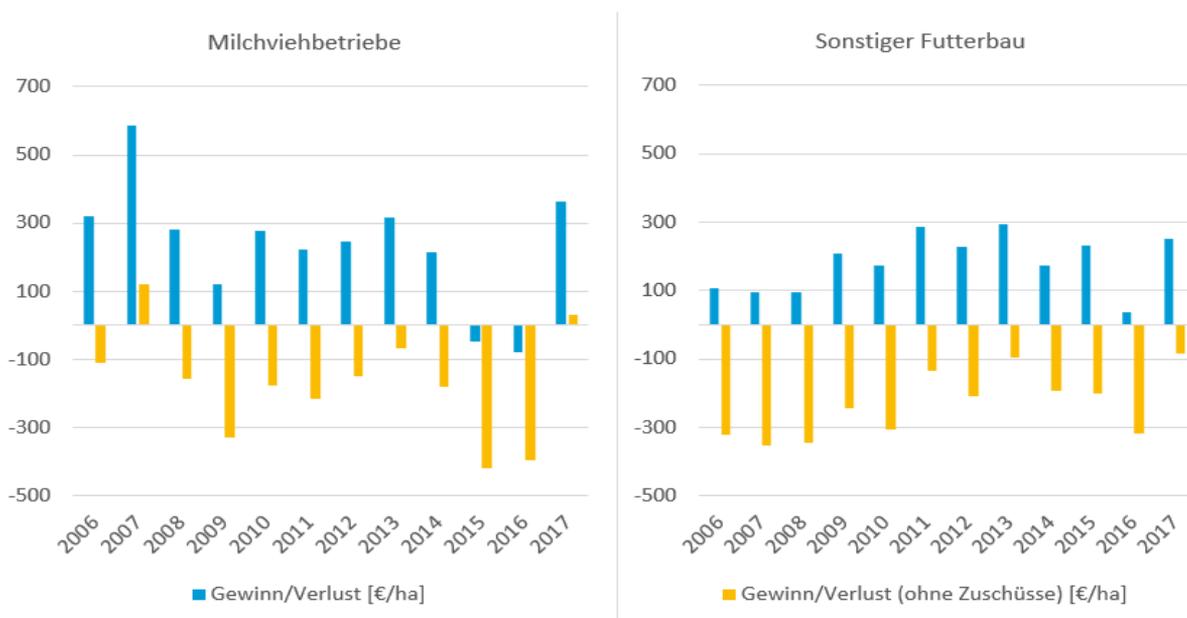


Quelle: KTBL 2020, eigene Darstellung. Dargestellt ist der fünfjährige Durchschnitt (2013/2014 bis 2017/2018) für Produktionsverfahren, die laut InVeKoS-Daten in moorreichen Regionen in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Bayern von Bedeutung sind, aggregiert für das jeweilige Bundesland. Die Werte für Grünfütterflächen stellen die Werte von Futterüberschussflächen dar.

Abbildung 4: Standarddeckungsbeiträge für ausgewählte Produktionsverfahren

⁴⁶ Unberücksichtigt bleiben dabei ein Großteil der Produktionskosten wie Arbeitskosten, variable und fixe Maschinenkosten, Gebäudekosten, Kosten überbetrieblicher Dienstleistungen.

Zusätzlich zu den Markterlösen haben die Zahlungen im Rahmen der Europäischen Agrarpolitik eine erhebliche Einkommenswirksamkeit. Mit der Entkopplung der Agrarzahlung von der Produktion (Agrarreform 2005 und 2013) wurden preisstützende Zahlungen in flächenbezogene Direktzahlungen umgewandelt, wodurch jedem Hektar Acker und Grünland ein regional und betrieblich leicht variierender Betrag von ca. 300 € je ha (Basis-, Greening-, Umverteilungs- und Junglandwirteprämie) zukommt. Die Testbetriebsdaten für Futterbaubetriebe in Mecklenburg-Vorpommern (Abbildung 5) verdeutlichen, dass die Produktionsfaktoren (Boden, Arbeit, Kapital) ohne öffentliche Transferzahlungen (Zulagen und Zuschüsse) nicht entlohnt werden können. Die Schwankungen sind bei Milchviehbetrieben größer als bei Sonstigen Futterbaubetrieben. In Jahren mit schlechten Milchpreisen (2015 und 2016) konnte die Kostenunterdeckung jedoch auch durch die Transferzahlungen nicht ausgeglichen werden. Im langjährigen Mittel ist der Anteil der Prämien an der Wertschöpfung (Betriebseinkommen je ha LF) mit \varnothing 49 % (Milchviehbetriebe) und \varnothing 67 % (Sonstige Futterbaubetriebe) hoch. Auf Grund der Prämienabhängigkeit werden die Opportunitätskosten der etablierten Nutzungen auch von Moorflächen stark von der derzeitigen Förderpolitik bestimmt.



Quelle: Testbetriebsdaten laut LFA M-V 2020, eigene Darstellung.
Gewinn/Verlust (Kennzahl 9001: Gewinn- und Verlustrechnung nach dem Gesamtkostenverfahren) mit und ohne Zulagen/ Zuschüsse (Kennzahl 4510). Angaben für Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2006/2007 bis 2017/2018.

Abbildung 5: Gewinn/ Verlust für Milchviehbetriebe und Sonstige Futterbaubetriebe in M-V

Statistische Daten können höchstens grobe Hinweise bezüglich der Opportunitätskosten für konkrete Flächen geben; für genauere Einschätzungen sind lokale Informationen erforderlich (Moxey 2016). Moorspezifische Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der herkömmlichen Moornutzungen und zu den lokalen Opportunitätskosten sind somit nur auf Grundlage aufwändiger Betriebsbefragungen möglich. Relevant sind z. B. der Anteil der Moorflächen im Betrieb, Nutzungsart und Nutzungsintensität, der Ertrag sowie die Bedeutung konkreter Flächen im Betrieb, z. B. als essenzielle Futterfläche, für Biogassubstrat, zum Heuverkauf oder ohne Verwertung der Biomasse (Mulchen als Mindestnutzung) beziehungsweise Kompensationsmöglichkeiten durch Intensivierung der Nutzung von Mineralbodenflächen. Auch die Anrechnung als „Gülleentsorgungsfläche“ ist in Regionen mit hohem Viehbesatz von Bedeutung. Stellver-

trete werden in Box 6 und Box 7 zwei Studien vorgestellt, die auf umfangreichen Erhebungen der realen Moornutzung in ausgewählten Gebieten basieren. Die zwei vorgestellten Studien illustrieren unterschiedliche methodische Ansätze, den erheblichen Aufwand, um betriebspezifische Opportunitätskosten zu quantifizieren, und Unterschiede der betrieblichen Betroffenheit auch innerhalb von Regionen.

Box 6: Opportunitätskosten anhand linearer Optimierung für Modellbetriebe

Eine umfangreiche Befragung haben Krimly & Dabbert (2012) in Baden-Württemberg durchgeführt. Dort bewirtschafteten 395 Betriebe insgesamt 2.830 ha Moorfläche, was einem Anteil von 16,4 % an der LF dieser Betriebe entspricht. Die Moorflächen werden zu 82 % als Grünland bewirtschaftet, wobei die Nutzungsintensität bezogen auf die Schnitthäufigkeit geringer war als auf dem Grünland auf Mineralboden und das Moorgrünland zu einem geringeren Anteil beweidet wurde. Es wurden jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Regionen festgestellt, so z. B. eine intensivere Nutzung wo der Anteil Milchviehhaltender Betrieb höher war. Basierend auf den Befragungsergebnissen wurden für eine ausgewählte Region (Voralpines Hügel- und Moorland) drei Modellbetriebe mit einem Mooranteil an der LF von 13,5 – 17 % herausgearbeitet: Großer Milchviehbetrieb, kleiner Milchviehbetrieb (93 beziehungsweise 38 Kühe, 70 % beziehungsweise 32 % des Grünlandes fünfschürig) sowie ein Verbundbetrieb (Ackerbau, 13 Mutterkühe) (Krimly et al. 2016). Anhand von linearen Optimierungen wurden die Auswirkungen von fünf Szenarien mit unterschiedlichen Maßnahmen auf den Moorflächen (z. B. Umwandlung Acker in Grünland, Wasserstandsanhebungen bis hin zu 100 % Vernässung) auf die Modellbetriebe untersucht. Die Deckungsbeiträge pro Hektar Moorfläche verringerten sich bei der Wiedervernässung von Ackerland um 1.148 €/960 €/330 € (Großer beziehungsweise kleiner Milchviehbetrieb sowie Verbundbetrieb), bei der Wiedervernässung aller Moorflächen um 732 €/278 €/178 €, wobei jeweils eine Nutzungsauffassung und Verlust der Prämienzahlungen angenommen wird, und im Fall der Umwandlung aller Moorflächen zu Nassgrasland (einschürig, höhere 2.Säule-Zahlungen angenommen) um 575 €/155 €/147 € je ha. Krimly et al. (2016) betonen für Umsetzungsprojekte die Notwendigkeit, die Auswirkungen auf individueller, betrieblicher Ebene zu untersuchen.

Box 7: Opportunitätskosten anhand von Deckungsbeiträgen und Pachtwertrückgang

Sechs moorreiche Regionen in Deutschland wurden von Schaller (2014) auf der Grundlage von 116 Betriebsbefragungen, Expertenbefragungen sowie Stakeholder-Workshops verglichen (Datenerhebung in den Jahren 2007 und 2008). Berücksichtigt wurden Hoch- und Niedermoor-Gebiete in Niedersachsen (Ahlenmoor, Dümmer), Brandenburg (Havelluch), Mecklenburg-Vorpommern (Peenetal) und Bayern (Freisinger Moos, Mooseurach). Die ökonomischen Konsequenzen von Landnutzungsänderungen für landwirtschaftliche Betriebe wurden modelliert und als „kurzfristiger“ Effekt die Einkommensänderungen in Form von Deckungsbeitragsverlusten berücksichtigt, während als „langfristiger“ Effekt ein Rückgang des Pachtwerts der Moorflächen angesetzt wurde. Bewirtschafteter der Flächen waren Futterbau-, Veredelungs- und Marktfruchtbetriebe sowie Gemischtbetriebe. Durchschnittlich waren in den verschiedenen Gebieten 30 bis 90 % der Betriebsflächen Moorböden. Vor allem in Betrieben mit hoher Flächenbetroffenheit sowie arbeits- und kapitalintensiver Produktion, das heißt geringen Möglichkeiten betrieblicher Anpassung, wurden Maßnahmen zur Emissionsreduzierung selbst unter der Voraussetzung finanzieller Kompensation größtenteils abgelehnt, wohingegen ein Flächentausch meistens auf Akzeptanz stieß.

3.5.5 Betriebsspezifische Opportunitätskosten und einzelwirtschaftliche Vermeidungskosten

Die Analysen von InVeKoS-Daten verdeutlichen in erster Linie die vorherrschenden Unterschiede in der Moorbodennutzung. Die Statistik- und Literaturdaten über die Marktleistung, den Deckungsbeitrag, die Wertschöpfung, die Pachten und die Kaufwerte für landwirtschaftliche Grundstücke zeigen, dass diese als qualitative Aussagen verallgemeinerbar sind. Sie lassen keine Rückschlüsse auf die konkrete Höhe der **betriebsspezifischen Opportunitätskosten** zu. Diese hängt unter anderem ab von:

- ▶ Wirtschaftlichkeit von Nasswiesen- und Anbau-Paludikulturen
- ▶ Regionalen Unterschieden hinsichtlich Intensität der Moorbodennutzung
- ▶ Betrieblichen Unterschieden hinsichtlich Betriebsausrichtung, Nutzungsart/-intensität, Flächenausstattung, Kapitalbindung, Akzeptanz von Kompensation (finanziell versus Flächentausch)
- ▶ Prämienfähigkeit entwässerter Flächen
- ▶ Prämienfähigkeit wiedervernässter Flächen, gegebenenfalls Paludikultur (Beihilfefähigkeit 1. Säule, Honorierung 2. Säule).

Opportunitätskosten werden häufig genutzt, um **einzelwirtschaftliche THG-Vermeidungskosten** anzugeben. In der Regel wird der entgangene Deckungsbeitrag durch die eingesparten Emissionen geteilt. Schaller (2015) ermittelte bei einzelbetrieblichen Befragungen (siehe Box 7) für 90 % der untersuchten Flächen kurzfristige, landwirtschaftliche Vermeidungskosten von 50 – 90 € /t CO₂-Äq. Dabei führt eine moderate Wasserstandsanehebung mit Extensivierung der Nutzung auf Grund der geringen THG-Reduktionen zu höheren Vermeidungskosten als eine Vernässung mit Auflassung. Für langfristige Kosten auf Grund von Pachtwertänderungen wurden < 10 € je t CO₂-Äq. ermittelt (ebd.). Röder & Grützmaker (2012) berechneten anhand regionsspezifischer Standarddeckungsbeiträge Vermeidungskosten im Bereich von 20 – 70 €/t CO₂-Äq. Laut Röder et al. (2015) würden mit Zahlungen von 50 € je vermiedener Tonne CO₂-Äq die landwirtschaftliche Nutzung aufgegeben und alle Moorflächen zur Wiedervernässung zur Verfügung gestellt werden, in weiten Teilen Nordost-, Ost- und Süd-Deutschlands bereits bei einer Zahlung von 13 € t CO₂-Äq. Im Norden und Nordwesten sind höhere Zahlungen erforderlich, da in dieser Region Moorböden einen hohen Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche einnehmen und eine intensive landwirtschaftliche Nutzung, v. a. zur Tierhaltung, vorherrscht (ebd.). Krimly et al. (2016) beziehen neben der Veränderung bodenbürtiger THG-Emissionen (5 – 30 €/t CO₂-Äq.) weitere betriebliche Emissionen (z. B. Düngung, Energiebedarf) ein. Andere Studien berücksichtigen bei der Berechnung von Vermeidungskosten auch Planungs- und Baukosten (vgl. Tabelle 5). Teilweise werden bei einzelwirtschaftlichen Vermeidungskosten (der Verlust von) Direktzahlungen oder die Honorierung ökologischer Leistungen eingerechnet. Eine direkte Vergleichbarkeit von Vermeidungskosten aus verschiedenen Studien ist auf Grund der verschiedenen Berechnungswege somit nicht gegeben beziehungsweise erfordert eine gründliche Prüfung der einbezogenen Kosten und Effekte.

Es fehlen bisher betriebsspezifische Untersuchungen, die bei Wasserstandsanehebungen in Flur nicht von einer Nutzungsauffassung, sondern von einer Weiterbewirtschaftung in Paludikultur ausgehen. Die Wirtschaftlichkeit der Paludikulturverfahren hängt stark von der Nachfrage bislang nicht etablierter Märkte ab. Werden höhere Gewinne oder im Fall von aktuell defizitärer Bewirtschaftung geringere Verluste erwirtschaftet, kann die Umstellung von Paludikultur sogar zu negativen Opportunitätskosten und Vermeidungskosten führen. Entscheidend ist hierbei auch, ob die Kosten der Wasserstandsanehebungen den Betrieben angelastet werden oder – wie bei der Moorentwässerung und Kultivierung – zu erheblichen Teilen gesellschaftlich gestützt und mit Anreizen befördert werden.

4 Schlussfolgerungen

Die Wiedervernässung von Mooren und anderen kohlenstoffreichen Böden ist eine bedeutsame Maßnahme zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen und zur Erreichung der mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz angestrebten Klimaschutzziele. Der Großteil der entwässerten Moorböden ist jedoch landwirtschaftlich genutzt. Die Etablierung von Paludikultur wird als Chance gesehen, um Klimaschutz durch Moorbodenschutz im größeren Umfang zu realisieren. Paludikultur wird in der Nationalen Moorschutzstrategie des BMU, der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz und dem Koalitionsvertrag der aktuellen Regierung als Bestandteil des Moorklimaschutzes ausdrücklich genannt. Die Umsetzung von Paludikultur in der Fläche wird bisher jedoch durch zahlreiche Hemmnisse beschränkt.

Die Ableitung von Lösungsansätzen für diese in Nordt et al (2022) identifizierten Hemmnisse hat eine große Bandbreite an Handlungsoptionen aufgezeigt. Es wurde deutlich, dass geeignete Instrumente zur Förderung der Umsetzung von Paludikultur bereits vorhanden sind, jedoch zielgerichtet weiterentwickelt werden müssen. Die vorhandenen Instrumente können bislang noch keine Lenkungswirkung bei den betrieblichen Entscheidungsträgern*Entscheidungsträgerinnen herbeiführen. Aus betrieblicher Sicht existiert kein Anreiz, die entwässerungsbasierte Nutzung der Moore aufzugeben und in eine klimafreundliche Nutzung einzusteigen. Insbesondere fehlt es bisher an klaren Signalen, dass sich dies in Zukunft ändern wird.

Um die klimapolitisch formulierten Ziele zu erreichen, muss umgehend gehandelt werden. Es wurde deutlich, dass bei den regulativen Instrumenten gesetzgeberische Konkretisierungen erforderlich sind. Neben der Konkretisierung der Guten fachlichen Praxis im Bundesbodenschutzgesetz ist die zentrale Stellschraube die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Paludikultur gegenüber der herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutzung der Moore. Das betrifft vor allem die klimaschädigende Wirkung der Direktzahlungen für die entwässerungsbasierte landwirtschaftliche Nutzung und die Gleichstellung der Beihilfefähigkeit für (Anbau-)Paludikulturen in der GAP. Während bereits absehbar ist, dass der ab 2023 neu einzuführende Mindeststandard für Moore (GLÖZ 2) die herkömmliche Moorbodenentwässerung nicht einschränken wird, bestehen bezüglich der Optionen zur Beihilfefähigkeit von Paludikulturen noch große Unsicherheiten zur konkreten Umsetzung auf nationaler Ebene. Ohne die Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen und flankierender Maßnahmen können weder bestehende noch neue Förderinstrumente ihre Wirksamkeit entfalten.

Für Instrumente und finanzielle Anreize, mit denen die Umsetzung von Paludikultur befördert werden kann, gibt es hingegen vielgestaltige Möglichkeiten. Diese können direkt an der Fläche ansetzen, auf der Paludikultur etabliert wird; am landwirtschaftlichen Betrieb, der Paludikultur betreibt und entsprechende materielle und immaterielle Ausstattung benötigt; am verarbeitenden Unternehmen, welches neue Produkte entwickelt, produziert und vermarktet; am Produkt selbst, dessen klimafreundliche Eigenschaften einen positiven Effekt haben. Zu den flankierenden Aktivitäten, die die Umsetzung von Paludikultur positiv beeinflussen können, zählen die Durchführung von Forschungsprojekten, vorbereitende Gebietsstudien, Aufbau von Beratungskapazitäten, Ausbildung von Fachkräften für alle Ebenen – in Landwirtschaft, Fachplanung, Genehmigungsbehörden, Projektträgern, Baufirmen. Für einzelne Instrumente sind rechtliche Voraussetzungen klarer zu formulieren beziehungsweise neu zu schaffen.

Um Anreizinstrumente ausgestalten zu können, ist das Wissen über die relevanten Kostenpositionen und Kostendimensionen bei der Umstellung auf Paludikultur erforderlich. Die Aufstellung der anfallenden Kosten machte zum einen große Lücken an Erfahrung, Erprobung und belastbaren Daten deutlich. Es zeigte sich zum anderen auch, dass die Kosten der Wiedervernäs-

sung und Nutzungsumstellung eine hohe Spannweite aufweisen und erheblich höher sein können als bei reiner Wiedervernässung und Auflassung. Anreizbedarf wird daher insbesondere für die hohen Investitionen gesehen, die beim Wechsel zur Paludikultur erforderlich sind:

- ▶ Wiedervernässung (Planungs- und Baukosten): Ø 4.000 € / ha
(Spanne: 1.065 – 17.555 € /ha)
- ▶ Etablierung von Paludikultur (Infrastruktur für Biomasse-Abtransport, Wasserrückhalt und -management, Etablierung per Saat oder Pflanzung): Ø 10.000 € / ha
(Spanne: 2.000 – 128.000 € /ha)
- ▶ Anschaffung von Erntetechnik (großmaßstäbige Ernte nasser Moorböden): Der angenommene Finanzierungsbedarf von 400.000 € berücksichtigt neben der Biomassemahd auch Biomassebergung und -abtransport.

Diese Werte basieren auf den Daten von Wiedervernässungsprojekten, den nur vereinzelt vorhandenen Paludikulturprojekten und Experteneinschätzungen. Sie dienen dazu, die Dimensionen der anfallenden Kosten zu veranschaulichen, nicht als absolute, gesicherte Werte, die notwendig und zugleich ausreichend sind, die Wiedervernässung und Paludikulturetablierung in klimaziellkonformer Weise anzureizen. Eine Verbesserung der Datengrundlage durch die Verifizierung von Kostendaten, das Schließen von Wissenslücken und Langzeit-Erfahrungen wird nicht zuletzt durch 10jährige Pilot-, Modell- und Demonstrationsvorhaben möglich werden, die 2022/2023 mit Förderung der Bundesumwelt- und -landwirtschaftsministerien beginnen.

Weiterhin zeigt diese Studie, dass die einzelwirtschaftlichen Opportunitätskosten und Vermeidungskosten stark variieren, wobei die Flächenprämie bei den Opportunitätskosten einen einheitlichen Sockelbetrag bildet. Dies ist bei der Ausgestaltung anreizbasierter Finanzierungsinstrumente für die Umstellung von der entwässerungsbasierten Nutzung auf Paludikultur zu beachten (vgl. Schäfer et al. 2022). Das betrifft vor allem die Entwicklung von seriösen Finanzierungsmodellen mit entsprechend langen Laufzeiten aber auch den verstärkten Einsatz wettbewerbsorientierter Instrumente wie beispielsweise Ausschreibungsverfahren, die zu einem effizienten Mitteleinsatz beitragen können. Auch markt- und produktbasierte Ansätze wie die Vermarktung von ökologischen Leistungen über Zertifikate oder Preisaufschläge sind vorstellbar, sind aber nicht durch einzelne Landwirte zu entwickeln. Ein gezielter Aufbau von neuen Verwertungswegen für Paludi-Biomasse mit neuen markt- und konkurrenzfähigen Produkten würde die Landwirte in ihrer Rolle als Produzenten für nachgefragte Güter motivieren, auf Paludikultur umzustellen. Hierfür erscheint es sinnvoll, Paludi-Biomasse in bestehende Verwertungsverfahren im Bereich Bioökonomie einzuspeisen, beziehungsweise in die Entwicklung geeigneter Verwertungsverfahren zu investieren.

Bei der Auswahl und der Ausgestaltung geeigneter anreizbasierter Finanzierungsinstrumente sind diese Aspekte ebenso zu bedenken wie die flächenwirksame Honorierung der erbrachten Klimaschutzleistungen. Hierfür sollte der bereits vor 10 Jahren von EU-Agrarkommissar Dacian Ciolos eingeforderte Grundsatz bei der Ausgestaltung der gemeinsamen EU-Agrarpolitik konsequent umgesetzt werden, nach dem öffentliches Geld nur für öffentliche Güter fließen solle.

5 Quellenachweis

Abel et al. 2016	Abel, S., Caspers, G., Gall, B., Gaudig, G., Heinze, S., Höper, H. et al. (2016): Diskussionspapier zur guten fachlichen Praxis der landwirtschaftlichen Moorbodennutzung. In: Telma (46), S. 155 – 174.
Abel et al. 2017	Abel, S., Trepel, M., Wichtmann, W. (2017): Bericht über das Fachgespräch Wasserwirtschaft und Moorschutz am 6. und 7. Juni 2017 in Ammersbek, Schleswig-Holstein. In: Telma (47), S. 157 – 164.
Abel et al. 2019	Abel, S., Barthelmes, A., Gaudig, G., Joosten, H., Nordt, A., Peters, J. (2019): Klimaschutz auf Moorböden. Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele. Unter Mitarbeit von J. Couwenberg, T. Dahms, M. Hohlbein, M. Kaiser und F. Tanneberger. Greifswald Moor Centrum, Greifswald.
AK Moorschutz & BfN o. J.	AK Moorschutz & BfN (o. J.) Paludikultur – nasse torferhaltende und klimaschonende Bewirtschaftung von organischen Böden. Positionspapier des Länder-AK Moorschutz der Landesfachbehörden für Naturschutz der moorreichen Bundesländer und des BfN. 14 S.
Baranyai & Joosten 2016	Baranyai, B., Joosten, H (2016): Biology, ecology, use, conservation and cultivation of round-leaved sundew (<i>Drosera rotundifolia</i> L.). In: Mires and Peat (18), S. 1 – 28.
Barthelmes et al. 2005	Barthelmes, A., Joosten, H., Kaffke, A., Koska, I., Schäfer, A., Schröder, J., Succow, M. (2005): Erlenaufforstung auf wiedervernässten Niedermooren. DUENE e.V., Greifswald.
Baumgart. 2019	Baumgart, A. (2019): Die Flatterulme als Ersatzbaumart nach Esche – erste Erfahrungen aus Nord-vorpommern. In: LWF Wissen (83), S. 85 – 91.
Bayerischer Landtag 2016	Bayerischer Landtag (2016): Zustand und aktuelle Nutzung der Moorflächen in Bayern. Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Florian von Brunn SPD vom 24.05.2016. Bayerischer Landtag, Drucksache 17/12719, München.
Bayerisches Landesamt für Statistik 2019a	Bayerisches Landesamt für Statistik (Hg.) (2019a): Landkreis Günzburg, 09 774, Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten. Statistik kommunal 2018. Fürth.
Bayerisches Landesamt für Statistik 2019b	Bayerisches Landesamt für Statistik (Hg.) (2019b): Landkreis Dillingen a. d. Donau, 09 773, Eine Auswahl wichtiger statistischer Daten. Statistik kommunal 2018. Fürth.
Bayerische Staatsforsten 2007	Bayerische Staatsforsten (2007): Lochpflanzung mit dem Erdbohrgerät. Forstliches Bildungszentrum, Laubau.
Blankenburg 2004	Blankenburg, J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Wiedervernässung von Torfabbauf Flächen. Geofakten 14, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover.
Bleymüller et al. 2019	Bleymüller, J., Weißbach, R., Dörre, A. (2019): Statistik für Wirtschaftswissenschaftler. München, Vahlen.
BLZV 2021	BLZV (2021): Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz. Berlin, 20.10.2021. 13 S. Online verfügbar unter

	https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Klimaschutz/moorbodenschutz-blzv.pdf;jsessionid=89F9EE84DDBD67F3DA94F6464591DAED.live841 . zuletzt geprüft am 3.1.2022
BMF 2019	BMF (2019): 8. "EKF-Bericht". Bericht des Bundesministeriums der Finanzen über die Tätigkeit des Energie- und Klimafonds (EKF, Kap. 6092) im Jahr 2018 und über die im Jahr 2019 zu erwartende Einnahmen- und Ausgabenentwicklung. Bundesministerium für Finanzen. Berlin.
BMU 2019	BMU (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
BMU 2021	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): Nationale Moorschutzstrategie. 1. September 2021. Herausgegeben durch Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. 54 S. https://www.bmu.de/download/nationale-moorschutzstrategie
BMWi 2019	BMWi (2019): Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Berlin.
BMWi 2020	BMWi (2020): Richtlinie zur Förderung von Reallaboren der Energiewende im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms "Innovationen für die Energiewende", Entwurf. Online verfügbar: https://www.energieforschung.de/lw_resource/data-pool/systemfiles/agent/news/9E78D6F8856B0BD1E0539A695E86FFCF/live/document/ENTWURF_F%C3%B6rderrichtlinie_Reallabore_7EFP.pdf
Burth et al. 1997	Burth, M., Schmitt, H.P., Hofmann, R. (1997): Aktuelle Pflanzverfahren. kwf-Merkblatt Nr. 10/97. Groß-Umstadt.
Buschmann et al. 2020	Buschmann, C., Röder, N., Berglund, K., Berglund, Ö., Lærke, P.E., Maddison, M., Mander, Ü., Myllys, M., Osterburg, B., van den Akker, J.J., 2020. Perspectives on agriculturally used drained peat soils: Comparison of the socioeconomic and ecological business environments of six European regions. Land Use Policy 90, 104181.
Claessens et al. 2010	Claessens, H., Oosterbaan, A., Savill, P., Rondeux, J. (2010): A review of the characteristics of black alder (<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.) and their implications for silvicultural practices. In: Forestry 83 (2), S. 163 – 175.
Council of the EU 2021	Council of the EU (2021): Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the council establishing rules on support for strategic plans to be drawn up by Member States under the Common agricultural policy (CAP Strategic Plans) and financed by the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) and by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and of the Council and Regulation (EU) No 1307/2013 of the European Parliament and of the Council. Brussels. Recitals and articles: https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-1-REV-2/en/pdf ; Annexes: https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-2/en/pdf
Dabbert & Braun 2009	Dabbert, S., Braun, J. (2009): Landwirtschaftliche Betriebslehre. Ulmer UTB, Stuttgart.

Dahms 2009	Dahms, T. (2009): Bestandesetablierung. In: Wichmann, S., Wichtmann, W. (Hg.): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Energiebiomasse aus Niedermoo- ren (ENIM). Greifswald, S. 117 – 122.
Dahms et al. 2017	Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W., Schröder, C. (2017): Paludi-Pellets-Broschüre. Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 2. Auflage. Universität Greifswald. Greifswald.
Doderer et al. 2016	Doderer, H., Feldmüller, J., Schäfer-Stradowsky, S. (2016): Hindernisse und Hand- lungsempfehlungen zur energetischen Nutzung von Paludikultur. IKEM-Endbericht. Berlin.
dpa 2019	dpa (2019): Biologischer Klimaschutz: Schleswig-Holsteins Moore sollen CO ₂ -Spei- cher werden. https://www.heise.de/newsticker/meldung/Biologischer-Klima- schutz-Schleswig-Holsteins-Moore-sollen-CO₂-Speicher-werden-4605832.html . zu- letzt geprüft am 18.2.2022
DVL 2021	Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) e. V. (2021): Moor-Klimawirte – Zu- kunft der Landwirtschaft im Moor. In Zusammenarbeit mit Michael Succow Stiftung und Universität Greifswald, Partner im Greifswald Moor Centrum. Online verfügbar: https://www.dvl.org/fileadmin/user_upload/Publikationen/Fachpublikatio- nen/DVL-Publikation-Fachpublikation_Moor-Klimawirte.pdf . zuletzt geprüft am 18.2.2022
Eberts et al. 2020	Eberts, J., Kost, A., Lampe, M., Hoffmann, T. (2020): Machbarkeitsstudie (MBS) Auf- wuchsverwertung und Artenvielfalt in der Kulturlandschaft Osterholz. Teilleistung Wasserbilanz und Flächeneignung. Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH. Bützow.
Eickenscheidt 2018	Eickenscheidt, T. (2018): MOORuse. Paludikulturen für Niedermoorböden in Bayern - Etablierung, Klimarelevanz & Umwelteffekte, Verwertungsmöglichkeiten und Wirt- schaftlichkeit. Fachtagung „Paludikultur Bewirtschaftung, Produkte, Naturschutz“. Meppen, 12.06.2018.
Endres 2013	Endres, A. (2013): Umweltökonomie. 4. aktualisierte und erweiterte Auflage. Kohl- hammer, Stuttgart.
EU KOM 2018	EU KOM (2018): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften für die Unterstützung der von den Mitgliedstaaten im Rah- men der Gemeinsamen Agrarpolitik zu erstellenden und durch den Europäischen Ga- rantiefonds für die Landwirtschaft (EGFL) und den Europäischen Landwirtschafts- fonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) zu finanzierenden Strategie- pläne (GAP-Strategiepläne) und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates so-wie der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates. COM/2018/392 final - 2018/0216 (COD). Brüssel.
Ewert 2019	Ewert, S. (2019): Die agrarpolitische Förderung von Paludikultur. Bachelorarbeit. Greifswald.
Ewert & Har- tung 2020	Ewert, S., Hartung, U. (2020): Zwischen klimaschutzpolitischem Anspruch und agrar- politischer Wirklichkeit: Moorschutz im Bundesländervergleich. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 98, Ausgabe 2, S. 1 – 33.
FHJ 2015	FHJ (2015): Forst, Holz + Jagd Taschenbuch 2015. Deutscher Landwirtschaftsverlag, München.

Feichtinger 2012	Feichtinger, V. (2012): Klimaprogramm Bayern 2020 – Moore (2009 – 2011) in Oberbayern. In: Telma 42, S. 115 – 120.
Finkenstein & Gerst 2013	Finkenstein, B. v., Gerst, J. (2013): Forstökonomische Überlegungen zur Bewirtschaftung nasser Waldstandorte. In: AFZ-Der Wald 68 (18), S. 20 – 22.
Fischer 2017	Fischer, C. (2017): Laubholz mit niedriger Umtriebszeit in Nordwestdeutschland - Charakterisierung der Vorkommen, Wachstumsmodellierung und waldbauliche Steuerung. Dissertation. Göttingen.
Freese et al. 2011	Freese, J., Klimek, S., Marggraf, R. (2011): Auktionen und ergebnisorientierte Honorierung bei Agrarumweltmaßnahmen. In: Natur und Landschaft 86 (4), S. 156 – 159.
Gaudig et al. 2018	Gaudig, G., Krebs, M., Prager, A., Wichmann, S., Barney, M., Caporn, S. et al. (2018): Sphagnum farming from species selection to the production of growing media: a review. In: Mires and Peat 20 (2017/18).
Georgiev et al. 2014	Georgiev, G., Theuerkorn, W., Krus, M., Kilian, R., Grosskinsky, T. (2014): The potential role of cattail-reinforced clay plaster in sustainable building. In: Mires and Peat (13), S. 1–13.
Geurts & Fritz 2018	Geurts, J., Fritz C. (Hg.) (2018): Paludiculture pilots and experiments focus on cattail and reed in the Netherlands. Technical report CINDERELLA project. Radboud University Nijmegen.
GMC 2020a	GMC (2020a): Stellungnahme des Greifswald Moor Centrum zur Berücksichtigung der Bedeutung der Moore für den Klimaschutz im Regionalen Raumentwicklungsprogramm Vorpommern 2020. Greifswald Moor Centrum. Greifswald. Unveröffentlicht.
GMC & DVL 2020	GMC & DVL (2020): Ausgestaltung der Konditionalität in der nächsten GAP-Förderperiode: GLÖZ 2 „Angemessener Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen“. August 2020. https://www.greifswaldmoor.de/informationspapiere.html . zuletzt geprüft am 18.2.2022
GMC & DVL 2021	GMC & DVL (2021): Vorgaben zum Grünlanderhalt bei der Umstellung auf Paludikultur. Informationspapier, Februar 2021. https://www.greifswaldmoor.de/informationspapiere.html . zuletzt geprüft am 18.2.2022
Grethe et al. 2021	Grethe, H.; Martinez, J.; Osterburg, B; Taube, F.; Thom, F. (2021): Klimaschutz im Agrar- und Ernährungssystem Deutschlands: Die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität. Gutachten für die Stiftung Klimaneutralität, Berlin. https://www.stiftung-klima.de/app/uploads/2021/06/2021-06-01-Klimaneutralitaet_Landwirtschaft.pdf . zuletzt geprüft am 18.2.2022
Hampicke 2018	Hampicke, U. (2018): Kulturlandschaft. Äcker, Wiesen, Wälder und ihre Produkte. Ein Lesebuch für Städter. Springer, Berlin.
Hartje et al. 2015	Hartje, V., Wüstemann, H., Bonn, A. (Hg.) (2015): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig.
Hasch et al. 2012	Hasch, B., Schütze, S., Haberl, A., Schulz, J., Wichtmann, W., Schwill, S. (2012): Paludikultur und angepasste Moornutzung Uckeratal/Prenzlau. ARGE Machbarkeitsstudie Paludikultur Brandenburg. p2mberlin & Michael Succow Stiftung zum Schutz der Natur. Berlin.
Hirschelmann et al. 2020	Hirschelmann, S., Tanneberger, F., Wichmann, S., Reichelt, F., Hohlbein, M., Couwenberg, J. et al. (2020): Moore in Mecklenburg-Vorpommern im Kontext nationaler

	und internationaler Klimaschutzziele - Zustand und Entwicklungspotenzial. Faktensammlung.. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 03/2020 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X), 35 S.
Hoffmann et al. 2020	Hoffmann, T., Lampe, M., Lange, A., Lüdecke, K. (2020): Hydrologisch-technisches Gutachten zur Etablierung von Demonstrationsflächen für Rohrkolben-Paludikulturen zur nassen Bewirtschaftung von Mooren im Rhinluch. Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH. Bützow.
Isermeyer et al. 2019	Isermeyer F., Heidecke, C., Osterburg, B. (2019): Einbeziehung des Agrarsektors in die CO ₂ -Bepreisung. Thünen Working Paper 136. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig.
Jensen 2015	Jensen, R. (2015): Vertragsmodelle auf Moorstandorten. In: Hartje, V., Wüstemann, H., Bonn, A. (Hg.): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig, S. 197 – 198.
Kleinhückelkotten & Neitzke 2016	Kleinhückelkotten, S., Neitzke, H.-P. (2016): Konkurrenzen bei Änderung der Landnutzung auf Mooren. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 165 – 166.
KoaV 2021	Koalitionsvertrag zwischen SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP (2021) Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. 177 S. https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf . zuletzt geprüft am 18.2.2022
Köbbing 2016	Köbbing, J. (2016): China – Papier aus dem Wasser. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 223 – 226.
Krimly & Dabbert (2012)	Krimly, T., Dabbert, S. (2012): Ergebnisse der Befragung landwirtschaftlicher Betriebe auf Moorstandorten in Baden-Württemberg. Bericht zum Projekt „Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg“. Hohenheim.
Krimly et al. 2016	Krimly, T., Angenendt, E., Bahrs, E., Dabbert, S. (2016): Global warming potential and abatement costs of different peatland management options: A case study for the Pre-alpine Hill and Moorland in Germany. In: Agricultural Systems 145, S. 1 – 12.
KTBL 2020	KTBL (2020): Standarddeckungsbeiträge. Online-Datenbank des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL). https://daten.ktbl.de/sdb/source.do
Kuntze 1984	Kuntze, H. (1984): Bewirtschaftung und Düngung von Moorböden. Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung. Bremen.
LABO 2011	LABO (2011): Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. Möglichkeiten der rechtlichen Verankerung des Klimaschutzes im Bodenschutzrecht. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Ständiger Ausschuss Recht (BORA), mit Unterstützung aus dem Ständigen Ausschuss „Vorsorgender Bodenschutz (BOVA), https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen-Klimawandel-und-Bodenschutz.html . zuletzt geprüft am 18.2.2022
LABO 2017	LABO (2017): Bedeutung und Schutz von Moorböden. Hintergrundpapier. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), Ständiger Ausschuss „Vorsorgender

	Bodenschutz (BOVA), https://www.labo-deutschland.de/Veroeffentlichungen-Klimawandel-und-Bodenschutz.html . zuletzt geprüft am 18.2.2022
Landesamt für Statistik Niedersachsen 2019a	Landesamt für Statistik Niedersachsen (2017): Baumschulerhebung 2017. In: Statistische Berichte Niedersachsen, C II 5 - 4j/2017.
Landesamt für Statistik Niedersachsen 2019b	Landesamt für Statistik Niedersachsen (2019): Agrarstrukturhebung (ASE) 2016. Statistische Berichte Niedersachsen. In: Größenstruktur der landwirtschaftlichen Betriebe und Forstbetriebe, Struktur der Bodennutzung, Hauptnutzungs- und Kulturarten, Wald und Kurzumtriebsplantagen (Heft 2), C IV 9.2 - 3j/2016. Hannover.
Landesforst Mecklenburg-Vorpommern 2019	Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (2019): Merkblatt Nr. 3-1-1 zur Maßnahmengruppe Erstaufforstung. Ergänzende Hinweise zur ForstGAKFöRL M-V. Anlage: Baumarten, Herkunftsgebiete, Standortgerechtigkeit und Mindestpflanzenstückzahlen. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern. Malchin.
Landgesellschaft M-V 2011	Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern (2011): Stark für's Land. Geschäftsbericht 2011. Leezen.
Latacz-Lohmann et al. 2019	Latacz-Lohmann, U., Balmann, A., Birner, R., Christen, O., Gauly, M., Grajewski, R., Grethe, H., Martínez, J., Nieberg, H., Pischetsrieder, M., Renner, B., Röder, N., Schmid, J.C., Spiller, A., Taube, F., Voget-Kleschin, L., Weingarten P. (2019): Zur effektiven Gestaltung der Agrarumwelt- und Klimaschutzpolitik im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft 227. Berlin.
LFA M-V 2020	LFA M-V (2020): Auswertungsergebnisse der Testbetriebe (Buchführungsergebnisse) der zurückliegenden Wirtschaftsjahre für das Land Mecklenburg-Vorpommern. Online bereitgestellt von der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (LFA) Mecklenburg-Vorpommern. https://www.landwirtschaft-mv.de/Fachinformationen/Agraroeconomie/Buch%C3%BChrungsergebnisse/?id=273&processor=processor.sa.lfaforenbeitrag
Liu et al. 2015	Liu, J., Kopold, P., van Aken, P. A., Maier, J., & Yu, Y. (2015): Energy Storage Materials from Nature through Nanotechnology: A Sustainable Route from Reed Plants to a Silicon Anode for Lithium - Ion Batteries. In: Angewandte Chemie 33 (127), S. 9768 – 9772.
LM M-V 2017	LM M-V (Hg.) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. Unter Mitarbeit von T. Permien, C., Schröder, M., Hohlbein, S., Wichmann, F., Tanneberger, Lenschow, U. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
LM M-V 2018	LM M-V (Hg.) (2018): Hinweise zur Eingriffsregelung Mecklenburg-Vorpommern. (HzE). Neufassung 2018. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.
LM M-V 2019	LM M-V (Hg.) (2019): Flurneuerungsprogramm für das Land Mecklenburg-Vorpommern 2019. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.

LSK 2011	LSK (Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie) Niedersachsen (2011): Landwirtschaftszählung 2010 - Pachtpreise, Anlage 1 zur Pressemitteilung Nr. 58/2011. Hannover.
Lockow 2003	Lockow, K.-W. (2003): Wachstum, Entwicklung, Bestandesbehandlung und Ertragsleistung der Schwarz-Erle (<i>Alnus glutinosa</i> [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17, S. 76 – 100.
LUNG M-V o. J.	LUNG M-V (o. J.): Erläuterungen zur Herangehensweise bei der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten (ÜSG) in Risikogebieten gemäß HWRM-RL in M-V. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Güstrow.
MELUND 2019a	MELUND (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein) (Hg.) (2019a) Pachtpreisspiegel 2017 und 2018 in Schleswig-Holstein. Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Kiel. 17 S
MELUND 2019b	MELUND (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung) Schleswig-Holstein (Hg.) (2019b): Kaufpreisspiegel 2017 und 2018 in Schleswig-Holstein. Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein. Kiel.
MELV 2017	MELV (Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) Niedersachsen (2017): Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2017. Hannover.
ML Niedersachsen 2017	ML Niedersachsen (2017): Pachtaufgaben auf landeseigenen Flächen, hier: ökologisch wirtschaftende Betriebe. Erlass vom 19.09.2017, 108-27022-01. Hannover.
MLEUL Brandenburg 2019	MLEUL Brandenburg (Hg.) (2019): Verbesserung der Brut- und Nahrungshabitate für Schreiadler sowie für Wachtelkönig und Seggenrohrsänger im Europäischen Vogelschutzgebiet Schorfheide-Chorin. Dokumentation des EU-LIFE Projektes von 2012–2019. Natur + Text GmbH, Rangsdorf.
MLUF o. J.	MLUF (o. J.): Anlage zum Bericht des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz „Nutzung von Paludikulturen befördern“ an den Agrarausschuss des Landtages Mecklenburg-Vorpommern „Zwischenbilanz zur Umsetzung des Konzeptes zum Schutz und zur Nutzung der Moore“. Schwerin.
MU 2019	MU (2019): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung des Klimaschutzes durch Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen aus kohlenstoffreichen Böden. Klimaschutz durch Moorentwicklung. Fundstelle: Nds. MBl. 2015 Nr. 28, S. 942. Zuletzt geändert durch Erl. vom 24.06.2019 (Nds. MBl. 2019 Nr. 26, S. 1012)
Moxey 2016	Moxey, A. (2016): Assessing the opportunity costs associated with peatland restoration. IUCN UK Peatland Programme.
Müller-Kroehling 2011	Müller-Kroehling, S. (2011): Die Flatterulme als Alternative und Ersatz in geschädigten Feuchtwaldbeständen. In: AFZ-Der Wald 66 (19), S. 36 – 38.
Müller-Kroehling 2019	Müller-Kroehling, S. (2019): Die Flatterulme in Bayern – ein Überblick über ihr Vorkommen und Erfahrungen zu Eignung und Verwendung. In: LWF Wissen (83), S. 19 – 30.
Münzer 2001	Münzer, W. (2001): Bestandsentwicklung und Produktionstechnik. In: Pfadenhauer, J., Wild, U. (Hg.): Rohrkolbenanbau in Niedermooren. Integration von Rohstoffgewinnung, Wasserreinigung und Moorschutz zu einem nachhaltigen Nutzungskonzept. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628. München, S. 14 – 23.

NABU Baden-Württemberg 2018	NABU Baden-Württemberg (2018): Modellprojekt für Klimaschutz durch Wiedervernässung von Mooren mit hohem Naturpotenzial in Baden-Württemberg. Abschlussbericht „Moore mit Stern“ 2012-2017. Stuttgart.
Närmann et al. 2021	Närmann, F., Birr, F., Kaiser, M., Nerger, M., Luthardt, V., Zeitz, J., Tanneberger, F. (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skript 616.
Nordt et al. 2022	Nordt, A.; Wichmann, S.; Risse, J.; Peters, J.; Schäfer, A. (2022): Potenziale und Hemmnisse von Paludikultur. Hintergrundpapier zur Studie „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“. Hg. v. Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt (DEHSt). Berlin. www.dehst.de
Osterburg et al. 2019	Osterburg, B., Heidecke, C., Bolte, A. et al. (2019): Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forstwirtschaft und Holznutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Thünen Working Paper 137. Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig.
Parakenings & Vegelin 2012	Parakenings, K., Vegelin, K. (2012): Das Landschaftsschutzgebiet Landgrabental. Landkreis Vorpommern-Greifswald, Untere Naturschutzbehörde (Hg.)
Pottgießer 2020	Pottgießer, J. (2020): Paludikultur als produktionsintegrierte Kompensation im Rahmen der Eingriffs-Ausgleichsregelung umsetzen. Bachelorarbeit, Universität Greifswald.
Reichelt & Lechtape 2019	Reichelt, F., Lechtape, C. (2019): Greifswalder Moorstudie. Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet. Schriftenreihe Greifswald Moor Centrum 01/2019, Greifswald.
Röder & Grützmacher 2012	Röder, N., Grützmacher, F. (2012): Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren. Vermeidungskosten und Anpassungsbedarf. Natur und Landschaft, 87 (2), S. 56 – 61.
Röder et al. 2015	Röder, N., Henseler, M., Liebersbach, H., Kreins, P., Osterburg, B. (2015): Evaluation of land use based greenhouse gas abatement measures in Germany. Ecological Economics, 117, S. 193 – 202.
Röhe & Schröder 2010	Röhe, P., Schröder, J. (2010): Grundlagen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Roterle in Mecklenburg-Vorpommern. Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
Roth et al. 2001	Roth, S., Seeger, T., Poschlod, P., Pfadenhauer, J., Succow, M. (2001): Etablierung von Röhrichten und Seggenrieden. In: Kratz, R., Pfadenhauer, J. (Hg.): Ökosystemmanagement von Niedermooeren. Strategien und Verfahren zur Renaturierung: Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 125 – 134.
Rottensteiner & Stampfer 2009	Rottensteiner, C., Stampfer, K. (2009): Mechanisierte Pflanzung von Forstballenpflanzen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Universität für Bodenkultur. Wien.
Rowinsky & Kobel 2011	Rowinsky, V., Kobel, J. (2011): Erfassung, Bewertung und Wiedervernässung von Mooren im Müritznationalpark. In: Telma Beiheft (4), S. 49 – 72.
Rühs & Stein-Bachinger 2018	Rühs, M., Stein-Bachinger, K. (2018): Honorierung von Naturschutzleistungen. Aktualisierte Neuauflage. Online verfügbar unter www.landwirtschaft-artenvielfalt.de .

Sauer & Keckl 2018	Sauer, S., Keckl, G. (2018): Das Jahr in Zahlen: Landwirtschaft 2017. In: Landesamt für Statistik Niedersachsen (Hg.) Statistische Monatshefte Niedersachsen (4/2018), S. 158 – 166.
Schäfer 2006	Schäfer, A. (2006): Umweltverträgliche Erlenwirtschaft auf wieder vernässten Niedermoorstandorten. In: Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 4 (39), S. 165 – 171.
Schäfer 2016	Schäfer, A. (2016): Volkswirtschaftliche Aspekte der Moornutzung. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 133 – 142.
Schäfer & Yilmaz 2019	Schäfer, J., Yilmaz, Y. (2019): Rechtswissenschaftliche Studie zu aktuellen Hemmnissen und Weiterentwicklungsoptionen im Ordnungs- und Planungsrecht zugunsten der Moorrevitalisierung als Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen. IKEM. Berlin.
Schäfer et al. 2022	Schäfer, A.; Nordt, A.; Peters, J.; Wichmann, S. (2022): Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050. Abschlussbericht. In Veröffentlichung.
Schaller 2014	Schaller, L. (2014): Landwirtschaftliche Nutzung von Moorflächen in Deutschland – Sozioökonomische Aspekte einer klimaschonenden Bewirtschaftung. Dissertation. Technische Universität München.
Schätzl et al. 2006	Schätzl, R., Schmitt, F., Wild, U. & Hoffmann, U. (2006): Gewässerschutz und Landnutzung durch Rohrkolbenbestände. In: Wasserwirtschaft (96), S. 24 – 27.
Schröder & Joosten 2013	Schröder, C., Joosten, H. (Hg.) (2013): Endbericht VIP - Vorpommern Initiative Paludikultur. Universität Greifswald, Greifswald.
Schröder et al. 2015	Schröder, C., Dahms, T., Paulitz, J., Wichtmann, W., Wichmann, S. (2015): Towards large-scale paludiculture: addressing the challenges of biomass harvesting in wet and rewetted peatlands. In: Mires and Peat (16), S. 1 – 18.
SIG Rohrkolben 2009	SIG Rohrkolben (2009): Rohrkolben und Lehmbau. Nutzung nachhaltiger Ressourcen für die Regionalentwicklung. Schlussbericht zum Regio Plus Projekt. Menznau.
Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011	Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hg.) (2011): Agrarstrukturen in Deutschland. Einheit in Vielfalt. Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Statistisches Landesamt Baden-Württemberg. 73 S. Stuttgart.
Statistisches Amt für HH und SH 2017	Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2017): Kreisergebnisse Schleswig-Holstein 2016. Statistische Berichte. Kennziffer: C IV - ASE 2016 SH, SK Sonderbericht Kreisdaten der Agrarstrukturerhebung.
Statistisches Amt M-V 2018a	Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2018a): Betriebswirtschaftliche Ausrichtung und Standardoutput landwirtschaftlicher Betriebe in Mecklenburg-Vorpommern, 2016. Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung. Statistische Berichte, Agrarstruktur, C IV - 3j. Schwerin.
Statistisches Amt M-V 2018b	Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (2018b): Sozialökonomische Verhältnisse in Mecklenburg-Vorpommern, 2016. Ergebnisse der Agrarstrukturerhebung. Statistische Berichte, Agrarstruktur, C IV - 3j. Schwerin.

Statistisches Bundesamt 2017	Statistisches Bundesamt (2017): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Betriebswirtschaftliche Aus-richtung und Standardoutput. Agrarstrukturerhebung 2016. Fachserie 3 Reihe 2.1.4., 215 S.
Statistisches Bundesamt 2019a	Statistisches Bundesamt (2019a) Land- und Forstwirtschaft, Kapitel 19 im Statistischen Jahrbuch 2019. S. 487-520.
Statistisches Bundesamt 2019b	Statistisches Bundesamt (2019b) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei: Kaufwerte für landwirtschaftliche Grundstücke, 2018. Fachserie 3 Reihe 2.4. 20 S.
Statistisches Bundesamt 2020	Statistisches Bundesamt (2020): Preisindizes für die Bauwirtschaft. Fachserie 17, Reihe 4, Tabelle 5.
Stiftung Odermündung 1999	Stiftung Odermündung (1999): Ergebnisse des Projektes „Regeneration und alternative Nutzung von Niedermoorflächen im Landkreis Ostvorpommern“. Anklam.
Sündermann & Röhe 2015	Sündermann, J., Röhe, P. (2015): Mechanisierte Holzernte auf Nassstandorten. Forst & Technik 3: 30 – 34.
Sündermann et al. 2013	Sündermann, J., Schröder, J., Röhe, P. (2013): Bodenschonende Holzernte in geschädigten Eschen-beständen auf Nassstandorten. Erkenntnisse und Empfehlungen aus Fallstudien in Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin.
Sweers & Müller 2016	Sweers, W., Müller, J. (2016): Verwertung in der Tierhaltung. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 116 – 118.
Timmermann 1999	Timmermann, T. (1999): Anbau von Schilf (<i>Phragmites australis</i>) als ein Weg zur Sanierung von Niedermooren - Eine Fallstudie zu Etablierungsmethoden, Vegetationsentwicklung und Konsequenzen für die Praxis. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 33, S. 111 – 143.
Tschoeltsch 2008	Tschoeltsch, S. (2008): Reet: Vom Anbau bis zum Dach. Das Reetprojekt aus der Eider-Trene-Sorge Niederung. Horstedt: Verein zur Förderung der Kulturlandschaft e.V. 61 S. Horstedt.
Walton et al. 2020	Walton, C.R., Zak, D., Audet, J., Petersen, R.J., Lange, J., Oehmke, C. et al. (2020): Wetland buffer zones for nitrogen and phosphorus retention: Impacts of soil type, hydrology and vegetation. In: The Science of the Total Environment 727, S. 138709.
WBAE & WBW 2016	WBAE & WBW – Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz (WBAE) und Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW) (2016) Klima-schutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwertung. Gutachten, Berlin.
WEKA 2020	WEKA (2020): GEG – aktueller Stand des Gebäudeenergiegesetzes. Online verfügbar unter https://www.weka.de/architekten-ingenieure/geg/
Wichmann 2017	Wichmann, S. (2017): Commercial viability of paludiculture: A comparison of harvesting reeds for biogas production, direct combustion, and thatching. In: Ecological Engineering 103, S. 497 – 505.

Wichmann 2018	Wichmann, S. (2018) Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. Proceedings of the Greifswald Mire Centre 01/2018 (self-published, ISSN 2627-910X).
Wichmann & Köbbing 2015	Wichmann, S., Köbbing, J. (2015): Common reed for thatching – A first review of the European market. In: Industrial Crops and Products 77, S. 1063–1073.
Wichmann et al. 2016	Wichmann, S., Dettmann, S., Dahms, T. (2016): Landtechnik für nasse Moore. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 63 – 70
Wichmann et al. 2017	Wichmann, S., Prager, A., Gaudig, G. (2017): Establishing Sphagnum cultures on bog grassland, cut-over bogs, and floating mats: procedures, costs and area potential in Germany. In: Mires and Peat 20 (2017/18).
Wichmann et al. 2020	Wichmann, S., Krebs, M., Kumar, S., Gaudig, G. (2020): Paludiculture on former bog grassland: Profitability of Sphagnum farming in North West Germany. In: Mires and Peat (26), S. 1 – 18.
Wichmann et al. 2022	Wichmann, S., Nordt, A., Schäfer, A. (2022): Lösungsansätze zum Erreichen der Klimaziele und Kosten für die Umstellung auf Paludikultur. Hintergrundpapier zur Studie „Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050“. Hg. v. Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt (DEHSt). Berlin.
Wichtmann & Schröder 2016	Wichtmann, W. & Schröder, C. (2016): Kulturtechnische Maßnahmen für die Umsetzung von Paludikultur. In: Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart, S. 188 – 193.
Wichtmann et al. 2016	Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H. (Hg.) (2016): Paludikultur – Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz – Biodiversität – regionale Wertschöpfung. Schweizerbart, Stuttgart.
Wichtmann et al. 2018	Wichtmann, W., Abel, S., Drösler, M., Freibauer, A., Harms, A., Heinze, S., Jensen, R., Kremkau, K., Landgraf, L., Peters, J., Rudolph, B.-U., Schiefelbein, U., Ullrich, K., Winterholler, M. (2018): Gute fachliche Praxis der Bewirtschaftung von Moorböden. Positionspapier (Langfassung).
Wild et al. 2001	Wild, U., Kamp, T., Lenz, A., Heinz, S., Pfadenhauer, J. (2001): Cultivation of <i>Typha</i> spp. in constructed wetlands for peatland restoration. In: Ecological Engineering 17 (1), S. 49 – 54.
Wolters et al. 2013	Wolters, S., Tänzler, D., Theiler, L., Drösler, M. (2013): Entwicklung von Konzepten für einen nationalen Klimaschutzfonds zur Renaturierung von Mooren. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.