

# Potenziale und Hemmnisse für 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](mailto:emissionshandel@dehst.de)  
Internet: [www.dehst.de](http://www.dehst.de)

Stand: Februar 2022

## Autorenschaft

Anke Nordt (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)  
Sabine Wichmann (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)  
Johanne Risse (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)  
Jan Peters (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)  
Achim Schäfer (Institut DUENE e.V., Partner im Greifswald Moor Centrum)

## Zitiervorschlag

Nordt, A., Wichmann, S., Risse, J., Peters, J., Schäfer, A. (2022): Potenziale und Hemmnisse für 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

Deutschland hat sich gesetzlich verpflichtet, bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es unter anderem notwendig, die Treibhausgas (THG)-Emissionen aus organischen Böden<sup>1</sup> so weit wie möglich zu reduzieren. Diese Emissionen lagen für das Jahr 2019 bei 53 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (6,7 % der gesamten deutschen Emissionen) und resultieren im Wesentlichen aus deren künstlichen Entwässerung. Mit knapp 80 % ist die entwässerungsbasierte landwirtschaftliche Nutzung organischer Böden für den größten Anteil an den Emissionen aus organischen Böden verantwortlich. Die effektivste Möglichkeit, diese THG-Emissionen zu mindern, ist die Wiedervernässung dieser Böden. Dadurch könnten konservativ betrachtet durchschnittlich jährlich 20 t CO<sub>2</sub>-Äq. je ha reduziert werden. Nach Wiedervernässung ist die Fortführung der bisherigen landwirtschaftlichen Bewirtschaftung weitestgehend nicht mehr möglich. Wiedervernässte Flächen können aufgelassen oder naturschutzfachlich gepflegt werden, um Biodiversität und moortypische Lebensräume zu fördern. Dadurch werden die erwünschten THG-Emissionsminderungen erzielt, die wiedervernässte Fläche fällt allerdings aus der herkömmlichen Bewirtschaftung. Paludikultur, die torferhaltende Nutzung der Moore, ermöglicht hingegen eine weitere land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfung auf wiedervernässten Flächen. Die Möglichkeit, wiedervernässte Fläche in Paludikultur zu nutzen, bietet deshalb einen Anreiz für landwirtschaftliche Betriebe, die klimaschutzpolitisch erforderliche Wiedervernässung von Moorböden schneller und in größerem Umfang umzusetzen. Paludikultur wird in der Nationalen Moorschutzstrategie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), der Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz aus dem Jahr 2021 und dem Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung aus dem Jahr 2021 als Bestandteil des Moorklimaschutzes ausdrücklich genannt.

Die Klimaschutzziele verlangen in jedem Sektor die größtmögliche Ambition zur Vermeidung von THG-Emissionen. Die wirkungsvollste und entsprechend ambitionierteste Maßnahme ist die vollständige Wiedervernässung sämtlicher landwirtschaftlich genutzter organischer Böden. Diese umfassen eine Fläche von 1,3 Mio. ha. Die vorliegende Studie leitet aus dieser Zielvorgabe das mögliche Flächenpotenzial für eine nasse Moorbewirtschaftung ab: Von den wiedervernässten Flächen könnten nach den zugrunde gelegten Annahmen maximal 1,045 Mio. ha (80 %) in Paludikultur überführt werden, wobei für einen Teil naturschutzrechtliche Prüfaufgaben bestehen. Da diese Potenzialschätzung aus der klimaschutzpolitischen Zielvorgabe abgeleitet ist, steht sie unter dem Vorbehalt einer Machbarkeitsstudie, die diese Studie explizit nicht vornimmt.

Einschränkende Faktoren, insbesondere die tatsächliche Wasserverfügbarkeit sowie die (fehlende) Flächenverfügbarkeit aufgrund bestehender Verfügungsrechte für eine entwässerungsbasierte Moornutzung können in der Potenzialschätzung flächenmäßig nicht quantifiziert werden. Hemmnisse für die Wiedervernässung und die Umstellung auf Paludikultur werden hingegen qualitativ beschrieben. Diese betreffen die ordnungs-, planungs- und förderrechtlichen Rahmenbedingungen, betriebliche Aspekte, fehlende Langzeiterfahrungen, Verwertungsmöglichkeiten von und Nachfrage nach Paludikultur-Biomasse, Wassermanagement und -verfügbarkeit, Vorbehalte von Betroffenen sowie den notwendigen Finanzbedarf.

---

<sup>1</sup> Organische Böden umfassen neben Mooren weitere kohlenstoffreiche Böden (Anmoore, Moorfolgeböden).

Das beschriebene Zielszenario einer Wiedervernässung aller landwirtschaftlich genutzter organischer Böden wird sich aufgrund natürlicher und infrastruktureller Gegebenheiten nicht vollständig realisieren lassen. Um dem Zielszenario aber so nah wie möglich zu kommen und damit ein Erreichen der Klimaschutzziele zu ermöglichen, ist es notwendig, dass private und politische Entscheidungstragende die aufgeführten Hemmnisse ambitioniert und entschlossen adressieren. Nur wenn die dargelegten Hemmnisse beseitigt werden und unverzüglich gehandelt wird, können die politisch vorgegebenen Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2045 beziehungsweise 2050 erreicht werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Flächenpotenzial für Paludikultur bei zielkonformer Wiedervernässung</b> .....	<b>11</b>
2.1	Flächenkulisse und aktuelle Nutzung.....	11
2.2	Bedeutung von organischen Böden für den Klimaschutz.....	15
2.2.1	Organische Böden als Teil des LULUCF-Sektors .....	15
2.2.2	Nationale Ziele im LULUCF-Sektor .....	16
2.2.3	Emissionen aus organischen Böden.....	16
2.3	Flächenbedarf für die Wiedervernässung .....	18
2.3.1	Transformationspfade für die zielkonforme Wiedervernässung .....	18
2.3.2	Wesentliche Stellschrauben .....	24
2.4	Potenziale von Paludikultur.....	24
2.4.1	Flächenpotenziale für die Umstellung auf Paludikultur.....	24
2.4.2	Nicht berücksichtigte Emissionsminderungspotenziale von Paludikultur	28
<b>3</b>	<b>Hemmnisse für Paludikultur</b> .....	<b>28</b>
3.1	Agrar- und Strukturförderung .....	31
3.2	Rechtliche Rahmenbedingungen .....	33
3.3	Betriebliche Aspekte.....	36
3.4	Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur-Biomasse .....	37
3.5	Wassermanagement und -verfügbarkeit .....	37
3.6	Vorbehalte von Nutzenden, Eigentümer*innen, Anwohnenden.....	38
3.7	Finanzierungsbedarf.....	39
3.8	Praktische Erfahrungen mit der Umsetzung von Paludikultur .....	40
<b>4</b>	<b>Fazit der Studie</b> .....	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>44</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektaufbau und Arbeitsschritte .....	10
Abbildung 2: Klassifikationsschema zur Zuordnung von organischen Böden zu Moorklassen. ....	12
Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen aus Mooren 1990 – 2019.....	17
Abbildung 4: Trends in der Landnutzung auf organischen Böden.....	18
Abbildung 5: Transformationspfad 1 für organische Böden in Deutschland.....	21
Abbildung 6: Transformationspfad 2 für organische Böden in Deutschland.....	21
Abbildung 7: Flächenkulisse für Paludikultur auf landwirtschaftlicher Nutzfläche in MV. ....	26
Abbildung 8: Privater Nutzen und gesellschaftliche Kosten und Transferzahlungen von Landnutzung auf entwässerten Niedermoorstandorten in Norddeutschland....	31

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Landwirtschaftlich genutzte Fläche sowie Fläche organischer Böden.....	13
Tabelle 2: Flächengrößen und Anteile organischer Böden an landwirtschaftlich genutzten Flächen in den fünf moorreichen Bundesländern. ....	14
Tabelle 3: THG-Reduktionsziele verschiedener Wiedervernässungsszenarien und Flächenpotenziale für Paludikultur im Jahr 2030 .....	22
Tabelle 4: THG-Einsparziele verschiedener Wiedervernässungsszenarien und Flächenpotenziale für Paludikultur im Jahr 2050 .....	23
Tabelle 5: Naturschutzfachliche Restriktionen für die Ableitung von Eignungsklassen zur Umsetzung von Paludikultur. ....	25
Tabelle 6: Ermittelte Flächenpotenziale für Paludikultur in Mecklenburg-Vorpommern (MV), Schleswig-Holstein (SH), Brandenburg (BB) und Niedersachsen (NI).....	27
Tabelle 7: Hemmnisse für die Umsetzung nasser Moornutzung.....	29
Tabelle 8: Praxis-Erfahrungen mit der Umsetzung von Paludikultur .....	40

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AK</b>	Arbeitskreis
<b>ATKIS</b>	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
<b>AUKM</b>	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
<b>BB</b>	Brandenburg
<b>BBodSchG</b>	Bundes-Bodenschutzgesetz
<b>BfN</b>	Bundesamt für Naturschutz
<b>BK50</b>	Bodenkarte 1 : 50.000
<b>BMEL</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit , nun BMUV: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
<b>BMWI</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, nun BMWK: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>BNH</b>	Bodennutzungshaupterhebung
<b>BW</b>	Baden-Württemberg
<b>CO<sub>2</sub></b>	Kohlendioxid
<b>CO<sub>2</sub>-Äq.</b>	Kohlendioxid-Äquivalente
<b>DGL</b>	Dauergrünland
<b>EEG</b>	Erneuerbare-Energien-Gesetz
<b>EFRE</b>	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
<b>F + E</b>	Forschung und Entwicklung
<b>FFH</b>	Flora Fauna Habitat
<b>GAP</b>	Gemeinsame Agrarpolitik der EU
<b>GEST</b>	Treibhaus-Gas Emissions Standort Typen
<b>GfP</b>	Gute fachliche Praxis
<b>GIS</b>	Geoinformationssystem
<b>GLÖZ</b>	Standards zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in „gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“
<b>GMC</b>	Greifswald Moor Centrum

<b>InVeKoS</b>	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change, Weltklimarat
<b>KOM</b>	Europäische Kommission
<b>KSG</b>	Bundes-Klimaschutzgesetz
<b>KWK</b>	Kraft-Wärme-Kopplung
<b>LF</b>	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
<b>LM</b>	Landwirtschaftsministerium
<b>LULUCF</b>	Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
<b>MV</b>	Mecklenburg-Vorpommern
<b>NIR</b>	Nationaler Inventarbericht
<b>NGGN</b>	Naturschutzgerechte Grünlandnutzung
<b>OBS</b>	Organische Bodensubstanz
<b>SH</b>	Schleswig-Holstein
<b>THG</b>	Treibhausgas
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt
<b>WBAE</b>	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz
<b>WBW</b>	Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik

# 1 Einführung

Die Wiedervernässung von Mooren<sup>2</sup> und anderen kohlenstoffreichen Böden ist eine bedeutende Maßnahme zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen. Ohne verstärkte Anstrengungen im Moorklimaschutz werden die mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) angestrebte Netto-Treibhausgasneutralität bis 2045 sowie die konkreten Ziele zur Erhöhung der Senkenleistung des LULUCF-Sektors<sup>3</sup> für die Zieljahre 2030, 2040 und 2045 (BMU 2021a) nicht erreicht werden. Bis zum Jahr 2030 (2040) muss der LULUCF-Sektor jährlich 45 (55) Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. durch Vermeidung von THG-Emissionen oder die Speicherung von Kohlenstoff in Ökosystemen einsparen. Auf internationaler Ebene besteht mit dem Übereinkommen von Paris neben den nationalen Beiträgen zum Klimaschutz das gemeinsame Ziel für das Jahr 2050. Um diese Ziele zu erreichen, dürfen sich die Anstrengungen nicht nur auf den Erhalt der Waldsenke durch Nutzungsaufgabe und der Neuaufforstung beschränken. Die erforderlichen Maßnahmen müssen sich vorrangig auf den Moorklimaschutz fokussieren, da 42 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. der THG-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten organischen Böden stammen (UBA 2021a). Durch die Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Moorböden können konservativ betrachtet jährlich etwa 20 t CO<sub>2</sub>-Äq. je ha reduziert werden. Nach einer Wiedervernässung ist die Fortführung der bisherigen Bewirtschaftung weitestgehend nicht mehr möglich. Bisher wurden diese Flächen vornehmlich aufgelassen oder naturschutzfachlich gepflegt, um Biodiversität und moortypische Lebensräume zu fördern. Dadurch werden zwar die erwünschten THG-Emissionsminderungen erzielt, doch die wiedervernässte Fläche fällt aus der herkömmlichen landwirtschaftlichen Nutzung. Eine Wiedervernässung der landwirtschaftlich genutzten Moorböden mit Aufgabe der Nutzung findet nur kleinflächig Akzeptanz. Paludikultur<sup>4</sup>, die produktive Nutzung nasser Moore, ermöglicht hingegen eine weitere land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfung und erhält den Torfkörper. Auch wenn die wiedervernässten Flächen auf diese Weise nicht dem Naturschutz gewidmet werden, ermöglicht die Nutzung in Paludikultur Synergien mit naturschutzfachlichen Zielsetzungen. Deshalb bietet die produktive land- und forstwirtschaftliche Nutzung wiedervernässter Flächen eine Chance, Klimaschutz durch Moorbodenschutz in größerem Umfang zu realisieren.

Die vorliegende Studie untersucht, welche Flächenpotenziale für die Etablierung von Paludikulturen auf derzeit entwässerten landwirtschaftlich genutzten Böden bestehen (Kapitel 2). Ausgegangen wird dabei von einer vollständigen Wiedervernässung aller landwirtschaftlich genutzten organischen Böden, da diese als notwendig angesehen wird, um die gesetzlich vorgeschriebene klimaschutzpolitische Zielvorgabe der Netto-Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 (KSG) zu erreichen. Die vollständige Wiedervernässung der entwässerten organischen Böden wird als ein hypothetisches Zielszenario beschrieben. Das davon abgeleitete Flächenpotenzial für die Umstellung auf Paludikultur beinhaltet den maximal möglichen Flächenumfang, der umgesetzt werden könnte, ohne dass dabei real vorhandene Hemmnisse berücksichtigt werden.

---

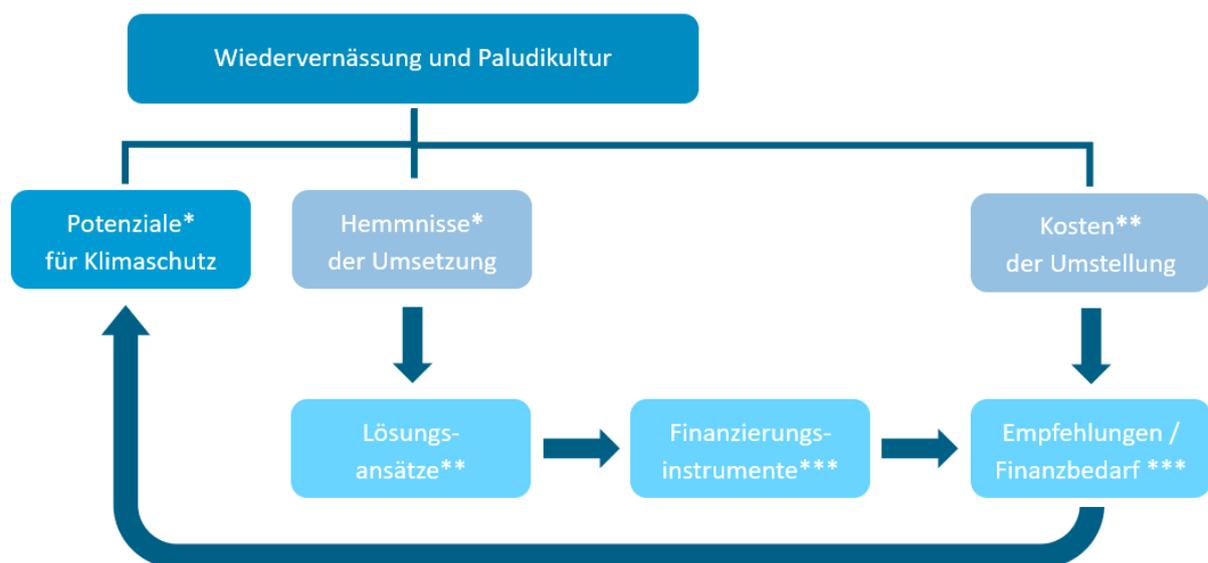
<sup>2</sup> Die Begriffe Moor, Moorboden, organischer Boden wird im Folgenden synonym verwendet.

<sup>3</sup> Abkürzung für die englische Bezeichnung des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land use change and forestry – LULUCF).

<sup>4</sup> 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.

Einer vollständigen Wiedervernässung ebenso wie der Umstellung auf Paludikultur stehen derzeit zahlreiche Hemmnisse entgegen, die in dieser Studie ebenfalls beleuchtet werden (Kapitel 3). Entsprechend sind die gesetzlich vorgeschriebenen Klimaschutzpolitischen Zielvorgaben unter den derzeitigen rechtlichen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Gegebenheiten in der Realität kaum umsetzbar. Nichtsdestoweniger ist es wichtig und notwendig aufzuzeigen, in welchen Dimensionen Wiedervernässungsmaßnahmen nötig wären, um die gesetzlich vorgeschriebenen Klimaschutzziele zu erreichen. Damit wird die Dringlichkeit betont, mit der die bestehenden Hemmnisse adressiert und überwunden werden müssen beziehungsweise die Notwendigkeit aufgezeigt, weitere Maßnahmen zum Klimaschutz aufzusetzen (vgl. UBA 2021c). Aus diesem Grund wird auch der Umfang der Flächen, auf denen Paludikultur umgesetzt werden könnte, auf der Basis des Zielwerts einer Vernässung aller organischer Böden abgeleitet und steht entsprechend unter einem Machbarkeitsvorbehalt.

In Wichmann et al. (2022) werden den hier genannten Hemmnissen mögliche Lösungsansätze gegenübergestellt. Ebenso werden dort die Kosten für Wiedervernässung und Umstellung auf Paludikultur erläutert und Erfahrungswerte zusammengetragen. Diese Erhebungen werden in Schäfer et al. (2022) aufgegriffen, um finanzielle Anreizinstrumente für die Wiedervernässung und die Umstellung auf Paludikultur zu entwickeln und den fiskalischen Finanzbedarf zu quantifizieren. Die vorliegende 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).



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

**Abbildung 1: Projektaufbau und Arbeitsschritte**

Wiedervernässte Moore können weitestgehend nicht mehr nach herkömmlichen landwirtschaftlichen Praktiken genutzt werden. Sie können jedoch weiterhin produktiv bewirtschaftet werden, indem der Pflanzenanbau beziehungsweise die Beweidung an den Standort angepasst wird (Paludikultur). Die landwirtschaftliche Nutzung wiedervernässter Moorflächen bietet neben der Reduktion von THG-Emissionen aus verminderter Torfzersetzung einen Zusatznutzen für den Klimaschutz. Ähnlich wie Holzprodukte im Forstsektor hat die Paludikultur ein sehr großes Potenzial, Kohlenstoff im Produktspeicher von Paludikulturerzeugnissen längerfristig festzulegen und fossile Rohstoffe zu substituieren.

Neben dem Klimaschutz hat Paludikultur im Vergleich zu herkömmlicher Landwirtschaft auf entwässerten Moorböden weitere positive Umweltwirkungen, vor allem im Bereich des Natur- und Artenschutzes, aber auch hinsichtlich Nährstoffretention und Wasserhaushalt. Hier sind die positiven Wirkungen für die Schutzziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie hervorzuheben, da die teilweise erheblichen Stickstoff- und Phosphorfreisetzen über Drainabflüsse reduziert und die Qualität der Oberflächengewässer verbessert werden. Zudem steigt das Wasserretentionspotenzial, so dass durch Rückhalt von Wasser in der Landschaft, eine erhöhte Verdunstungskühlung (Ahmad et al. 2020) sowie im Hochwasserfall überstaubaren Nutzflächen mit Paludikultur auch eine Anpassung an den Klimawandel erfolgt.

Für die Abschätzung des Flächenpotenzials von Paludikultur, werden im Folgenden die relevante Flächenkulisse betrachtet und deren aktuelle Nutzungsform dargestellt (Kapitel 2.1), ihre Bedeutung für politische Zielsetzungen berücksichtigt (Kapitel 2.2) und daraus der Flächenumfang abgeleitet, der notwendig wiedervernässt werden muss, um die klimaschutzpolitischen Ziele zu erreichen (Kapitel 2.3). Darauf aufbauend wird dann der maximal mögliche Flächenumfang für die Umstellung auf Paludikultur betrachtet (Kapitel 2.4). Nach der Darstellung dieses Zielszenarios werden die aktuell bestehenden Hemmnisse adressiert, die einer Wiedervernässung und einer Umstellung auf Paludikultur entgegenstehen (Kapitel 3). Dabei ist zu berücksichtigen, dass Gründe, die die Umsetzung von Paludikultur erschweren oder verhindern, zwar nicht unmittelbar einer Wiedervernässung der Fläche entgegenstehen. Sie führen aber dazu, dass die Anreizwirkung für die Wiedervernässung eingeschränkt wird oder wegfällt.

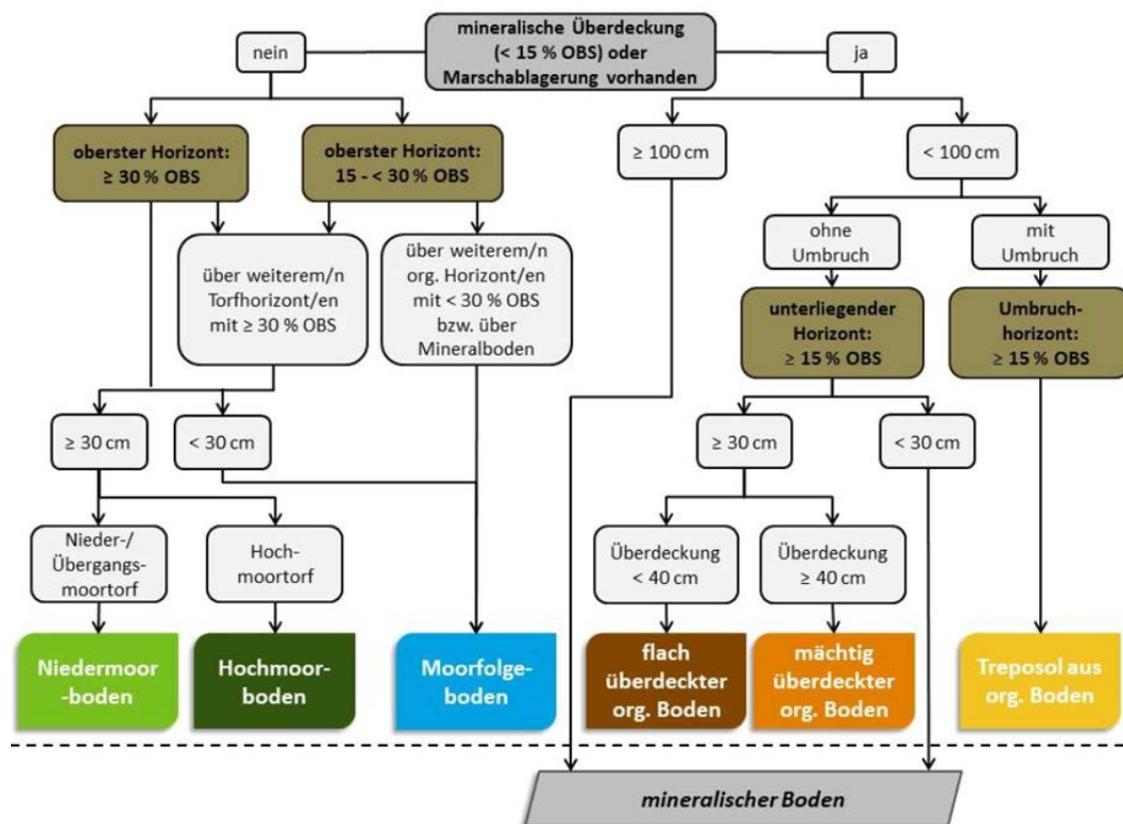
## 2 Flächenpotenzial für Paludikultur bei zielkonformer Wiedervernässung

### 2.1 Flächenkulisse und aktuelle Nutzung

Die Darstellung des Flächenumfangs für die Wiedervernässung und der dadurch möglichen THG-Emissionseinsparungen bis zum Jahr 2030 beziehungsweise 2050 erfolgt unter der Prämisse einer hypothetischen Zukunftsbetrachtung. Im Sinne einer Szenarioanalyse wird davon ausgegangen, dass die in Kapitel 3 dargestellten Hemmnisse nicht existieren und auf den Moorböden sofort eine Wasserstandsanehebung durchgeführt werden kann. Die Erfahrungen aus vergangenen Wiedervernässungsprojekten zeigen jedoch, dass die Wiedervernässung von Mooren eine längere Vorlaufzeit benötigen und der hier betrachtete Zeitraum bis zum Jahr 2030 sehr ambitioniert ist und auch der Zeitbedarf für die Änderung der zielkonformen ordnungs-, planungs- und förderrechtlichen Rahmenbedingungen ein limitierender Faktor sein wird.

Für die Herleitung der Flächenkulisse für Paludikultur werden nachfolgend unterschiedliche Datenquellen einbezogen. Paludikultur hat in erster Linie den **Erhalt des Torfkörpers bei gleichzeitiger produktiver Nutzung** zum Ziel (Wichtmann et al. 2016). Für die Abschätzung potenziell geeigneter Flächen für Paludikultur werden neben Mooren i. e. S. (Hoch- und Niedermoore) weitere kohlenstoffreiche Böden betrachtet. Im Nationalen Inventarbericht (NIR) und im Großteil der vorliegenden Literatur wird zudem nicht nach unterschiedlichen organischen Böden differenziert. In der Bodenzustandserhebung für landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland (Jacobs et al. 2018) wird die in Abbildung 2 dargestellte Klassifikation zur Zuordnung von Moorböden und weiteren moorähnlichen kohlenstoffreichen Böden verwendet. Dabei ist zu beachten, dass das in Abbildung 2 dargestellte Schema von der Systematik des NIR zum Deutschen Treibhausgasinventar etwas abweicht, da dort eine andere Definition nach den Vorgaben des IPCC verwendet wird. Kohlenstoffreiche Böden umfassen neben Hochmooren und Niedermooren auch Moorfolgeböden (z. B. Anmoore), überdeckte organische Böden (inkl. anthropogen überformte Böden wie etwa Sanddeckkulturen) und Treposole, die durch Tiefpflügen

entstanden sind. Treposole sind derzeit nicht explizit im NIR zu organischen Böden enthalten, da nur unzureichende Informationen zu ihrer Verbreitung und den THG-Emissionen vorliegen. Jedoch sind viele Standorte von Treposolen in Karten als Hochmoore oder Moorgleye enthalten, d. h. die Flächensumme der organischen Böden bilden den tatsächlichen Bestand recht gut ab. Das Thünen-Institut arbeitet zurzeit im Forschungsprojekt „SOC-Sand“ an der Thematik (pers. Mitteilung Tiemeyer 2020). Moorähnliche, kohlenstoffreiche Böden weisen in Bezug auf THG-Emissionen ähnliche Eigenschaften wie Moore auf. Hinsichtlich der Nutzung wird in dieser Studie auf die landwirtschaftliche Nutzung organischer Böden fokussiert. Auf Siedlungen und Wald auf entwässerten organischen Böden wird nicht eingegangen.



Jacobs et al. 2018, OBS = organische Bodensubstanz

Abbildung 2: Klassifikationsschema zur Zuordnung von organischen Böden zu Moorklassen.

Aufgrund unterschiedlicher Definitionen und der Erhebung der Daten für Landnutzungskategorien ergeben sich in der Agrarstatistik und der Klimaberichterstattung unterschiedliche Angaben zum Flächenumfang bei den landwirtschaftlich genutzten organischen Böden. Wir beziehen uns im Folgenden auf die Flächenkulisse, die der deutschen Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention zugrunde liegt (NIR, UBA 2019 und UBA 2021a).

In Deutschland werden mit rd. **1,307 Mio. ha ca. 80 % der organischen Böden landwirtschaftlich genutzt**, davon rd. 0,972 Mio. ha als Grünland i. w. S. und rd. 335.000 ha als Ackerland. Diese sind fast vollständig drainiert (UBA 2021a, Tabelle 1). Im NIR wurde der drainierte Anteil organischer Böden nach Landnutzungskategorien aus der regionalen Verteilung der Wasserstände in organischen Böden Deutschlands abgeleitet (Bechtold et al. 2014), die auf der Karte organischer Böden (Roßkopf et al. 2015) und langjährigen Messreihen von Wasserpegeln in organischen Böden beruht.

Tabelle 1: Landwirtschaftlich genutzte Fläche sowie Fläche organischer Böden.

Kategorie	Landwirtschaftliche Fläche <sup>1</sup>	Fläche organischer Böden <sup>2</sup>	Drainierter Anteil <sup>2</sup>
Gesamtfläche in Deutschland	19.929.000 ha	1.822.109 ha	
Davon Acker	13.490.000 ha	334.657 ha	100,0 %
Davon Dauergrünland	6.439.000 ha		
▶ Grünland i. e. S.		950.426 ha	99,0 %
▶ Gehölze		22.076 ha	98,7 %

<sup>1</sup> BMU 2019a (Angaben für 2016), <sup>2</sup> UBA 2021a (Angaben für 2019)

In Tabelle 2 sind die Umfänge der landwirtschaftlich genutzten Flächen, der organischen Böden sowie der Moore der fünf moorreichen Bundesländer Bayern, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein aufgeführt. Die Angaben zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen (LF) in den moorreichen Bundesländern sind aus der Bodennutzungshaupterhebung (BNH) der Agrarstatistik entnommen, da die NIR-Daten nicht auf Bundeslandebene zugänglich sind. Dabei ist zu beachten, dass die NIR-Kulisse (19,97 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche für 2015, UBA 2019) umfangreicher ist als die BNH-Kulisse (16,73 Mio. ha LF für 2015) des Statistischen Bundesamtes. Hintergrund ist, dass in der BNH beim Ackerland einige Dauerkulturen und beim Grünland extensive und nicht-kommerzielle Nutzungsformen (z. B. für Naturschutz und Erholung) nicht berücksichtigt werden.

Des Weiteren sind in den nicht-moorreichen Bundesländern in kleinerem Umfang organische Böden vorhanden, in Tabelle 2 aber nicht dargestellt. In der BNH werden nur landwirtschaftliche Betriebe mit mindestens 5 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche erfasst. Auch werden Hofstellen, dauerhaft aus der Produktion genommene Flächen, Kurzumtriebsplantagen, die z. T. auch auf organischen Böden liegen, nicht mit einbezogen. Teilweise besteht eine Diskrepanz zwischen der Flächengröße der Feldblöcke und einem geringeren Flächenumfang der über InVeKoS angemeldeten Parzellen. Die unterschiedlichen Methoden führen zu divergierenden Angaben der Flächengrößen bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzung organischer Böden. Die Angaben zu den organischen Böden beziehungsweise den landwirtschaftlich genutzten Moorflächen stammen aus unterschiedlichen Quellen und sind aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden und -zeiträume nicht direkt vergleichbar. Moore und andere kohlenstoffreiche Böden verändern sich durch Degradierung und Mineralisation schnell. Daher sind Flächendaten teilweise nicht mehr aktuell und Quellen weichen voneinander ab (Jacobs et al. 2018).

Tabelle 2: Flächengrößen und Anteile organischer Böden an landwirtschaftlich genutzten Flächen in den fünf moorreichen Bundesländern.

Flächen-Einteilung	Bayern	Brandenburg	Mecklenburg-Vorpommern	Niedersachsen	Schleswig-Holstein
Landwirtschaftliche Fläche (LF) <sup>1</sup>	3.125 kha	1.316 kha	1.348 kha	2.598 kha	990 kha
Ackerland <sup>1</sup>	2.048 kha	1.015 kha	1.076 kha	1.888 kha	656 kha
Dauergrünland (DGL) <sup>1</sup>	1.063 kha	296 kha	268 kha	691 kha	328 kha
Anteil Ackerland an LF	66 %	77 %	80 %	73 %	66 %
Anteil Dauergrünland an LF	34 %	23 %	20 %	27 %	33 %
Organische Böden	226.335 ha	263.000 ha <sup>3</sup>	292.361 ha <sup>5</sup>	497.463 ha <sup>7</sup>	187.523 ha <sup>8</sup>
davon Moore	116.952 ha <sup>2</sup>	166.000 ha <sup>3</sup>	271.000 ha <sup>5</sup>	363.212 ha <sup>7</sup>	120.000 ha <sup>8</sup>
davon Moorfolgeböden	109.383 ha <sup>2</sup>	97.000 ha <sup>3</sup>	ca. 21.000 ha	60.539 ha <sup>7</sup>	k. A.
davon überdeckte organische Böden	k. A.	k. A.	k. A.	73.712 ha <sup>7</sup>	67.500 ha <sup>9</sup>
Acker auf organ. Böden	45.950 ha <sup>2</sup>	41.250 ha <sup>4</sup>	18.789 ha <sup>6</sup>	63.221 ha <sup>7</sup>	7.222 ha <sup>10</sup>
DGL auf organ. Böden	64.700 ha <sup>2</sup>	165.000 ha <sup>4</sup>	135.761 ha <sup>6</sup>	290.081 ha <sup>7</sup>	74.238 ha <sup>10</sup>
Acker + Dauergrünland	110.650 ha	206.250 ha	154.550 ha	353.302 ha	81.460 ha
Anteil LF an organischen Böden	49 %	78 %	53 %	71 %	43 %
Anteil Acker an organischen Böden	20 %	16 %	6 %	13 %	4 %
Anteil DGL an organischen Böden	29 %	63 %	46 %	58 %	40 %
Anteil Acker auf organ. B. an LF-Acker	2 %	4 %	2 %	3 %	1 %
Anteil DGL auf organ. B. an LF-DGL	6 %	56 %	51 %	42 %	23 %

<sup>1</sup> Statistisches Bundesamt 2017 (BNH-Kulisse); <sup>2</sup> Bayerischer Landtag 2016; <sup>3</sup> Luthardt & Zeitz 2014; <sup>4</sup> Fell et al. 2015; <sup>5</sup> LM MV 2017; <sup>6</sup> Hirschelmann et al. 2019; <sup>7</sup> Angaben zu Mooren und Anmooren: persönliche Mitteilung H. Höper, 6.12.2019, beruhend auf BK50 (2018/2019) und ATKIS (2015); <sup>8</sup> MELUND 2019; <sup>9</sup> Burbaum & Filipinski 2015; <sup>10</sup> Angaben zu Mooren und Anmooren: persönliche Mitteilung M. Trepel, 9.12.2019, beruhend auf InVeKoS-Daten.

Zusammengefasst liegen über 80 % der organischen Böden Deutschlands in den hier ausgewählten Bundesländern. Eine große Spanne wird sichtbar bei dem Anteil von Dauergrünland auf organischen Böden an der länderspezifischen Dauergrünlandfläche. Während er in Bayern bei 6 % liegt, befinden sich in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen etwa die Hälfte des Dauergrünlandes auf organischen Böden (Tabelle 2, letzte Zeile). Obwohl die Angaben zu den organischen Böden in den moorreichen Bundesländern aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden mit den bundesweiten Angaben in Tabelle 1 zahlenmäßig nicht direkt vergleichbar sind, ergibt sich doch ein ausreichend genaues Bild für eine Ableitung der Flächenkulisse für potenziell geeignete Paludikulturflächen.

Die derzeit unter Torfabbau berichteten Flächen, rd. 20.000 ha, wären prinzipiell für Paludikultur (Torfmooskultivierung) geeignet. Sie werden hier nicht berücksichtigt, da diese Flächen Vorrangflächen für Naturschutz und natürliche Entwicklung sind. Torfabbauflächen, für die in Altgenehmigungen noch eine landwirtschaftliche Nachnutzung vorgesehen sind, sind nicht flächenrelevant.

## 2.2 Bedeutung von organischen Böden für den Klimaschutz

### 2.2.1 Organische Böden als Teil des LULUCF-Sektors

Über 92 % der THG-Emissionen aus organischen Böden werden im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF) berichtet und darin mit der Festlegung von Kohlenstoff in der Biomasse v. a. des Waldes und in Holzprodukten verrechnet. Dieser Sektor wird in Deutschland derzeit als **Nettosenke für THG-Emissionen** geführt. Die verbleibenden rd. 7 % der THG-Emissionen sind N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten organischen Böden, die im Sektor Landwirtschaft bilanziert werden.

Auf EU-Ebene wurde im Mai 2018 die Verordnung (EU) 2018/841 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 und des Beschlusses Nr. 529/2013/EU (LULUCF-Verordnung) erlassen. Sie bezieht erstmals die LULUCF-THG-Emissionen in die Klimaschutzziele der EU ein und beschreibt eine, wenn auch sehr begrenzte, flexible Verrechnung der Senkenwirkung des LULUCF-Sektors mit Emissionen, die nicht dem EU-Emissionshandel unterliegen, sondern unter der Lastenteilungsverordnung (Verordnung (EU) 2018/842) zusammengefasst werden. Eine Anrechnung der Emissionen aus der Nutzung von Acker- und Grünland zusätzlich zum Waldmanagement soll für alle Mitgliedstaaten verpflichtend ab 2021 sein. Entwässerte, land- und forstwirtschaftlich genutzte Moorböden sind zum überwiegenden Teil in diesen Kategorien enthalten und daher anrechnungspflichtig. Das Management von Feuchtgebieten soll in der Periode 2026 – 2030 mit den geltenden Bilanzierungsrichtlinien des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2014) ebenfalls verpflichtend werden. Deutschland berichtet bereits auf sehr hohem Standard in den Nationalen THG-Inventaren über diese Emissionen. Die LULUCF-Verordnung formuliert als sektorales Ziel Netto-Null-Emissionen („No-Debit-Regel“ = Verbot von Lastschriften). Solange der Sektor eine Netto-Senke ist, wie es in Deutschland derzeit der Fall ist, wird dieses Ziel ohne weiteres erfüllt. Aktuell wird auf europäischer Ebene im Zusammenhang mit der Erhöhung der Klimaschutzziele auch eine Überarbeitung der LULUCF-Verordnung verhandelt, so dass es hier in absehbarer Zukunft zu Änderungen kommen kann. Der vorliegende Kommissionsvorschlag sieht für das Jahr 2030 vor, dass der Sektor EU-weit Einbindungen in Höhe von 310 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. aufweist (COM 2021).

### 2.2.2 Nationale Ziele im LULUCF-Sektor

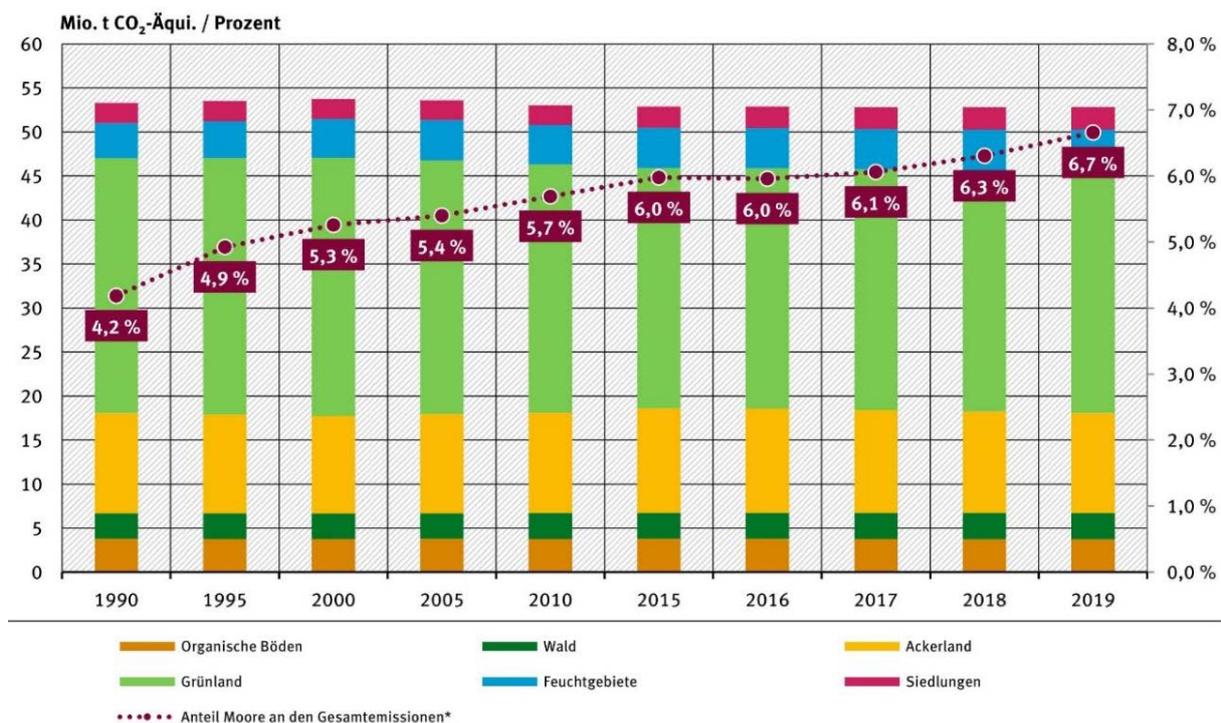
Die Bundesregierung hat im Jahr 2016 den **Klimaschutzplan 2050** beschlossen. Darin wird die Sicherung des LULUCF-Sektors als Nettosenke „mit weiteren Maßnahmen“ benannt, aber nicht weiter spezifiziert (BMU 2016). Das **Klimaschutzprogramm 2030** der Bundesregierung greift die Maßnahmen des Klimaschutzplans 2050 auf und benennt (ebenfalls unspezifisch) den Moorbodenschutz als klimarelevante Maßnahme, die verstärkt gefördert wird (BMU 2019b). In § 3a der Novelle des **Bundes-Klimaschutzgesetzes 2021** werden erstmals konkrete Ziele für den LULUCF-Sektor festgelegt:

- ▶ Bis 2030 soll die Senkenleistung auf mindestens -25 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. verbessert werden,
- ▶ Bis 2040 auf mindestens -35 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. und
- ▶ Bis 2045 auf mindestens -40 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq.

Anders als in der LULUCF-Verordnung, nach der in den gemäß Art. 2 anzurechnenden LULUCF-Kategorien die Emissionen den Abbau durch Kohlenstofffestlegung im Saldo nicht übersteigen dürfen, beruht das Sektorziel der Bundesregierung auf dem Saldo der in der THG-Emissionsberichterstattung ausgewiesenen, absoluten THG-Emissionen und Kohlenstoffeinbindungen (Osterburg et al. 2019).

### 2.2.3 Emissionen aus organischen Böden

Im LULUCF-Sektor werden mehrere Kategorien miteinander verrechnet, die jede für sich mit komplexen Datenerhebungen, Berechnungen und Modellierungen unterlegt ist (vgl. UBA 2021a). Die Senkenleistung des LULUCF-Sektors wurde für das Jahr 2019 mit -16,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. bilanziert. Die THG-Emissionen aus organischen Böden betragen ca. 53 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq., wobei davon ca. 3,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. aus N<sub>2</sub>O-Emissionen im Landwirtschaftssektor bilanziert werden (UBA 2021b, Abbildung 3).



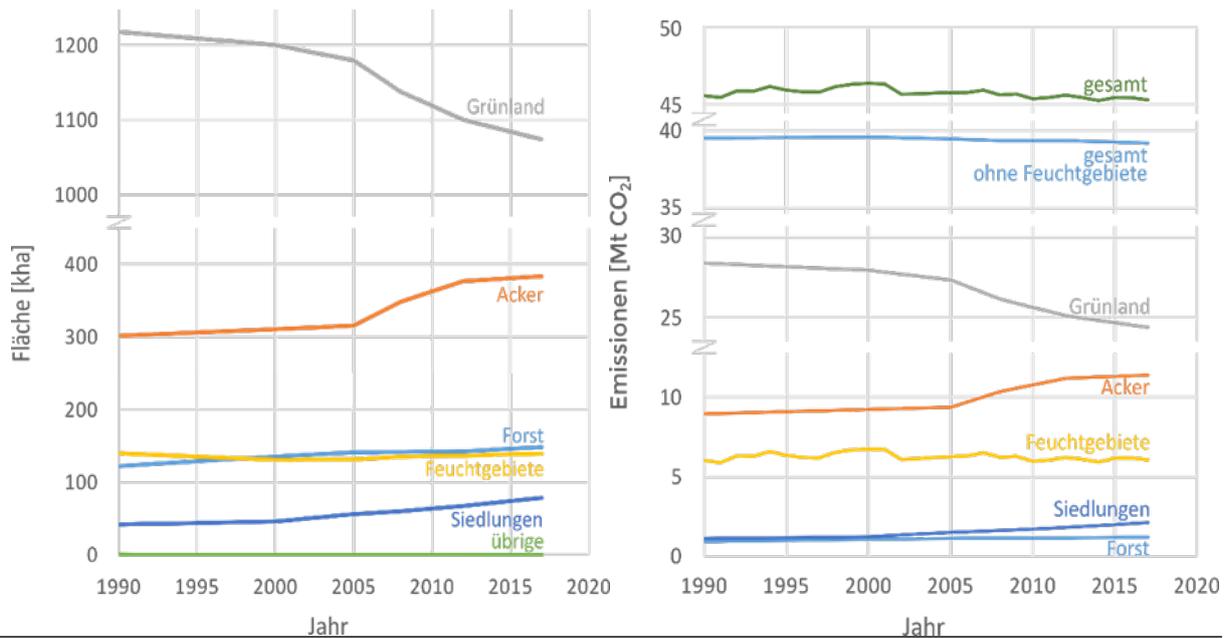
Quelle: Umweltbundesamt: Emissionsinventar (01/2021) in UBA (2021b), \* alle Emissionsangaben inkl. Landnutzung, Landnutzungsänderung & Forstwirtschaft; die Kategorie „organische Böden“ umfasst die im Landwirtschaftssektor berichteten N<sub>2</sub>O-Emissionen.

Abbildung 3: Treibhausgas-Emissionen aus Mooren 1990 – 2019.

Um bis 2030 eine Senkenleistung von -25 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. im LULUCF-Sektor zu erreichen, müssen die Emissionen aus organischen Böden substantziell reduziert werden. Der aktuelle Projektionsbericht für Deutschland geht für den Zeitraum bis 2030 davon aus, dass die Senkenleistung des Waldes stark abnimmt und die Emissionen der anderen Landnutzungen nicht mehr kompensieren kann (BMU 2021b).

Die Kohlenstoffspeicherkapazität des Waldes schwankt, bedingt unter anderem durch Holzeinschlag, Sturmereignisse mit hohen Schäden sowie Schäden durch Dürre und Klimawandel der vergangenen Jahre (UBA 2021b, BMEL 2021). Der Projektionsbericht zeigt auf, dass der LULUCF-Sektor bereits ab 2025 als dauerhafte THG-Quelle fungiert (BMU 2021b, S.308). Im Jahr 2030 werden im Referenzszenario 21 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. emittiert, sofern keine substantielle Reduzierung der Emissionen aus organischen Böden erfolgt (Öko-Institut 2019, S. 289).

Entgegen den Klimaschutzzielen, die unter anderem den Erhalt von Dauergrünland voraussetzen (BMU 2019b), nahm der Anteil an Grünland auf organischen Böden in den zurückliegenden Jahren ab und die Ackerfläche nahm zu. Gleichzeitig nehmen auch die Siedlungsflächen zu, die eine Entwässerung von organischen Böden langfristig festschreiben. Die Entwicklung der Landnutzung auf organischen Böden von 1990 bis 2017 wird in Abbildung 4 hinsichtlich Flächenumfang und THG-Emissionen illustriert.



Daten aus nationaler Berichterstattung bis 2017, in a) Flächengrößen und b) THG-Emissionen, UBA, lfd.,  
Darstellung: John Couwenberg

Abbildung 4: Trends in der Landnutzung auf organischen Böden.

Die zunehmend calamitätsanfälligen Wälder in Deutschland zeigen, dass der Handlungsbedarf im LULUCF-Sektor deutlich zugenommen hat und erhebliche Anstrengungen für die Erreichung der politisch formulierten Ziele erforderlich sind. Für den Erhalt der Netto-Senke im LULUCF-Sektor ist die Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moorböden entscheidend (Öko-Institut 2019). Die größtmögliche Reduktion der Emissionen aus organischen Böden stellt eine No-Regret-Maßnahme dar und sollte hohe Priorität haben.

Die Wasserstandsanhhebung ist die einzig wirksame Maßnahme zur Reduktion von bodenbürtigen Emissionen von Kohlendioxid und Lachgas aus organischen Böden. Bei Überstau beziehungsweise in Abhängigkeit von der Vegetationsetablierung werden Methan-Emissionen relevant. Optimiert auf Emissionsreduzierung sollte der Wasserstand im Jahresmittel etwa in Flur sein (z. B. Jurasinski et al. 2016, Günther et al. 2020, Tiemeyer et al. 2020).

## 2.3 Flächenbedarf für die Wiedervernässung

### 2.3.1 Transformationspfade für die zielkonforme Wiedervernässung

Aus den Klimaschutzzielen für die Emissionsreduktionen lässt sich der notwendige Flächenumfang für die Anhebung des Wasserstandes ableiten. Die Wiedervernässung kann unabhängig von der Folgenutzung der vernässten Fläche durchgeführt werden. Die Ermittlung der Flächenpotenziale für Paludikultur erfolgt im nächsten Kapitel. Wenn bereits in diesem Kapitel Flächen in Paludikulturnutzung ausgewiesen werden, hat das zwei Gründe: Erstens wird in der Literatur in Szenarien zur Wiedervernässung vielfach die Paludikulturnutzung bestimmter Flächenanteile unterstellt, die hier entsprechend ausgewiesen werden. Diese Unterstellung beruht auf der Annahme, dass sich Wiedervernässungsmaßnahmen in der Fläche nur dann werden durchsetzen lassen, wenn eine Option für eine wirtschaftliche Folgenutzung besteht. Zweitens hat die Nutzung in Paludikultur Einfluss auf das Emissionsminderungspotenzial einer wiedervernässten Fläche und damit auf den Flächenumfang, den es bedarf, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Im Folgenden werden verschiedene Szenarien zur THG-Reduktion durch Wiedervernässung vorgestellt. Der Befund wird in Tabelle 3 und Tabelle 4 zusammengeführt.

Die **Nationale Moorschutzstrategie des BMU** sowie die **Bund-Länder-Zielvereinbarung** zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz nennen das Ziel, bis zum Jahr 2030 die jährlichen Emissionen aus Moorböden um mindestens 5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. zu reduzieren (BMU 2021a, BLZV 2021). Unter Bezugnahme auf dieses Einsparziel sowie anhand der Fortschreibung vorhandener Moorbodenschutzmaßnahmen auf Basis bisheriger sowie geplanter neuer Finanzmittel benennt der aktuelle **Projektionsbericht der Bundesregierung** flächenbezogene Maßnahmen bis 2030 (BMU 2021b). Dazu zählen die Vernässung entwässerter Feuchtgebietsflächen und deren Optimierung (73.300 ha), Wiedervernässung von Torfabbauf Flächen (11.263 ha), Grünlandextensivierung und Wasserstandsanehebung (224.260 ha), vollständige Vernässung bisheriger Grünlandflächen (80.600 ha) und die Umwandlung von Ackerland in Grünland (12.700 ha). Für landwirtschaftliche Flächen werden somit bis zum Jahr 2030 Maßnahmen zur Wasserstandsanehebung auf einer Fläche von ca. 305.000 ha Grünland prognostiziert.

Die **RESCUE-Studie des Umweltbundesamtes** beschreibt verschiedene Transformationspfade für Deutschland hin zu einer Treibhausgasneutralität, die alle eine Treibhausgasreduzierung bis 2050 von mindestens 95 % und bis 2030 von mindestens 55 % gegenüber 1990 vorsehen (UBA 2021d). Die Autoren\*Autorinnen gehen davon aus, dass ab 2020 von etwa 1 Mio. ha landwirtschaftlich genutzten organischen Böden jährlich 5% restauriert werden. Das entspricht einem jährlichen Umfang von rd. 50.000 ha zu vernässender Flächen. Durch das zögerliche Handeln seit Erscheinen der Studie werden aktuell bereits höhere jährliche Vernässungsquoten erforderlich. Auf Basis der Szenarien der RESCUE-Studie wird in UBA (2021c) angeführt, dass bei einer Vernässungsquote in Höhe von 5,3 % ab 2022 die Emissionen aus trockengelegten landwirtschaftlich genutzten Moorböden bis 2030 auf rd. 20 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. halbiert werden können. Ab 2040 liegen die jährlichen Emissionen in den Szenarien der RESCUE-Studie bei 4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. In 2050 verbleiben lediglich entwässerungsbedingte Emissionen aus siedlungs- und infrastrukturnahen organischen Böden.

Die **Folgenabschätzung des Öko-Instituts für die Erreichung der im Klimaschutzplan 2050** formulierten Sektorziele für das Jahr 2030 geht davon aus, dass im Zeitraum 2018 – 2030 20 % der landwirtschaftlich genutzten Moorfläche wiedervernässt werden: 248.700 ha (75.936 ha Acker und 172.767 ha Grünland), wobei sowohl für Acker als auch für Grünland ein 20 %-Anteil angenommen wurde (Öko-Institut 2019, S. 270 f). Dadurch wird eine jährliche Einsparung von rd. 7 Mio. t CO<sub>2</sub> ab 2030 erwartet (Öko-Institut 2019, S. 291). Die Annahmen des Zielpfades gehen davon aus, dass 25 % der wiedervernässten Fläche mit Wasserständen ganzjährig in Flur unter Nutzungsaufgabe und Ausweisung als Naturschutzfläche (mittels Kaufs durch die öffentliche Hand) einer natürlichen Entwicklung überlassen werden. 75 % der wiedervernässten Fläche mit einem Wasserstand ganzjährig < 20cm unter Flur unterliegen der Annahme, dass die landwirtschaftliche Nutzung in Form von Paludikultur aufrechterhalten wird. Die Autor\*innen gehen davon aus, dass der 75 %-Flächenanteil (rd. 186.500 ha) in Paludikultur eine nur halb so hohe THG-Einsparung im Vergleich zu dem 25 %-Flächenanteil (rd. 62.200 ha) der aufgelassenen wiedervernässten Flächen erreicht. Grundlage dieser Einschätzung der Autor\*innen ist die Annahme, dass für eine Paludikultur-Nutzung die Flächen nur teilvernässt werden (mdl. Mitteilung, Klaus Hennenberg, Nov. 2019). Diese Abschätzung des Emissions-Minderungspotenzials beruht auf den Emissionsfaktoren aus der Nationalen Berichterstattung für den Zeitraum 1990 – 2017 (UBA 2019). Weiterhin wird aus den Klimaziele der Bundesregierung abgeleitet, dass bis zum Jahr 2050 50 % der entwässerten landwirtschaftlich genutzten organische Böden wiedervernässt werden müssen (Öko-Institut 2019).

Aufbauend auf den Berechnungen des Öko-Institutes werden in **Prognos et al. (2020)** die Annahmen getroffen, dass bis zum Jahr 2030 (2050) 20 % (50 %) des Acker- und Grünlandes auf organischen Böden wiedervernässt werden. Von diesen vernässten Flächenanteilen werden bis zum Jahr 2030 40 % als extensive Wiese oder Weide sowie 30 % in Paludikultur und 30 % nicht genutzt und bis zum Jahr 2050 50 % der Fläche in Paludikultur und 50 % nicht genutzt. Die Fläche landwirtschaftlich genutzter Fläche, die wiedervernässt wird, beträgt im Jahr 2050 rd. 0,7 Mio. ha (Prognos et al. 2020). Das Öko-Institut hat zudem ein Kurzgutachten zu Natürlichen Senken vorgelegt (dena 2021). Darin wird für die in Prognos et al. (2020) genannten flächenbezogenen Maßnahmen das Reduktionspotenzial von 7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. bis zum Jahr 2030 mit einem spezifischen jährlichen Einsparpotenzial von 25,2 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro ha, und 18 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Emissionsminderung bis 2050 mit einem spezifischen Einsparpotenzial von 27,7 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro ha beziffert (dena 2021, S. 30).

Das **Greifswald Moor Centrum (GMC)** hat einen **Transformationspfad für die Moornutzung** vorgelegt (Abbildung 5, Abel et al. 2019), der auf dem 1,5°C-Ziel des IPCC beruht (IPCC 2018) und ein Szenario für Netto-Null-CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Moor-Entwässerung bis zum Jahr 2050 darstellt. Er bezieht sich auf die notwendige Minimierung aller Quellen innerhalb der einzelnen Kategorien der Sektoren, was in diesem Fall die Wasserstandsanehebung auf insgesamt rund 1,8 Mio. ha organischen Böden in Deutschland bedeutet. Dazu müssen bis zum Jahr 2050 jährlich organische Böden mit dem Flächenumfang von rd. 50.000 ha vernässt werden. Bis zum Jahr 2030 wird das Ziel 200.000 ha Vollvernässung und auf (allen) anderen Moorflächen ein jährlicher Durchschnittswasserstand von 30 cm oder weniger unter Flur genannt. Hierzu zählt die Einstellung der gesamten Ackernutzung auf Moor und Umwandlung in (mindestens) feuchtes und teils nasses Grünland bis zum Jahr 2030. Des Weiteren wird ein Flächenumfang für Wasserstandsanehebung auf forstwirtschaftlich genutzten (entwässerten) Mooren genannt – bis zum Jahr 2030 sind 50 % zu vernässen (Abel et al. 2019). Das spezifische jährliche Minderungspotenzial wurde für die Vollvernässung mit 22,7 t CO<sub>2</sub> pro ha für tiefentwässertes Grünland und 29,7 t CO<sub>2</sub> pro ha für Acker angegeben, sowie mit 7,7 (14,7) t CO<sub>2</sub> pro ha für die Umwandlung von tiefentwässertem Grünland (Acker) zu Feuchtgrünland (vgl. Tabelle A1 in Tanneberger et al. 2021, hier ohne Emissionsfaktoren für N<sub>2</sub>O und CH<sub>4</sub>).

Tanneberger et al. (2021) haben den Moor-Transformationspfad angepasst und den Zwischenschritt in der Wasserstandsanehebung auf Grünland ersetzt. Statt einer Teilvernässung eines überwiegenden Anteils des Grünlandes bis zum Jahr 2030 (vgl. gelbe Anteile in Abbildung 5), zielt dieser Transformationspfad (Abbildung 6) darauf ab, einen geringeren Flächenanteil des Grünlands auf organischen Böden vollständig bis zum Jahr 2030 zu vernässen. Ein Grund für die Anpassung war das Risiko von Doppelförderung beziehungsweise ein potenziell höherer Finanzbedarf, wenn die (betriebliche) Anpassung zuerst an eine Feuchtwiesennutzung und in einem zweiten Schritt an eine nasse Nutzung erfolgen müsste. Dies hat Auswirkungen auf die Ausgestaltung von Anreizen für die Umstellung auf Paludikultur. Für beide Transformationspfade ist das Einsparpotenzial mit rd. 17 Mio. t CO<sub>2</sub> beziehungsweise rd. 16 Mio. t CO<sub>2</sub> bis zum Jahr 2030 ähnlich (Tabelle 4). Beide Transformationspfade fokussieren auf CO<sub>2</sub>-Emissionen.

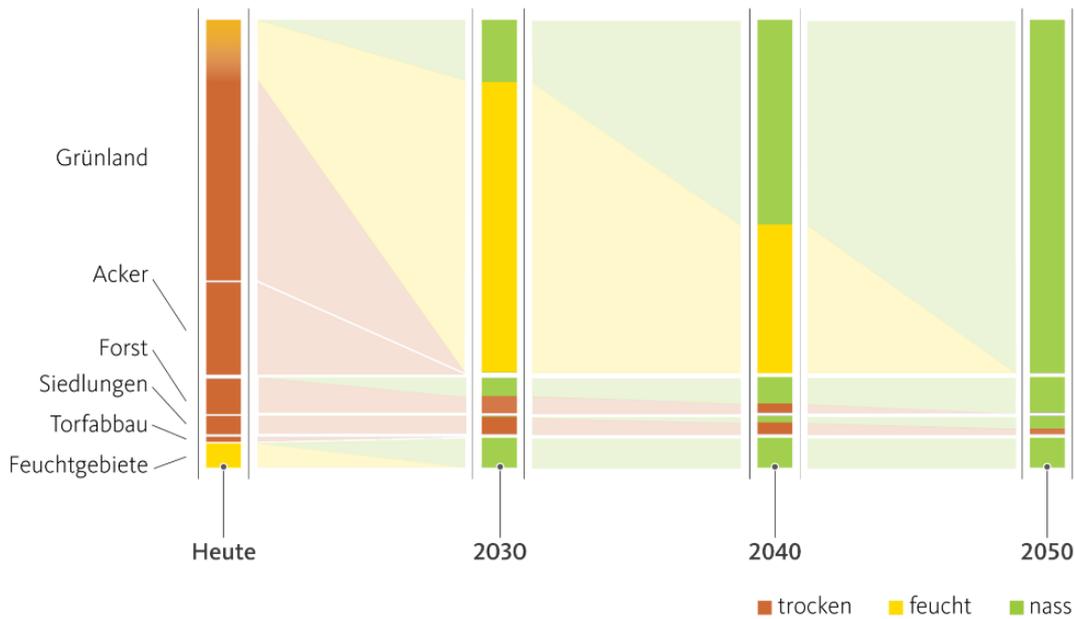


Abbildung 5: Transformationspfad 1 für organische Böden in Deutschland.

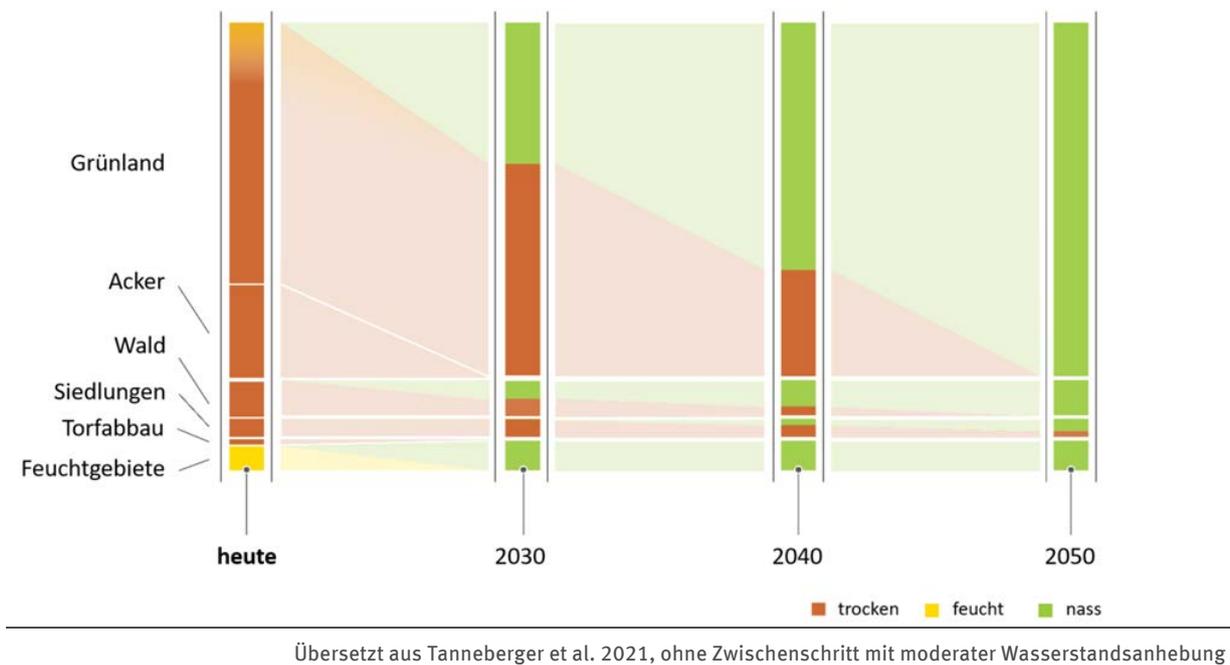


Abbildung 6: Transformationspfad 2 für organische Böden in Deutschland.

In Tabelle 4 und Tabelle 5 sind die genannten nationalen Klimaschutzziele sowie die beschriebenen Szenarien bis zum Jahr 2030 und 2050 zusammengefasst und die damit verbundenen Flächenpotenziale für die Wiedervernässung und für Paludikultur dargestellt, beziehungsweise selbst abgeleitet.

Tabelle 3: THG-Reduktionsziele verschiedener Wiedervernässungsszenarien und Flächenpotenziale für Paludikultur im Jahr 2030

Quelle	Einsparziel 2030	Flächenumfang Wiedervernässung 2030	Flächenpotenzial <sup>1</sup> Paludikultur 2030
Nationale Moorschutzstrategie des BMU BMU 2021a	5 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.	rd. 300.000 ha <sup>2</sup> (abgeleitet aus BMU 2021b)	k. A.
Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz BLZV 2021	5 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.	rd. 300.000 ha <sup>2</sup> (abgeleitet aus BMU 2021b)	k. A.
RESCUE-Studie UBA 2021d, UBA 2021c	rd. 20 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.	mind. 500.000 ha	k.A.
Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 Öko-Institut 2019	7 Mio. t CO <sub>2</sub>	248.700 ha = 20 % Acker + 20 % Grünland vernässt, davon 75 % in Paludikultur	186.527 ha = 56.952 ha Acker + 129.575 ha Grünland
Klimaneutral 2050 Prognos et al. 2020 <sup>3</sup>	k. A.	rd. 200.000 ha = 20 % Acker + 20 % Grünland vernässt, davon 40 % als extensive Weide/Mahd und 30 % Paludikultur	<i>rd. 140.000 ha</i> Summe aus 40 % extensive Weide/Mahd und 30 % Paludikultur
Potenziale natürlicher Senken dena 2021	7 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.	278.000 ha Acker und Grünland, davon 40 % extensive Weide/Mahd und 30 % Paludikultur	<i>194.600 ha</i> Summe aus 40 % extensive Weide/Mahd und 30 % Paludikultur
Transformationspfad 1 Abel et al. 2019, Tanneberger et al. 2021	rd. 17 Mio. t CO <sub>2</sub>	200.000 ha Vollvernässung, auf allen anderen Wasserstand auf 30 cm Grundwasserflurabstand anheben (1.257.600 ha)	200.000 ha
Transformationspfad 2 Tanneberger et al. 2021	rd. 16 Mio. t CO <sub>2</sub>	741.400 ha (383.300 ha = 100 % Acker u. 358.100 ha = 33 % Grünland)	k. A.

<sup>1</sup> Angaben in *kursiv* - eigene Berechnung auf Grundlage der in den Quellen genannten Flächengrößen und -anteile. <sup>2</sup> Im Projektionsbericht genannte Maßnahmen im Moorbodenschutz (BMU 2021b, S. 306): „c) Grünlandextensivierung und Wasserstandsanhebung (224.260 ha), d) Vollständige Vernässung bisheriger Grünlandflächen (80.600 ha)“. <sup>3</sup> FABio-Modell des Öko-Institutes.

Tabelle 4: THG-Einsparziele verschiedener Wiedervernässungsszenarien und Flächenpotenziale für Paludikultur im Jahr 2050

Quelle	Einsparziel2050	Flächenumfang 2050 <sup>1</sup>	Flächenpotenzial Paludikultur 2050
Folgenabschätzung zum Klimaschutzplan 2050 Öko-Institut 2019	k. A.	<i>rd. 653.580 ha</i> 50 % der landwirtschaftlich genutzten Moorfläche wiedervernässt	k. A.
Klimaneutral 2050 Prognos et al. 2020 <sup>2</sup>	k. A.	rd. 700.000 ha 50 % der Acker- und Grünlandflächen auf Moor, davon 50 % in Paludikultur	<i>rd. 350.000 ha</i>
Potenziale natürlicher Senken dena 2021	18 Mio. t CO <sub>2</sub> -Äq.	650.000 ha 50 % landwirtschaftlich genutzte Moorflächen	325.000 ha
Transformationspfad 1 Abel et al. 2019, Tanneberger et al. 2021	35,8 Mio. t CO <sub>2</sub>	rd. 1.457.600 ha 100 % der landwirtschaftlich genutzten Moore vernässt	k. A.
Transformationspfad 2 Tanneberger et al. 2021	35,8 Mio. t CO <sub>2</sub>	rd. 1.457.600 ha 100 % der landwirtschaftlich genutzten Moore vernässt	k. A.

<sup>1</sup> Angaben in *kursiv* - eigene Berechnung auf Grundlage der in den Quellen genannten Flächengrößen und -anteilen.

<sup>2</sup> FABio-Modell des Öko-Institutes.

Gemäß den internationalen Klimaschutz-Vereinbarungen sind bis zum Jahr 2050 alle CO<sub>2</sub>-Emissionen weitestgehend auf Null zu reduzieren, die Kompensation von Emissionen durch andere Sektoren ist dann nicht, beziehungsweise nur sehr begrenzt für absolut nicht vermeidbare Emissionen möglich. Der Transformationspfad von Tanneberger et al. (2021) fokussiert auf die größtmögliche Reduktion von Emissionen organischer Böden als Einzelquelle und ist damit konform mit dem Ziel der Klimaneutralität. **Das Zielszenario für die Wiedervernässung bis zum Jahr 2050 umfasst deshalb sämtliche landwirtschaftlich genutzte organische Böden in Deutschland, aktuell rd. 1,3 Mio. ha. Es wird im Weiteren den Ableitungen für die Umstellung auf Paludikultur zugrunde gelegt.** Auch bei vollständiger Wiedervernässung verbleibt ein (geringer) Anteil an Restemissionen (vgl. Tiemeyer et al. 2020, Kaiser & Tanneberger 2021).

### 2.3.2 Wesentliche Stellschrauben

Der notwendige Flächenumfang zur Erreichung der Klimaschutzziele wird bei der praktischen Umsetzung von den in Kapitel 3 genannten Hemmnissen, der Klimawirkung sowie natur- schutzfachlichen Einschränkungen von weiteren Kriterien und deren Priorisierung/Gewichtung beeinflusst. Weitere Kriterien, z. B. wasserwirtschaftliche Vorgaben, Wasserverfügbarkeit, Zustand der Fläche, Flächengröße, Flächenzugriff oder bestehende Raumwiderstände sind nicht in die Abschätzung der Flächenkulissen eingeflossen. Für die Ermittlung von Potenzial- flächen für Wiedervernässung schlagen Reichelt & Lechtape (2019) folgende Kriterien vor:

- ▶ Flächen mit besonders hohen Emissionen haben ein hohes Einsparpotenzial
- ▶ Wasserverfügbarkeit (abgeleitet von Geländehöhe/Grundwassernähe)
- ▶ Eigentumsverhältnisse (z. B. Flächen in öffentlicher Hand).

Je nach Gewichtung der Kriterien ergibt sich ein unterschiedlich hoher Flächenbedarf zur Errei- chung der Klimaschutzziele. Eine möglichst **hohe Emissionseinsparung** pro ha ließe sich auf tiefentwässerten Standorten erreichen, die unter den gegenwärtigen ordnungs- und förder- rechtlichen Rahmenbedingungen zwar eine hohe einzelwirtschaftliche Wertschöpfung erzeu- gen, aber gleichzeitig auch erheblich volkswirtschaftliche Schadenskosten verursachen.

Der Flächenbedarf zur Erreichung der Klimaschutzziele ist auf tiefentwässerten Flächen am geringsten. Bei der Wiedervernässung von tiefentwässerten Standorten ist vor allem zu prüfen, ob eine ausreichend hohe **Wasserverfügbarkeit** vorhanden ist. Flächen, die bereits frisch bis feucht sind, weisen pro ha ein geringeres Emissionsreduktionspotenzial auf, d. h., dass ein höherer Flächenumfang zur Erreichung der Klimaschutzziele notwendig ist. Auf diesen Stand- orten ist gegebenenfalls die Verfügbarkeit der Flächen einfacher möglich, da sie geringere einzelwirtschaftliche Opportunitätskosten aufweisen.

Richtet sich die Umsetzung nach der **Flächenverfügbarkeit**, könnten Flächen, die sich im öffentlichen Eigentum befinden (Bund, Land, Kommunen) als erstes wiedervernässt werden. Eine Flächenauswahl könnte anhand des Kriteriums der Wasserverfügbarkeit stattfinden, sowie den (vorhandenen oder zu schaffenden) Möglichkeiten der Wasserregulierung und deren (Einrichtungs-)Kosten.

Die Machbarkeit der nach dem Zielszenario notwendigen vollständigen Wiedervernässung der landwirtschaftlich genutzten organischen Böden wird durch die genannten Aspekte einge- schränkt. Sie können in der vorliegenden Studie nicht quantitativ geschätzt werden, schränken aber die Wiedervernässungsfläche und damit die für Paludikultur zur Verfügung stehenden Fläche ein.

## 2.4 Potenziale von Paludikultur

### 2.4.1 Flächenpotenziale für die Umstellung auf Paludikultur

Aus Klimaschutzsicht ist es nicht zwingend erforderlich, die wiedervernässten Flächen land- wirtschaftlich zu nutzen. Da Paludikultur aber eine wirtschaftliche Folgenutzung wieder- vernässter Böden ermöglicht, kann sie zur Wiedervernässung anreizen, jedenfalls aber die Folgen einer Wiedervernässung für Betroffene abmildern.

Wie in Kapitel 2.3.1 beschrieben, werden die Flächenpotenziale für die Umstellung auf Paludi- kultur auf der Basis des zielkonformen Szenarios einer vollständigen Wiedervernässung aller landwirtschaftlich genutzter organischer Böden abgeleitet. Für die Ableitung dieser Flächenku- lisse ist eine Unterscheidung in Anbau-Paludikultur und Nasswiesen-Paludikultur sinnvoll, die sich nach Art der möglichen Bewirtschaftung beziehungsweise nach den naturschutzrecht- lichen Einschränkungen richtet (LM MV 2017, Tanneberger et al. 2020). In LM MV (2017) wurden Kulissen für die Umsetzung von Paludikultur anhand des vorliegenden Schutzstatus der Fläche abgeleitet.

Anbau-Paludikulturen (Schilf, Rohrkolben, Anbaugräser, Erle) werden im Unterschied zu natürlich aufwachsender Biomasse gezielt etabliert. Paludikultur ist im Einklang mit Naturschutzzielen möglich, insbesondere wenn die Nutzung als Nasswiese erfolgt und auf die spezifischen Schutzziele ausgerichtet wird. Nasswiesen-Paludikultur ist eine Form der Grünlandnutzung mit hohen Wasserständen, wobei sich die Artenzusammensetzung des Bestands sukzessive an den Wasserstand anpasst oder bereits angepasst ist.

In der Fachstrategie Paludikultur wurde gemeinsam durch die Naturschutz- und Landwirtschaftsverwaltung eine Potenzialabschätzung für Mecklenburg-Vorpommern erarbeitet (LM MV 2017). Dieser Ansatz wurde in Nerger & Zeitz (2021) im Rahmen des F+E Vorhabens „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden (KLIBB)“ für Schleswig-Holstein, Brandenburg und Baden-Württemberg landesspezifisch angepasst. Die Bearbeitung beschränkte sich dabei auf Niedermoorböden und mit Niedermoorböden vergesellschaftete kohlenstoffreiche Böden. Die Kulissen wurden in Zusammenarbeit mit den Landesnaturschutzbehörden erstellt. Das methodische Vorgehen orientierte sich an der Ausweisung von Paludikultur-Klassen in Mecklenburg-Vorpommern (LM M-V 2017).

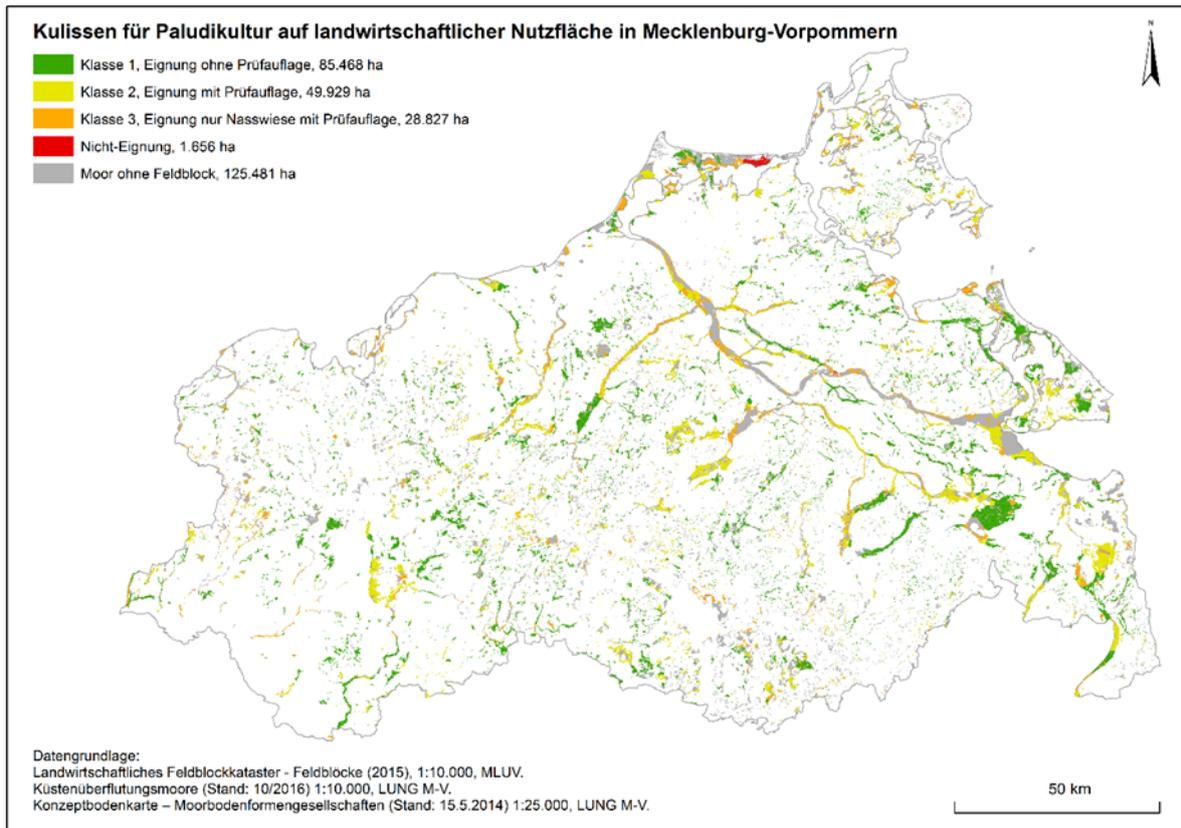
In der Fachstrategie Paludikultur MV wurden drei verschiedene Eignungsklassen für die Umsetzung von Paludikultur sowie eine Klasse der „Nicht-Eignung“ ausgewiesen. Flächen außerhalb der Klasse 1 unterliegen komplexeren Genehmigungsverfahren (LM MV 2017). Die Kriterien der Klassen 1-4 sind für MV in Tabelle 5 aufgelistet.

**Tabelle 5: Naturschutzfachliche Restriktionen für die Ableitung von Eignungsklassen zur Umsetzung von Paludikultur.**

Klasse	Kriterien
1 Ohne Prüfauflage	Moor mit Feldblock ohne Einschränkung, Förderkulisse Grünland M-V (Basis)
2 Mit Prüfauflage	Biosphärenreservate (Entwicklungszone oder Zone nicht definiert), Vogelschutzgebiete, FFH-Lebensraumtypen (Anhang I FFH-RL), Nationales Naturerbe
3 Nur Nasswiese / mit Prüfauflage	Biosphärenreservate (Pflegezonen, Suchraum), Nationalparke (außer Kernzone), gesetzlich geschützte Biotop (Feucht-, Küsten-, Gewässerbiotop), Naturschutzgebiete, Förderkulisse Grünland M-V (NGGN), Flächennaturdenkmäler, Geschützte Landschaftsbestandteile, Florenschutzkonzept, Lebensraumklassen Gutachterlicher Landschaftsrahmenplan, FFH Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL
4 Nicht geeignet	Biosphärenreservate (Kernzone), Nationalparke (Kernzone), gesetzliche geschützte Biotop (Trockenbiotop, Gehölzbiotop)

LM MV 2017

Im Ergebnis sind in Mecklenburg-Vorpommern rd. 85.000 ha für Anbau-Paludikultur (Klasse 1) und weitere 50.000 ha potenziell für Anbau-Paludikultur (mit Prüfauflage, Klasse 2) aus naturschutzfachlicher Sicht geeignet (Abbildung 7, Tabelle 6). Ebenso wäre hier die Umstellung auf Nasswiesen-Paludikultur nicht eingeschränkt (LM MV 2017).



LM MV 2017

**Abbildung 7: Flächenkulisse für Paludikultur auf landwirtschaftlicher Nutzfläche in MV.**

In Nerger & Zeitz 2021 wurden Eignungskulissen auf Niedermoorböden für Brandenburg, Schleswig-Holstein und Baden-Württemberg erarbeitet, wobei in den einzelnen Ländern die Kriterien für die Flächenzuordnung zu den Klassen 1 – 4 unterschiedlich angewendet wurden. Die Ergebnisse sind somit nicht direkt mit denen aus Mecklenburg-Vorpommern vergleichbar. Da der Fokus auf Niedermoorböden liegt, blieben bei der Kulisse landwirtschaftlich genutzter organischer Böden mit den Hochmoorböden ein Teil der für Paludikultur potenziell relevanten Flächen unberücksichtigt.

Für Brandenburg ergab die Analyse, dass auf rd. 52.800 ha landwirtschaftlich genutzte Niedermoorböden und mit Niedermooren vergesellschafteten organischen Böden keine naturschutzfachlichen Restriktionen bestehen (Klasse 1), wovon auf rd. 16.800 ha derzeitigem Ackerland sämtliche (Anbau-) Paludikulturen etablierbar sind. Auf rd. 35.900 ha derzeitigem Grünland in Klasse 1 sind rechtliche Restriktionen für eine Grünlandumwandlung zu beachten. Die Klasse 2 – 3 „unter Prüfauflage für eine nasse Bewirtschaftung geeignet“ umfasst 132.896 ha in Brandenburg (Nerger & Zeitz 2021, Tabelle 6).

In Schleswig-Holstein wurden von den Niedermoorböden, Anmoor und Moorgleyen 72.334 ha der Klasse 1 zugeordnet, wovon 69.477 ha derzeit als Grünland genutzt werden. Der Klasse 2 – 3 wurden für Schleswig-Holstein relativ wenig Flächen zugeordnet, 12.675 ha, die unter Prüfauflage für eine nasse Bewirtschaftung, jedoch nur als Nasswiese beziehungsweise Nassweide geeignet sind. Die Klasse 4 umfasst 21.262 ha, wobei unter anderem Vogelschutzgebietenflächen per se als ungeeignet für die nasse Bewirtschaftung angesehen wurden (Nerger & Zeitz 2021, Tabelle 6).

Tanneberger et al. (eingereicht) benennen zudem Flächenpotenziale für die Eignungsklassen 1 bis 2 für organische Böden in Niedersachsen, geschätzt von 3N (2021): Von den Niedermoorböden in Niedersachsen werden 25.000 ha der Klasse 1 zugeordnet, 11.000 ha der Klasse 2 (Nasswiesen/-weiden sowie Anbau-Paludikultur unter Prüfauflage), sowie 150.000 ha der Klasse 3 (Nasswiesen/-weiden mit Prüfauflage). 10.000 ha der landwirtschaftlich genutzten Niedermoorböden werden als ungeeignet (Klasse 4) eingeteilt. Zudem werden Angaben zu der Eignung von Hochmoorböden für Paludikultur-Bewirtschaftung in Niedersachsen gemacht: demnach liegen 22.000 ha in Klasse 1, 4.000 ha in Klasse 2 und 102.000 ha in Klasse 3 (Tabelle 6). Hierbei ist zu beachten, dass die Werte für Niedersachsen eine grobe Schätzung darstellen und im Vergleich zu den Angaben für Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Schleswig-Holstein weit weniger detailliert ausgearbeitet sind.

**Tabelle 6: Ermittelte Flächenpotenziale für Paludikultur in Mecklenburg-Vorpommern (MV), Schleswig-Holstein (SH), Brandenburg (BB) und Niedersachsen (NI).**

Klasse	MV <sup>1</sup>	BB <sup>2</sup>	SH <sup>2</sup>	NI <sup>3</sup>
1 Ohne Prüfauflage	85.468 ha	52.795 ha	72.334 ha	47.000 ha
2 Mit Prüfauflage	49.929 ha	132.896 ha		15.000 ha
3 Nur Nasswiese/mit Prüfauflage	28.827 ha		12.675 ha	252.000 ha
4 Nicht geeignet	1.656 ha	321 ha	21.262 ha	10.000 ha

<sup>1</sup> LM MV 2017, <sup>2</sup> Nerger & Zeitz 2021 – BB und SH nur Niedermoore, <sup>3</sup> 3N (2021) und Tanneberger et al. (eingereicht)

Die dargestellte Abschätzung von Eignungskulissen für Anbau- und Nasswiesen-Paludikultur zeigt das derzeit bestehende Potenzial und sollte in planerischen Prozessen berücksichtigt werden. Der Flächenanteil in Mecklenburg-Vorpommern für die Klassen 1 + 2 liegt bei 81 % sowie weiteren 17 % für Klasse 3, in Brandenburg bei 99,8 % der landwirtschaftlich genutzten Moorböden (LM MV 2017, Nerger & Zeitz 2021). In Schleswig-Holstein umfasst die Klasse 1 68 % und die Klasse 2-3 12 % (Nerger & Zeitz 2021). In Niedersachsen liegt der Flächenanteil der Klassen 1 + 2 bei lediglich 17,5 %, während 71 % der Klasse 3 zugeordnet sind (3N 2021, Tanneberger et al. eingereicht, bezogen auf einen Flächenumfang landwirtschaftlich genutzter organischer Böden in Niedersachsen von 353.300 ha, siehe Tabelle 2). Wird ein Flächenanteil in Höhe von 80 % aller landwirtschaftlich genutzten organischen Böden bundesweit angenommen, ergibt sich ein **Flächenumfang von rd. 1,045 Mio. ha**, für den eine Umsetzung von Anbau- und / oder Nasswiesen-Paludikultur in Frage kommt. Eine Prüfauflage (Klassen 2 + 3) besteht für 15 % (S-H) bis 85 % (Niedersachsen) dieser Flächen.

Bei einer aktuellen ackerbaulichen Bewirtschaftung von organischen Böden besteht in der Regel keine naturschutzfachliche Einschränkung, d. h. diese Flächen können bereits ohne die Erstellung von Eignungskulissen als Potenzialflächen für (Anbau-)Paludikultur angenommen werden. Das sind in den fünf moorreichen Bundesländern rd. 176.000 ha organische Böden (Tabelle 2, Grundlage BNH-Kulisse) beziehungsweise bundesweit rd. 334.500 ha organische Böden (Tabelle 1, Grundlage NIR-Kulisse). Bei einem Emissionsfaktor von 37 t CO<sub>2</sub>-Äq. / ha\*a für Acker und 0 – 7 t CO<sub>2</sub>-Äq. / ha\*a für Röhrichte (Kaiser & Tanneberger 2021) ergeben sich für die Umwandlung von Acker in Röhricht jährliche Emissionsreduktionspotenziale in Höhe von 5,3 – 6,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. für die fünf moorreichen Bundesländer beziehungsweise 10 – 12,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. bundesweit.

In Mecklenburg-Vorpommern sind rd. 1.650 ha (1 %) Moore ungeeignet für Paludikultur-Umsetzung (LM MV 2017). Die Kulissen der Nicht-Eignung von Niedermooren wurden in Nerger & Zeitz (2021) mit länderspezifisch unterschiedlichen Kriterien abgegrenzt und für Brandenburg mit 0,5 %, Baden-Württemberg 5 % und Schleswig-Holstein 20 % angegeben. Wird für die landwirtschaftlich genutzten organischen Böden in Deutschland ein Anteil der **Nicht-Eignung von 5 %** angenommen, wären etwa 65.300 ha von bundesweit aktuell 1,307 Mio. ha landwirtschaftlich genutzten organischen Böden aufgrund naturschutzfachlicher Einschränkungen für keine Art von Paludikultur geeignet.

#### **2.4.2 Nicht berücksichtigte Emissionsminderungspotenziale von Paludikultur**

Neben der Reduktion von bodenbürtigen Emissionen fokussiert Paludikultur auf die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen. Auf den möglichen Beitrag dieser Rohstoffe zur Dekarbonisierung der Wirtschaft wird in Schäfer et al. (2022) näher eingegangen.

Vor dem Hintergrund, dass die Gebäude in Deutschland für 30 % aller THG-Emissionen verantwortlich sind und die Gebäudeisolierung zum überwiegenden Teil mit energieintensiven oder aus fossilen Rohstoffen erzeugten Dämmstoffen erfolgt, sind die klimapolitischen Erfordernisse und die Nachfragepotenziale beim Neubau und der Sanierung von Gebäuden außerordentlich groß (Staniaszek et al. 2015, Oehler 2018).

Wird Paludikultur-Biomasse stofflich zum Beispiel zu Dämmmaterialien verwertet, wird Kohlenstoff im Produktespeicher dauerhaft festgelegt – dies könnte ähnlich wie Holzprodukte im LULUCF-Sektor als Senke bilanziert werden. Daraus ergeben sich bei der Umsetzung von Paludikultur weitere Einspareffekte von Emissionen sowie Substitutionseffekte in anderen Sektoren. Dazu zählen unter anderem der Ersatz fossiler Rohstoffe in der Dämmstoffherstellung, Einsparungen durch geringeren Energieaufwand bei der Herstellung von Bau- und Dämmstoffen aus Paludikultur, Transporteinsparungen. Da bisher keine gesicherten Aussagen zu den Effekten sowohl in der Flächenbewirtschaftung in Paludikultur noch in den nachgelagerten Verwertungen getroffen werden können, werden sie hier für die Ableitung von Flächenpotenzialen nicht berücksichtigt.

### **3 Hemmnisse für Paludikultur**

Wie beschrieben ist eine vollständige Wiedervernässung sämtlicher landwirtschaftlich genutzter organischer Böden notwendig, um die gesetzlich vorgegebenen Klimaschutzziele zu erreichen. Diese Zielvorgabe stößt jedoch auf gewichtige Herausforderungen, wie sie bereits in Kapitel 2.3.2 beschrieben sind. Darüber hinaus bestehen aktuell weitere Hemmnisse, die der Wiedervernässung sowie der Umstellung auf Paludikultur als wesentlichem Anreiz für eine Wiedervernässung entgegenstehen. Tabelle 7 gibt einen Überblick über die verschiedenen Hemmnisse, die nachfolgend erläutert werden (Kapitel 3.1-3.7). Anschließend werden praktische Erfahrungen mit diesen Hemmnissen dargestellt (Kapitel 3.8.)

**Tabelle 7: Hemmnisse für die Umsetzung nasser Moornutzung.**

<b>Agrar- und Strukturförderung</b>
Förderung für entwässerungsbasierte Nutzung von Moorflächen beeinträchtigt die Wettbewerbsfähigkeit von Paludikultur
Zahlung öffentlicher Gelder für klimaschädigende Moornutzung stellt das Verursacherprinzip auf den Kopf und setzt falsche Anreize
Keine Beihilfefähigkeit für Anbau-Paludikulturen, Sanktionsrisiken bei bestimmten Feuchtgebietsarten (erste Säule)
Nur einzelne Ansätze zur Förderung über AUKM in zweiter Säule („moorschonende Stauhaltung“) oder EFRE-Fonds (Klimaschutz durch Moorschutz)
<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>
Mindeststandards im Förderrecht (GLÖZ) berücksichtigen Besonderheiten von Moorböden nicht
Fehlen einer flächendeckenden Karte zur Verbreitung organischer Böden als Kulisse für Mindeststandards (Förder- und Ordnungsrecht)
Fehlende Definition der Guten fachliche Praxis für die Bewirtschaftung von Moorböden
Vorgaben zum Grünlanderhalt über Europäisches Förderrecht und Ländergesetze verhindern Anbau-Paludikulturen
Wasser- und Naturschutzrecht: Einzelfallprüfungen, Nutzungsänderung zu Paludikultur erfordert kosten- und zeitintensive Genehmigungsverfahren
Sorge vor naturschutzrechtlichen Auflagen: Kultivierung oder Ansiedlung geschützter Arten, Etablierung geschützter Biotope
Umstellung auf Paludikultur erfordert Anpassung von Pachtverträgen, Haftungsrisiko durch Beeinträchtigung benachbarter Flächen bei Vernässung
<b>Betriebliche Aspekte</b>
Paradigmenwechsel: Bruch mit Traditionen, Rechtfertigungsdruck, Pioniergeist und Risikobereitschaft erforderlich
Betriebliche Opportunitätskosten und Zwänge weisen eine große betriebsindividuelle Bandbreite auf
Hohe Anfangsinvestitionen (Flächeneinrichtung, Anpflanzung, Erntetechnik) stellen für den einzelnen Landwirt eine hohe Hürde dar
Für hohen gesellschaftlichen Nutzen einer Umstellung auf Paludikultur fehlen betrieblich wirksame Honorierungsinstrumente
Fehlende pflanzenbauliche Langzeiterfahrung hinsichtlich Bestandesführung, Kalamitäten, Ertragsentwicklung
Wissensmangel: fehlende Beratung, berufliche und akademische Aus- und Weiterbildung; Demonstrationsbetriebe Paludikultur fehlen

## Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur

Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage (teilweise geringe Transportwürdigkeit der Biomasse, teilweise fehlende Anbauflächen)

Wenig Erfahrungen, neue Produktketten, mangelnder Marktzugang

Hohe Investitionskosten für Anlagen zur Biomasseverwertung (Heizwerk, Plattenwerk etc.), wenige vorhandene Kooperationsstrukturen

Fehlende Zertifikate, Patente, Lebenszyklusanalysen

Vorgaben für Vergabe und Beschaffung zur Entwicklung der Märkte für ökologische, klimafreundlich produzierte Rohstoffe und Produkte

## Wassermanagement und -verfügbarkeit

Notwendigkeit von aufwändiger hydrologischer Planung und gezieltem Wassermanagement

Risiko: Wasserknappheit, zu wenige / zu viele Nährstoffe

Hindernisse für Vernässung sind die Beeinträchtigung benachbarter Flächen, zersplitterte Eigentumsverhältnisse, Verpflichtung aus Pachtverträgen

Wiedervernässung von Einzelflächen ist technisch möglich, aber teuer – kooperative, einzugsgebietsbezogene Ansätze sinnvoll, aber aufwändig

Unzureichende Einbindung und fehlende personelle Kapazitäten der Akteure der Wasserwirtschaft (Behörden, Wasser-Boden-Verbände etc.)

## Vorbehalte von Nutzenden, Eigentümer\*innen, Anwohnenden

Fehlende Bereitschaft, Melioration als Errungenschaft (auch von früheren Generationen) aufzugeben

Investitionsrisiken und Unsicherheiten hinsichtlich Wirtschaftlichkeit (Abnehmerstruktur, Erzeugerpreise, Märkte, Demonstrationsbetriebe)

Fehlende Planungssicherheit und institutionelle Komplexität

Favorisierung von Tierhaltung und Lebensmittelproduktion gegenüber Biomasseproduktion zur stofflichen oder energetischen Verwertung

Angst vor materiellem Wertverlust (vernässte Keller, Grundstückswert)

Beeinträchtigungen in der Lebensqualität (Insekten, Verlust vertrauter Landschaft und bekannter Naherholungsgebiete)

## Finanzierungsbedarf

Kosten für Vorstudien, hydrologische Gutachten, Planungs- und Genehmigungsverfahren, v. a. bei größeren Flächen

Kosten für Infrastruktur für Wasserstandshebung und Wassermanagement

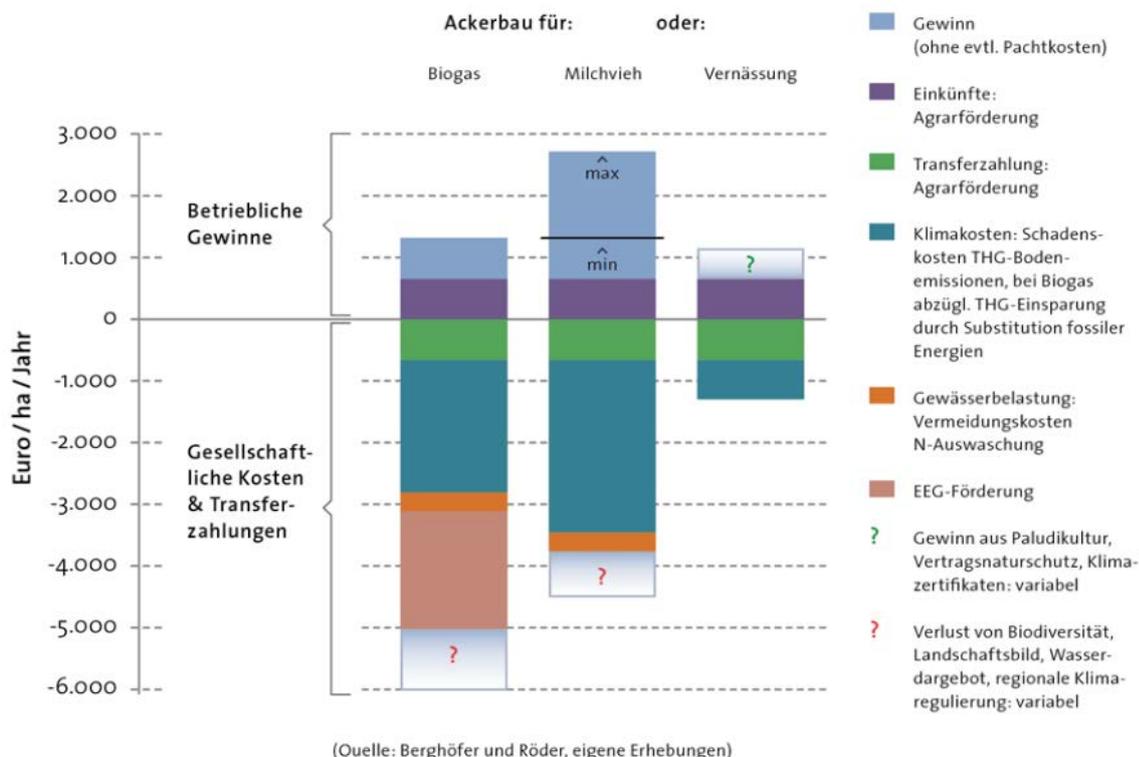
Kosten für Umstellung der Betriebsstruktur (Landtechnik, Logistik- und Weiterverarbeitungsanlagen)

Kosten für Flächensicherung und/oder Kompensation zur Akzeptanz von Wasserstandshebungen

Aufbringen des Eigenanteils bei der Umsetzung von Pilot- und Demonstrationsprojekten

### 3.1 Agrar- und Strukturförderung

Hinsichtlich der Hemmnisse für die Umsetzung von nasser Moornutzung sind insbesondere die bestehenden agrarpolitischen und rechtlichen Rahmenbedingungen von zentraler Bedeutung. Förderungen innerhalb der ersten und zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) sind derzeit ohne Einschränkungen für eine entwässerungsbasierte Nutzung von Moorflächen verfügbar. Hierdurch werden keine Anreize für eine Wasserstandsanhhebung gesetzt (Peters & Unger 2019). Vielmehr werden öffentliche Gelder für eine Landnutzung bereitgestellt, die hohe gesellschaftliche Kosten verursacht (vgl. Abbildung 7) und nationalen und europäischen Zielen zu Klimaschutz, Gewässerschutz (Wasserrahmenrichtlinie) und Biodiversitätserhalt (Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt) entgegensteht. Entsprechend identifiziert das Bundesamt für Naturschutz Zahlungen für entwässerungsbasierte Moornutzungen als naturschädigende Subventionen, die wirtschaftliche Aktivitäten unterstützen, welche die Ursachen des Verlustes von Arten und Lebensräumen (unter anderem Entwässerung von Feuchtwiesen und Niedermooren) sind und weitere Ökosystemleistungen beeinträchtigen (Schweppe-Kraft et al. 2019). Der Europäische Rechnungshof (2021) kritisierte, dass im Zeitraum 2014 – 2020 100 Mrd. € GAP- Fördermittel für den Klimaschutz bereitgestellt wurden, ohne wesentliche THG-Minderungen zu erzielen, zeitgleich jedoch die Nutzung entwässerter Moore unterstützt wurde, welche für 20 % der landwirtschaftlichen THG-Emissionen der EU-27 verantwortlich sind. Aus volkswirtschaftlicher Sicht wird durch die Zahlung öffentlicher Gelder für eine klimaschädigende Moornutzung das Verursacherprinzip auf den Kopf gestellt und kontraproduktive Anreize gesetzt, die der Erreichung der Klimaschutzziele entgegenwirken (Schäfer 2016).



Bonn et al. 2015

Abbildung 8: Privater Nutzen und gesellschaftliche Kosten und Transferzahlungen von Landnutzung auf entwässerten Niedermoorstandorten in Norddeutschland.

In vielen Fällen ist die Wertschöpfung der entwässerungsbasierten Moornutzung zudem so gering, dass die Bewirtschaftung erst durch die hohen gesellschaftlichen Transferzahlungen wirtschaftlich tragfähig ist (Abel et al. 2019). Auch Investitionsbeihilfen (z. B. Stallneubauten) oder die EEG-Förderung für Biogasanlagen (Einsatz von auf Moorböden angebautem Mais als Substrat) erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit entwässerungsbasierter Nutzungsformen und wirken zudem langfristig auf Grund der langen Abschreibungs- beziehungsweise Förderzeiträume. Somit wird die Umstellung auf Paludikultur durch die aktuelle Förderkulisse stark behindert.

Bleibt diese Förderkulisse bestehen, werden Landwirtinnen und Landwirte eine Wiedervernäsung und Paludikulturbewirtschaftung nur dann in Betracht ziehen, wenn die Folgenutzung mindestens ebenso beihilfefähig ist wie die entwässerungsbasierte Bewirtschaftung der Flächen. Bisher ist die Beihilfefähigkeit von Paludikulturen innerhalb der ersten Säule der GAP jedoch unsicher (z. B. bei Aufkommen von Binsen und Schilf auf Nasswiesen) oder nicht gegeben (z. B. Wintermahd von Schilf- und Rohrkolbenbeständen). Viele Feuchtgebietsarten gelten als nicht beihilfefähig, da die erzeugten Produkte nicht als „landwirtschaftliche Erzeugnisse“ eingestuft werden (Kölsch et al. 2016; Peters & Unger 2019). Diese Unsicherheiten und das damit einhergehende Risiko führen dazu, dass sich auch die Agrarverwaltungen der moorreichen Bundesländer zurückhaltend in der Förderung von Paludikultur zeigen. Ewert (2018) stellt im Vergleich der Länder fest, dass bestehende Spielräume im Rahmen der ersten Säule einheitlich nicht genutzt werden, sondern dem Leitbild des „kooperativen Föderalismus“ sowie dem Prinzip der „größtmöglichen Rechtssicherheit“ gefolgt wird. Demgegenüber entwickelten in der auslaufenden Förderperiode einige Länder über a) die zweite Säule (z. B. Agrarumwelt- und Klimamaßnahme „Moorschonende Stauhaltung“ in Brandenburg) und b) die Akquirierung von EU-EFRE-Mitteln für Forschungs- und Modellprojekte im Bereich Klimaschutz durch Moorschutz (Bayern, Niedersachsen) sowie unter anderem auch für die Anschaffung von Spezialtechnik („ProMoor“ in Brandenburg) innovativere Lösungswege (Ewert 2018).

Gemäß der Beschlüsse zur GAP-Reform (Council of the EU 2021) soll der Verlust der Beihilfefähigkeit für Paludikultur-Flächen zukünftig ausgeschlossen werden: „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“ (ebenda, S. 7). In der Definition zur „landwirtschaftlichen Tätigkeit“ (Artikel 4 (1) a)) wird die Beihilfefähigkeit jedoch weiterhin auf jene Paludikulturen beschränkt, die „landwirtschaftliche Erzeugnisse“ im Sinne des Anhang I zum Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union produzieren. Zusätzlich werden jedoch für bisher beihilfefähige Flächen, die die qualifizierenden Kriterien nicht mehr erfüllen, die Ausnahmeregelungen zum weiteren Erhalt der Direktzahlungen um neue Tatbestände erweitert. Laut EU-Direktzahlungsverordnung besteht in der aktuellen Förderperiode (2014-2022) die Möglichkeit, die Beihilfefähigkeit einer Fläche zu erhalten, wenn eine landwirtschaftliche Nutzung auf Grund von Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie, Vogelschutzrichtlinie oder FFH-Richtlinie nicht mehr erfolgen kann (Artikel 32 (2), Verordnung (EU) Nr. 1307/2013<sup>5</sup>). Deutschland setzt diese Ausnahmeregelung in der aktuellen Förderperiode um. Für die neue Förderperiode ab 2023 werden nun explizit Paludikulturen mit der Erzeugung von Nicht-Anhang I-Produkten sowie nationale Maßnahmen zur THG-Reduktion beziehungsweise für Biodiversität als Ausnahmetatbestand einbezogen (Artikel 4 (1) c) ii) (Council of the EU 2021). Diese EU Regelung soll mit §11 Förderfähige Fläche (1) 3b, GAPDZV<sup>6</sup> auch in

<sup>5</sup> VERORDNUNG (EU) Nr. 1307/2013 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 17. Dezember 2013 mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 637/2008 des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates (Amtsblatt der Europäischen Union, L 347/608-670).

<sup>6</sup> Verordnung zur Durchführung der GAP-Direktzahlungen (GAP-Direktzahlungen-Verordnung - GAPDZV), Bundesrat Drucksache 816/21, 26.11.21

Deutschland umgesetzt werden. Wie genau sich Paludikultur-Flächen für diese Ausnahmeregelung qualifizieren, muss noch ausgestaltet werden. Dabei sollte ein für die Landwirte unbürokratisches Antragsverfahren im Vordergrund stehen und eine Benachteiligung von Pionieren, die bereits bei hohen Wasserständen wirtschaften, ausgeschlossen werden.

Die zweite Säule der GAP zur Förderung ländlicher Räume könnte mit den Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) ein Instrument für Klimaschutz auf Moorböden bieten. Ein generelles Hemmnis sind der kostenbasierte Ansatz bei der Kalkulation der Prämienhöhen und die fehlende Anreizkomponente. Die Zahlungen der zweiten Säule basieren vorwiegend auf programmatisch vorgegebenen Maßnahmen und erstatten die Kosten eines höheren Aufwands oder den entgangenen Nutzen. Solche Ansätze sind nicht ergebnisorientiert und bieten für die Landwirte wenig Anreize für die Umstellung auf Paludikultur. Bei bestehenden AUKM auf Moorböden ist die Nutzung der aufwachsenden Biomasse zudem entweder nicht vorgesehen oder reduziert durch so gewonnene Einnahmen sogar die Höhe der Prämienzahlungen. Bisher gibt es keine AUKM, die explizit eine Umstellung von entwässerungsbasierter Nutzung auf Paludikultur fördern. Zudem fehlt es an der Verstetigung der Honorierung freiwilliger Maßnahmen über die üblichen 5 – 7 -jährigen Förderperioden hinaus, um eine dauerhafte Planungssicherheit bei der Umwandlung zu Paludikultur bieten zu können (Abel et al. 2019; Wichmann 2018).

## 3.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

### Europäisches Förderrecht (GLÖZ, Greening)

Die Mindestanforderung für den Erhalt von Direktzahlungen auf EU-Ebene (Cross Compliance: Standards zur Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand - GLÖZ) schreiben eine schonende Bodennutzung vor, berücksichtigen jedoch nicht die Besonderheiten von organischen Böden gegenüber Mineralböden und machen keine Vorgaben zu Wasserständen (Wichmann et al. 2018). So enthalten die Vorgaben zur Erhaltung des Anteils der organischen Substanz im Boden (GLÖZ 6) nicht den Torfschwund oder die Emissionen aus Böden (BMEL 2015).

Für die auslaufende Förderperiode (2014 – 2020, verlängert bis 2022) sah der Legislativvorschlag der Kommission den „Schutz von Feuchtgebieten und kohlenstoffreichen Böden einschließlich eines Erstumbruchverbots“ (GLÖZ 7) (KOM 2011) vor, der im Zuge des Trilogs jedoch ersatzlos entfallen war. Für die neue GAP (ursprünglich nach 2020 nunmehr nach 2022<sup>7</sup>) ist nun im Rahmen der Konditionalität der GLÖZ 2 „Schutz von Feuchtgebieten und Mooren“ (Annex III, Council of the EU 2021) aufgenommen worden, um kohlenstoffreiche Böden zu schützen. Grundvoraussetzung ist eine abgestimmte Karte zur Verbreitung organischer Böden als Kulisse für das Förderrecht, sowohl für die Implementierung eines GLÖZ-Standards als auch für die Anspruchsberechtigung für gezielte finanzielle Anreize für weiterführende Maßnahmen z. B. über die zweite Säule (GMC & DVL 2020). Solche Kulissen sind in einigen Bundesländern bereits vorhanden, da sie als Entwurf für den für die laufende Förderperiode ursprünglich vorgesehen, aber dann doch nicht realisierten GLÖZ 7 erarbeitet wurden. Den Mitgliedsstaaten wird statt einer Implementierung des GLÖZ 2 ab 2023 jedoch auch eine verzögerte Einführung im Jahr 2024 oder 2025 freigestellt, was mit mangelnden Daten zur Verbreitung von Feuchtgebieten und Mooren begründet wird. In Deutschland wird der neue GLÖZ 2 die entwässerungsbasierte Moorbodennutzung allerdings kaum einschränken, da im Rahmen der nationalen Ausgestaltung nur Verbote zu tiefgreifenden Bodenveränderungen vorgesehen sind, Wasserstände jedoch nicht adressiert werden (Bundestag 2021, § 10 GAPKondG). Auch in der Verordnung

---

<sup>7</sup> 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 treten 2023 in Kraft.

zur Umsetzung des Gesetzes wurde auf Bundesebene kein Mindeststandard zum Wassermanagement aufgenommen. Sind für die Neuanlage, Erneuerung oder Vertiefung von Entwässerungsanlagen landesrechtliche Genehmigungen erforderlich, sind diese jedoch auch bei EU-Kontrollen vorzulegen (§ 13 GAPKondV). Die früheren Vorgaben zum Grünlanderhalt über Cross Compliance wurden in der aktuellen Förderperiode von den Greening-Auflagen abgelöst und sollen in der GAP nach dem Jahr 2022 über den GLÖZ 1 „Erhaltung von Dauergrünland“ umgesetzt werden. Die EU begründet den Erhalt von Dauergrünland mit dem Umweltnutzen „und insbesondere der Bindung von Kohlenstoff“ (VO Nr. 1307/2013). Die Vorgaben zum Grünlanderhalt (Genehmigungsvorbehalt, Anlage von Ersatzgrünland, Umbruchverbot in FFH-Gebieten) verhindern damit jedoch die Umwandlung von häufig tief entwässertem Moorgrünland in Paludikultur-Dauerkulturen, obwohl diese einen Beitrag zu Klima- und Gewässerschutz leisten würden (Czybulka & Kölsch 2016; Peters & Unger 2019). Problematisch ist hierbei, dass für die Erhaltung von Dauergrünland zwar qualitative Gründe bestehen (insbesondere Klima- und Biodiversitätsschutz), aber aufgrund der Kontrollierbarkeit lediglich eine quantitative Erfassung des Dauergrünlandes anhand der Hektarzahlen und der prozentualen Anteile an der Gesamtfläche erfolgt. Die qualitativen Vorteile von Paludikulturen gegenüber herkömmlichem entwässertem Grünland können nicht geltend gemacht werden. Hierfür wäre eine Ausnahmegenehmigung vom Grünlanderhalt erforderlich, bei der jedoch der Nachweis erbracht werden muss, dass für die konkret betroffene Fläche keine Arten- und Biotopschutzbelange einer Anlage von Dauerkulturen entgegenstehen (GMC & DVL 2021). Eine Sonderregelung für Paludikulturen mit Verzicht auf die Anlage einer Grünland-Ersatzfläche wurde im Zuge der Rechtsnormen zur Durchführung der Konditionalität in Deutschland ab 2023 (GAPKondG, GAPKondV) diskutiert, jedoch in den Abschnitten zum Grünlanderhalt nicht explizit formuliert. Allerdings legt § 12 (1) GAPKondV zum Anbau von Paludikulturen fest, dass auf organischen Böden (Gebietskulisse nach § 11 GAPKondV) eine standortangepasste nasse Nutzung im Sinne einer Paludikultur zulässig sei, soweit die Fläche für Direktzahlungen förderfähig ist und nicht als naturschutzfachlich wertvolles Dauergrünland gemäß § 12 (2) GAPKondV eingestuft wird. Unklar bleibt, ob hiermit implizit die Umwandlung von Grünland in Paludi-Dauerkultur ohne Anlage einer Ersatzfläche geregelt ist.

### **Öffentliches Recht: nationales Ordnungsrecht**

Das Ordnungsrecht umfasst eine Vielzahl von nationalen Gesetzen und Verordnungen, die von Landwirtinnen und Landwirte zu beachten sind. Besondere Relevanz haben dabei die Vorgaben, die unter dem unbestimmten Rechtsbegriff „Gute fachliche Praxis“ (GfP) nach § 17 BBodSchG zusammengefasst werden. Die GfP der landwirtschaftlichen Bodennutzung bezieht sich auf Maßnahmen, die dazu geeignet sind, zum Humuserhalt beizutragen, das Bodengefüge zu schützen und Bodenerosion durch Wind und Wasser zu vermeiden. Sie sollen der nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und der nachhaltigen Sicherung der Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource dienen (§ 17 Abs. 2 Satz 1 BBodSchG). Bisher ist keine klare Definition der GfP der Bewirtschaftung von Moorböden bestimmt (Wichtmann et al. 2018). Es existieren neben den förderrechtlichen Vorgaben (s. o.) in einigen Bundesländern Grünlanderhaltungsgesetze, die der Etablierung von Anbau-Paludikulturen entgegenstehen können (z. B. Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, vgl. GMC & DVL 2021). Die Auflagen zur Flächennutzung (z. B. nationales Fachrecht, Cross Compliance) sind für einzelne landwirtschaftliche Flächen und Betriebe vorgeschrieben und werden dort durch die zuständigen Länderbehörden kontrolliert.

Um den im BBodSchG festgeschriebenen Erhalt der organischen Substanz zu gewährleisten, müssten für Moorböden Vorgaben zu Wasserständen gemacht werden (Wichtmann et al. 2018). Allerdings können einzelne Flächennutzende – anders als bei den aktuellen Auflagen aus Fach- und Förderrecht – nicht allein über Wasserstandsanehebungen entscheiden, da ihre Flächen meistens Teil von größeren hydrologischen Einheiten sind. Sie können somit nur gemeinsam mit der Unterstützung oder zumindest Zustimmung aller anderen im Gebiet vertretenen Flächeneigentümer\*innen und -nutzenden agieren. Einzelne Betroffene haben somit ein praktisches Vetorecht, eine Vernässung zu verhindern, da es keine planungsrechtlichen Instrumente gibt, die freiwillige Zustimmung einzelner Betroffenen zu ersetzen. Zudem ist die Einhaltung von Mindestwasserständen aufgrund mangelnder Wasserverfügbarkeit durch naturräumliche und klimatische Gegebenheiten nicht in jedem Moorgebiet und nicht in jedem Jahr zu realisieren (Abel et al. 2019; Osterburg et al. 2018).

Für die Anhebung von Wasserständen sowie die Etablierung von Paludikulturen sind zahlreiche Anforderungen aus dem Wasserrecht und Naturschutzrecht, gegebenenfalls auch aus dem Baurecht zu beachten. Die Erfahrung mit ersten Pilotflächen verdeutlicht, dass die für das Genehmigungsverfahren erforderlichen Anträge und Unterlagen stark von der regional zuständigen Behörde sowie dem Schutzstatus der Fläche abhängen (vgl. Tabelle 2). Umsetzungsvorhaben, die die Vernässung größerer Flächen einschließen, erfordern aufwändige Planfeststellungsverfahren, die Anhörungsverfahren zur Beteiligung von Fachbehörden und der Öffentlichkeit beinhalten (Hasch 2016). Hierdurch wird deutlich, dass die Wiedervernässung nicht von einzelnen landwirtschaftlichen Betrieben, sondern nur mit der Einbindung kompetenter Projektträger (z. B. Landgesellschaft, Wasser-Boden-Verband) und Dienstleistungen (Planungsbüros) erfolgen kann und zeit- und kostenintensive Genehmigungsverfahren erforderlich sind. Die langen Vorlaufzeiten (5 – 10 Jahre) müssen sowohl bei der Abschätzung von Minderungspotenzialen als auch bei der Ausgestaltung von Förderprogrammen berücksichtigt werden.

Da naturnahe Moore und Feuchtgebiete in Deutschland sehr selten geworden sind, unterstehen die wenigen noch verbliebenen naturnahen Habitate und ihre charakteristischen Arten überwiegend dem Naturschutzrecht (Schopp-Guth 1999). Nach Anhang I der FFH-Richtlinie liegt der Anteil der geschützten Moor-Lebensraumtypen mit einem Flächenumfang von etwa 95.000 ha bei knapp 7 % der gesamten Moorbodenfläche in Deutschland (Ssymank & Scherfose 2012). Viele dieser Flächen weisen jedoch ebenfalls keine naturnahen Wasserstände auf und befinden sich somit nicht in einem torferhaltenden Zustand. Da sich Wiedervernässungsmaßnahmen fast immer auf den Zustand der geschützten Lebensräume und Arten auswirken, kann es zu Konflikten mit den Zielsetzungen der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinien sowie der Vogelschutzrichtlinie der EU kommen (Ssymank et al. 2015). Regelungsbedarf besteht daher für die gezielte Kultivierung und damit einhergehender Ernte und Nutzung von geschützten Arten (z. B. Torfmoose), für die Anlage von Paludikulturflächen, die gegebenenfalls als geschützte Biotop eingestuft werden könnten (Röhrichte) sowie für den Umgang mit natürlichen Ansiedlungen von geschützten Arten auf Paludikulturflächen als Ersatzhabitate.

### **Zivilrecht (Pachtverträge)**

Schäfer & Yilmaz (2019) sehen im Zivilrecht bei den Pachtvertragskonstellationen zentrale rechtliche Hemmnisse einer Umstellung auf Paludikultur, da sich mit der Umstellung auf Paludikultur die Anforderungen an das Pachtgrundstück ändern. Für einige Anbau-Paludikulturen, wie z. B. Rohrkolben, können zudem wasserbauliche Veränderungen nötig sein, so dass eine Änderung der Vertragsmodalitäten des Pachtvertrages nötig ist. Neben der Änderung der Nutzungsart ist auch der Pachtzins anzupassen.

### 3.3 Betriebliche Aspekte

Für land- und forstwirtschaftliche Betriebe ist Paludikultur Neuland. Es mangelt an praktischen Erfahrungen und der erforderliche Paradigmenwechsel bei der Moorbodenbewirtschaftung stellt einen Bruch mit familiären beziehungsweise betrieblichen Traditionen dar. Auch innerhalb des Berufsstandes ist Rechtfertigungsdruck zu erwarten. Betriebe, die Moore wiedervernässen und Paludikulturen etablieren, müssen Pioniergeist, Änderungs- und Risikobereitschaft mitbringen. In beruflicher und akademischer Ausbildung, Weiterbildung und Beratung sind die durch Moorentwässerung verursachte Bodendegradierung und Optionen für eine dauerhafte nasse Nutzung bisher kaum präsent (Abel et al. 2019).

In den vergangenen Jahren konnten im Rahmen von Forschungsprojekten erste Erfahrungen mit der Kultivierung einzelner Arten(gruppen) wie Schilf, Seggen, Rohrglanzgras, Rohrkolben, Erlen, Torfmoose und Sonnentau auf Versuchsflächen gewonnen werden. Die Demonstration von Etablierung, Management und Ernte im Betriebsmaßstab und über einen längerfristigen Zeithorizont sowie Erprobung weiterer Kulturen fehlen jedoch. Offene pflanzenbauliche Fragen betreffen z. B. die Bestandesführung, das Auftreten von Kalamitäten, die Nährstoffversorgung und die langfristige Ertragsentwicklung. Demonstrationsbetriebe sind als Anschauungsobjekt für interessierte Landwirte erforderlich, aber auch unabdingbar für fundierte Forschung zur Optimierung der Produktionsverfahren, zur Wirtschaftlichkeit sowie zu den Auswirkungen auf Boden, Gewässer, Klima und Biodiversität.

Die Anfangsinvestitionen bei Umstellung auf Paludikultur sind hoch (Flächenvorbereitung, Kulturetablierung, Wassermanagement, Spezialtechnik), die ersten Erlöse je nach Kultur erst nach mehreren Jahren erzielbar (Wichmann 2016, Wichmann et al. 2022). Spezialtechnik, die an die geringe Tragfähigkeit nasser Moorböden angepasst ist, ist verfügbar und in Dachschiefernte beziehungsweise Landschaftspflege großflächig erprobt. Für Anschaffung und Auslastung der Spezialtechnik sind jedoch mehrere Hundert Hektar (ha) oder überbetriebliche Kooperationen erforderlich (Dahms et al. 2017).

Die Bedeutung von Moorflächen für landwirtschaftliche Betriebe und somit die Möglichkeit zum Einstieg in Paludikultur variiert stark. Während „Betrieb A“ bei gepachteten Ackerflächen Moorgrünland mitpachten muss, aber als Markfruchtbetrieb keine Verwertung für die Biomasse hat, liegt „Betrieb B“ vollständig im Moor und ist mit der Investition in einen neuen, großen Milchviehstall langfristig auf die Produktion hochwertigen Futters auf allen Flächen festgelegt und „Betrieb C“ erzielt mit gartenbaulicher Nutzung (Gemüse, Zierpflanzen) eine sehr hohe Wertschöpfung. Die betrieblichen Opportunitätskosten hängen stark von der Wertschöpfung der aktuellen Nutzung, z. B. Getreideanbau vs. extensive Weidehaltung, und den Agrarzahlen ab (Rebhann et al. 2016, Wichmann et al. 2022). Dies zeigte sich auch in einer Befragung zu freiwilligen Moorschutzmaßnahmen aus Sicht betroffener Landwirte in Nordwestdeutschland. Betriebe, die viele Mastrinder halten, höhere Pachtpreise für Ackerland, aber niedrigere Pachtpreise für Grünland zahlen, einen höheren Anteil an schlechten Moorgrünlandflächen besitzen und bereits Sackungsprobleme auf ihren Moorflächen erfahren haben, zeigten in Wahlexperiment eine höhere Teilnahmebereitschaft für Vertragsmoorschutz (Latacz-Lohmann et al. 2019). Die Varianten zur Anhebung der Wasserstände wurden im Wahlexperiment mit Düngungsvarianten verknüpft (keine Einschränkung, nur organische Düngung, keine Düngung). Dabei zeigte sich, dass Auflagen zur Düngung mit großer Skepsis begegnet wird und v. a. die Akzeptanz eines gänzlichen Düngungsverbots eine sehr hohe finanzielle Kompensation fordert. Hintergrund ist die Sorge, dass das „Land verarmt oder verkrautet“ und „langfristig die Aberkennung als Güllenachweisfläche droht“. Latacz-Lohmann et al. (2019) schlussfolgern, dass höhere Winterwasserstände besser akzeptiert werden als hohe Düngungsauflagen.

### 3.4 Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur-Biomasse

Es besteht eine Diskrepanz zwischen Angebot und Nachfrage von Paludikultur-Biomasse. Heterogene Biomasse von Nasswiesen ist verfügbar, aber bisher für eher geringwertige, energetische Verwertungen (Verfeuerung, Vergärung) genutzt und von geringer Transportwürdigkeit (Vogel 2019; Wichmann 2017). Für wirtschaftliche Anlagengrößen sind teilweise die Flächenkulissen zu klein beziehungsweise zu zersplittert (Logistikkosten) oder die Wärmesenke ist zu klein. Innovative Verfahren zur stofflichen Verwertung sind noch in der Pilot- und Etablierungsphase. Die doppelte klimaschützende Eigenschaft von Paludikultur-Biomasse als nachwachsender Rohstoff in Verbindung mit der Einsparung von THG-Emissionen durch nasse Moorbewirtschaftung wird bisher rechtlich nicht gesondert unterstützt. Außerdem konzentrieren sich Förderungen auf stromseitige Erneuerbare-Energien-Anlagen, KWK-Anlagen und Wärme-Infrastruktur (Wärmenetze und -speicher). Reine Wärmeerzeugungsanlagen, wie Biomasseheizwerke werden dagegen kaum gefördert (Nordt & Doderer 2017). Für hochwertige Verwertungen, wie z. B. Rohrkolben als Bau- und Dämmstoff, Schilf zur Dacheindeckung oder Torfmoos-Biomasse als Alternative zu Torf für Kultursubstraten im professionellen Gartenbau, besteht eine große Nachfrage, es fehlen jedoch bisher die Anbauflächen. Zusätzlich existiert zum Teil wenig Erfahrung im Bereich der Verwertung und es müssen neue Produktketten erschlossen werden. Folglich liegen hohe Investitionskosten sowie wenige vorhandene Kooperationsstrukturen vor (Abel et al. 2019). Für nachhaltig hergestellte Paludikultur-Produkte gibt es noch keine Zertifizierungen (z. B. Gütesiegel) und Patente (Abel et al. 2019), die eine langfristige erfolgreiche Vermarktung vorantreiben könnten (Wichmann & Köbbing 2015).

So haben Dämmstoffe aus Paludikultur-Biomasse gegenüber fossilen Dämmstoffen Vorteile in ihrem ökologischen Fußabdruck und in den Kriterien Nachhaltigkeit, Regionalität und ihrer klimaschützenden Wirkung. Diese werden jedoch gesetzlich, anders als bei der Primärenergieversorgung, bisher nicht berücksichtigt. Würden Vorgaben zu Rohstoffherkunft, der (Energie-) Aufwand bei der Herstellung, Entsorgung und dem Transport sowie Flächenemissionen einbezogen werden, könnte der Einsatz von Paludikultur-Dämmstoffen vorangetrieben werden (Doderer et al. 2016). Für die Einschätzung der Vorteilhaftigkeit klimafreundlicher Verwertungen von Paludikultur-Biomasse mangelt es an entsprechenden Untersuchungen zur Klimabilanz des gesamten Verfahrens (Dahms & Schäfer 2016; Länder-AK Moorschutz 2017). Mit solchen Lebenszyklusanalysen könnte die Vorzüglichkeit der nachwachsenden Produkte dargestellt und die derzeit noch nicht vorhandene Wettbewerbsfähigkeit gegenüber fossilen Dämmstoffen verbessert werden.

### 3.5 Wassermanagement und -verfügbarkeit

Für die Sicherung der erforderlichen Wasserstände und die Unterstützung der Nährstoffversorgung sind bei der Einrichtung von Anbau-Paludikulturen meist wasserbauliche Maßnahmen zur Be- und Entwässerung nötig. Mit der Torfdegradation verändern sich die hydraulischen Eigenschaften des Torfkörpers, so dass die Wasserstände stärker schwanken als in intakten Mooren. Da für die Produktivität von Paludikulturen ein Optimalwasserstand nötig ist, ist ein kontinuierlich steuerbarer Wasserrückhalt oder auch eine Bewässerung erforderlich (LM-MV 2017). Gerade im Sommer ist die Verdunstungsrate hoch und es wird Zuschusswasser benötigt. Wie viel Wasser benötigt wird und wie das Wassermanagement konkret ausgestaltet werden sollte, muss in einer hydrologischen Voruntersuchung geklärt werden. Für die Auswahl von geeigneten Standorten besteht Forschungsbedarf im Bereich Wasserverfügbarkeit und -bereitstellung im großen Einzugsgebietsmaßstab und insbesondere in den Sommermonaten (Osterburg et al. 2018).

Wie bereits erwähnt, sind die Möglichkeiten von landwirtschaftlichen Betrieben sehr begrenzt, einzelne Schläge auf Paludikultur umzustellen. Die Wiedervernässung von Teilflächen ist in Einzelfällen technisch durchaus möglich. Wenn die Betroffenheit von Nachbarflächen ausgeschlossen werden muss, ist die Teilflächenvernässung jedoch mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden. Im Falle von Pachtflächen muss der\*die Eigentümer\*in mit der Anhebung der Wasserstände einverstanden sein. Vor diesem Hintergrund ist ein gebietsbezogener Ansatz erforderlich, der eine hydrologische Gesamtplanung und die Kooperation mehrerer Flächennutzenden und Flächeneigentümer\*innen sowie der Anwohnenden einschließt. Die Prozesse sind jedoch zeitaufwändig und bei bestehenden Organisationen wie Wasser-Boden-Verbänden, die die Koordination übernehmen könnten, fehlt es an Personalkapazitäten.

### **3.6 Vorbehalte von Nutzenden, Eigentümer\*innen, Anwohnenden**

Hemmnisse für die Etablierung von Paludikulturen und Wiedervernässung ergeben sich auch aus zahlreichen Vorbehalten von Flächeneigentümer\*innen und/oder -bewirtschaftenden. In einer qualitativen sozialwissenschaftlichen Studie zu Paludikultur wertete Ziegler (2019) Interviews, Workshops, Präsentationen und Aussagen von und mit verschiedenen Stakeholdern auch hinsichtlich dieser Vorbehalte aus. Beispielsweise wird die Melioration als Errungenschaft und Leistung früherer Generationen gesehen, welche nicht aufgegeben werden sollte (Ziegler 2019). Dazu kommt die Angst vor dem Verlust der vertrauten Landschaft (Ferré et al. 2019). Ferner bestehen Zweifel an der Wirtschaftlichkeit von Paludikultur und Sorgen über einen Wertverlust der Fläche. Schließlich wird eine fehlende Planungssicherheit befürchtet und es besteht Skepsis zur institutionellen Komplexität bei der Umsetzung von Landnutzungsänderungen, welche durch viele Regelungen, besonders bezüglich des Naturschutzes, für eine Projektumsetzung bestehen (Ziegler 2019). Zusätzlich spielt auch die Unumkehrbarkeit einer Vernässung als Einschränkung zukünftiger Bewirtschaftungsmöglichkeiten eine Rolle. In anderen Befragungen könnten sich Landwirtinnen und Landwirte zwar eine nasse Bewirtschaftung vorstellen, äußern jedoch Bedenken aufgrund der ungewissen Investitionsrisiken und einer erforderlichen Rentabilität. Diese beziehen sich vor allem auf Fragen nach der Abnehmerstruktur, Erzeugerpreisen, Märkten und Demonstrationsbetrieben. Durch die bestehenden technischen Herausforderungen bestehen Zweifel an einer kostendeckenden und effektiven Ernte. Unsicherheiten und die agrarpolitischen Rahmenbedingungen erschweren Investitionen in neue Betriebszweige. Daneben bestehen Vorbehalte in der Aufgabe bestehender betrieblicher Traditionen und oftmals eine Favorisierung von Tierhaltung und Lebensmittelproduktion gegenüber einer Produktion von Biomasse für eine stoffliche oder energetische Verwertung. Die Unumkehrbarkeit der Wiedervernässung der Nutzflächen wird als eine Einschränkung zukünftiger Bewirtschaftungsoptionen gesehen und die Rentabilität und somit auch die Fortsetzung der entwässerungsbasierten Nutzung wird in hohem Maße von der der Agrarförderung beeinflusst (Rühs et al. 2016).

Die Absicht der Wiederherstellung von höheren Wasserständen im Moor zeigt sich oftmals als konfliktträchtig. Das Wort Wiedervernässung ist in einigen Regionen bereits zu einem Reizwort geworden. Anwohnende befürchten Nachteile durch eine Vernässung von nahen Flächen. Diese Befürchtungen reichen vom Verlust von materiellen Werten, wie vernässte Keller oder Wertverlust des Grundstücks, zu Beeinträchtigungen der Lebensqualität durch die Belastung mit Insekten oder Verlust beziehungsweise Unzugänglichkeit von vertrauten Naherholungsgebieten (Kleinhüchelkotten & Neitzke 2016).

### 3.7 Finanzierungsbedarf

Vorausschauend denkende Landwirtinnen und Landwirte, die die Endlichkeit der entwässerungsbasierten Nutzung erkennen und nachhaltige Paludikulturverfahren umsetzen wollen, können den hohen Aufwand für Vorstudien, Planungs- und Genehmigungsverfahren (vgl. Tabelle 7) nicht tragen. Sie sind auf geeignete förder- und planungsrechtliche Instrumente (z. B. Flurbereinigungsverfahren) und Organisationen, mit denen solche landeskulturellen Maßnahmen umgesetzt werden können, angewiesen. Hinzu kommt der hohe einzelwirtschaftliche Investitionsbedarf für die betriebliche Umstellung auf nasse Bewirtschaftungsverfahren (s. o., vgl. Wichmann et al. 2022). Auch der Ankauf oder das Tauschen von Sperrflächen in größeren Gebietseinheiten erfordert den Einsatz öffentlicher Mittel. Bei den derzeit hohen Kaufwerten für landwirtschaftliche Grundstücke (Statistisches Bundesamt 2019) ist aus volkswirtschaftlicher Sicht zu bedenken, dass der Wert der Flächen nicht nur durch die einzelwirtschaftlichen Opportunitätskosten der aktuellen Nutzung, sondern auch durch verschiedene externe Faktoren bestimmt wird. Flächengebundene Direktzahlungen, die Prämienoptimierung der Bewirtschaftung hinsichtlich Zahlungen der 2. Säule, der Bedarf an „Gülleentsorgungsflächen“, Kompensationsprojekte/Öko-Konten, Boden als Spekulationsobjekt für Großinvestoren etc. führen zu Preisen, die deutlich über dem eigentlichen Ertragswert der Flächen liegen und die Bereitschaft von Landwirt\*innen für eine Umstellung auf Paludikultur in hohem Maße beeinflussen.

In einer aktuellen Befragung in Schleswig-Holstein und Niedersachsen wurden die Präferenzen und die Höhe der Kompensationszahlungen („willingness-to-accept“) von Landwirt\*innen für unterschiedliche freiwillige Maßnahmen des Vertragsmoorschutzes ermittelt. Bei geringerer Beeinträchtigung von Nachbarflächen, die eine Fortführung herkömmlicher extensiver Nutzung erlaubt, beträgt das Kompensationsniveau im Mittel ca. 350 €/ha\*a (moderate Wasserstandanhebung auf 30 cm unter Flur im Winter und 60 cm im Sommer). Bei einer weiteren Wasserstandanhebung auf 20 cm unter Flur im Winter und 40 cm im Sommer steigt die erforderliche Kompensation im Mittel um 40 bis 70 €/ha\*a (Latacz-Lohmann et al. 2019). Die in dem Wahlexperiment geforderte Kompensation für eine ganzjährige Vernässung (10 cm unter Flur) und ein Düngungsverbot, die im Mittel der befragten Landwirte zwischen 1.400 und 2.000 €/ha\*a lag, liegt somit deutlich über dem zu erwirtschaftenden Deckungsbeitrag und spiegelt die emotionale Abneigung der befragten Landwirte gegen solche Maßnahmen wieder (Latacz-Lohmann et al. 2019).

### 3.8 Praktische Erfahrungen mit der Umsetzung von Paludikultur

Im Folgenden wird tabellarisch dargestellt, welche Bedeutung den beschriebenen Herausforderungen in verschiedenen Umsetzungsprojekten zukommt und zugekommen ist.

Tabelle 8: Praxis-Erfahrungen mit der Umsetzung von Paludikultur

Hemmnisse	Torfmoos-Kultur (Projekte MOOSGRÜN, MOOSWEIT, Uni Greifswald)
<b>EU-Agrarförderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Agrarzahlungen</li> <li>▶ Hemmnis Grünlanderhalt → Pflicht Ersatzfläche</li> </ul>
<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Baugenehmigung erforderlich</li> <li>▶ Wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich</li> </ul>
<b>Betriebliche Aspekte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Projektpartner: Torfwerk</li> <li>▶ Flächen waren für Torfabbau angekauft, die Genehmigung nicht erteilt</li> <li>▶ Interesse an nachwachsenden Alternativen</li> <li>▶ Pionier mit Risikobereitschaft</li> </ul>
<b>Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Torfmoos-Biomasse hat etablierten Markt (Orchideen-Kultur)</li> <li>▶ Als qualitativ hochwertiger Torfersatz anerkannt, aber nur über Top-Up bei Endkunden ökonomisch konkurrenzfähig</li> </ul>
<b>Wassermanagement und -verfügbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insel in entwässerter Umgebung</li> <li>▶ Zuwässerung mit Wasser aus Vorfluter: auf Grund von Düngung im Umfeld zu nährstoffreich</li> </ul>
<b>Vorbehalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Beeinträchtigung Dritter</li> </ul>
<b>Finanzierungsbedarf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ (Co-)Finanzierung über Forschungsprojekte: Flächeneinrichtung, Management, Pacht</li> </ul>

Hemmnisse	Rohrkolben-Kultur (Projekt Paludi-PRIMA, Uni Greifswald)
<b>EU-Agrarförderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Agrarzahlungen</li> <li>▶ Hemmnis Grünlanderhalt → Pflicht Ersatzfläche</li> </ul>
<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Naturschutzrechtliche Genehmigung erforderlich: <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Brutvogelkartierung</li> <li>▶ Eingriffs-Ausgleichs-Bilanzierung</li> <li>▶ Natura 2000-Verträglichkeitsvorprüfung</li> <li>▶ Ausnahme von Landschaftsschutzgebietsverordnung <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wasserrechtliche Erlaubnis erforderlich</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Betriebliche Aspekte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Landwirtschaftsbetrieb ist Flächeneigentümer</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Offenheit für Nutzungsoptionen für hohe Wasserstände</li> <li>▶ Verpachtet die Fläche für 3 Jahre (Projektlaufzeit)</li> <li>▶ Risiko bei Misserfolg trägt der Betrieb (Rückbaukosten aus Projekt gestrichen)</li> </ul>
<b>Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Breite Produktpalette (Dämm- und Baustoffe, Formkörper etc.)</li> <li>▶ Produktionsstätten halbmanuell beziehungsweise fehlend, da keine Biomasse verfügbar ist</li> <li>▶ Hindernis: Zertifizierung</li> </ul>
<b>Wassermanagement und -verfügbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Insel in entwässerter Umgebung</li> <li>▶ Hydrologisches Gutachten beauftragt</li> <li>▶ Zuwässerung mit Wasser aus angrenzendem Fluss</li> </ul>
<b>Vorbehalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Beeinträchtigung Dritter</li> </ul>
<b>Finanzierungsbedarf</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Fehlende Finanzierung für Planung und Genehmigung</li> <li>▶ Finanzierung über Forschungsprojekt: Flächeneinrichtung, Management, Pacht</li> </ul>

<b>Hemmnisse</b>	<b>Nasswiesen-Nutzung (Landwirtschaftsbetrieb Voigt / Agrotherm GmbH)</b>
<b>EU-Agrarförderung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Nur erste Säule</li> <li>▶ Durch Pflegevertrag (kapitalisierte Einmalzahlung) besteht kein Anspruch auf Ökolandbauprämie oder AUKM-Prämien (zweite Säule)</li> </ul>
<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Planfeststellungsverfahren über Naturschutzgroßprojekt „Peenetal/Peene-Haff-Moor“</li> </ul>
<b>Betriebliche Aspekte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Sukzessive Veränderung des Pflanzenbestandes durch höhere Wasserstände</li> <li>▶ Aufwuchs nicht mehr über Mutterkuhherde zu verwerten</li> <li>▶ Suche nach alternativen Verwertungsoptionen</li> </ul>
<b>Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Pionierleistung: Heizwerk mit Niedermoor-Biomasse zur Nahwärmeerzeugung</li> <li>▶ Hohe Konkurrenz durch niedrigen Gaspreis</li> </ul>
<b>Wassermanagement und -verfügbarkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wasserstand nicht steuerbar, abhängig von Niederschlägen und Seewasserspiegel, dadurch unsichere kurze Erntefenster</li> </ul>
<b>Vorbehalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Beeinträchtigung Dritter</li> </ul>
<b>Finanzierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Finanzierung über Naturschutzgroßprojekt: Rückbau der Entwässerung, Pflegevertrag</li> <li>▶ Förderung für Investition Heizwerk (30 %, EFRE)</li> </ul>

Hemmnisse	Erlenwertholzproduktion (Projekt ALNUS, Uni Greifswald und Landesforst MV)
EU-Agrarförderung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Erstaufforstungsprämie, da der Eigentümer (Landesforst MV) nicht zuwendungsberechtigt war</li> </ul>
Rechtliche Rahmenbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Antrag auf Erstaufforstung bei Forstbehörde</li> <li>▶ Einvernehmen mit Naturschutzbehörden wurde hergestellt</li> </ul>
Betriebliche Aspekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Arrondierung von vorhandenen Waldflächen und Diversifikation wirkt sich positiv auf die betriebliche Entscheidungsfindung aus</li> </ul>
Verwertung von und Nachfrage nach Paludikultur	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Langfristige Verwertungsoptionen sind unsicher</li> <li>▶ Produktion von furnierfähigem Wertholz ist ein wichtiges Motiv für die Investition</li> </ul>
Wassermanagement und -verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Wasserstand nicht steuerbar</li> <li>▶ Größere Wasserstandsschwankungen sind nicht optimal</li> <li>▶ Wasserstände sollten dauerhaft gesichert sein</li> </ul>
Vorbehalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Keine Beeinträchtigung Dritter</li> </ul>
Finanzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Finanzierung der Aufforstung erfolgt mit Mitteln der Landesforst MV</li> </ul>

## 4 Fazit der Studie

Im Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) hat sich Deutschland dazu verpflichtet, bis zum Jahr 2045 klimaneutral zu sein (§ 3 Abs. 2 KSG). Der Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) soll im Jahr 2030 (2045) eine Senke in Höhe von minus 25 (40) Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq. werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es unter anderem notwendig, die Emissionen aus organischen Böden so weit wie möglich zu reduzieren. Es steht außer Frage, dass zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden müssen und eine weitere Politik des Nichthandelns den Lösungsdruck in die Zukunft verlagert.

Das hier genutzte Flächen-Zielszenario umfasst eine vollständige Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden. Die damit möglichen THG-Emissionseinsparungen wurden aus den klimaschutzpolitischen Zielsetzungen abgeleitet. Hierbei wurde unterstellt, dass die Wiedervernässung der organischen Böden vollständig mit einem Flächenumfang in Höhe von etwa 1,3 Mio. ha möglich ist.

Aus den Zielvorgaben leitet die Studie das maximal mögliche Potenzial für eine Paludikulturfolgenutzung der vernässten Flächen ab: Von den wiedervernässten Flächen könnten 1,045 Mio. ha in Paludikultur genutzt werden.

In den verbleibenden 8 Jahren bis zum Erreichen der ersten klimaschutzpolitischen Zielmarke müssten ab dem Jahr 2022 rein rechnerisch jährlich mindestens 23.300 ha organische Böden vernässt werden. Diesen klimaschutzpolitischen Zielvorstellungen stehen jedoch zahlreiche Umsetzungshürden entgegen.

Gerade weil das notwendige Zielszenario unter den derzeitigen rechtlichen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Gegebenheiten in der Realität kaum umsetzbar sein wird, ist es wichtig und notwendig, aufzuzeigen, in welchen Dimensionen Wiedervernässungsmaßnahmen rein rechnerisch nötig wären, um die politisch festgeschriebenen Klimaschutzziele zu erreichen. Das daraus abgeleitete Flächenpotenzial für Paludikultur kann Anreizwirkung entfalten und zeigt die Größenordnung auf, in der Maßnahmen und Politikinstrumente zielkonform konzipiert sein müssten.

Die Diskrepanz zwischen realer Politik des Nichthandelns und den klimaschutzpolitischen Zielvorgaben verdeutlicht die Dringlichkeit und den Handlungsdruck, mit der die bestehenden Hemmnisse in den verbleibenden 8 Jahren überwunden werden müssen. Soweit natürliche Einschränkungen oder identifizierte Hemmnisse nicht ausgeräumt werden können oder nach einer Abwägung der betroffenen Interessen aus politischen Erwägungen nicht ausgeräumt werden sollen, verdeutlicht die verbleibende Lücke zum Zielszenario die Notwendigkeit, weitere Maßnahmen zum Klimaschutz aufzusetzen.

In Wichmann et al. (2022) werden den hier genannten Hemmnissen mögliche Lösungsansätze gegenübergestellt. Ebenso werden dort die Kosten für Wiedervernässung und Umstellung auf Paludikultur zusammengetragen. Daraus leiten Schäfer et al. (2022) mögliche Instrumente zur Förderung von Paludikultur ab und berechnen den Finanzbedarf für Anreize zur Umstellung auf Paludikultur bis 2030 und 2050.

## 5 Literaturverzeichnis

<b>3N 2021</b>	3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V. (2021): Potentialstudie zur Paludikultur in Niedersachsen - Flächen, THG-Minderung und Biomasse, unveröffentlicht
<b>Abel et al. 2019</b>	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. Hg. v. Greifswald Moor Centrum. Greifswald.
<b>Ahmad et al. 2020</b>	Ahmad, S., Liu, H.; Günther, A.; Couwenberg, J.; Lennartz, B. (2020): Long-term re-wetting of degraded peatlands restores hydrological buffer function. Science of the Total Environment 749 (2020) 131571
<b>Bayerischer Landtag 2016</b>	Bayerischer Landtag (2016): Zustand und aktuelle Nutzung der Moorflächen in Bayern. Schriftliche Anfrage des Abgeordneten Florian von Brunn SPD vom 24.05.2016. Hg. v. Bayerischer Landtag. München (17/12719).
<b>Bechtold et al. 2014</b>	Bechtold, M.; Tiemeyer, B.; Laggner, A.; Leppelt, T.; Frahm, E.; Belting, S. (2014): Large-scale regionalization of water table depth in peatlands optimized for greenhouse gas emission upscaling. Hydrology and Earth System Sciences 18: 3319-3339.
<b>BMEL 2015</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.) (2015): Umsetzung der EU-Agrarreform in Deutschland. Berlin: 124 S. Online verfügbar unter <a href="https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/UmsetzungGAPinD.pdf">https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/UmsetzungGAPinD.pdf</a> , zuletzt geprüft am 01.10.2019.
<b>BMEL 2021</b>	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021): Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2020. Bonn 72 S. online abgerufen unter <a href="https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ergebnisse-waldzustandserhebung-2020.pdf">https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ergebnisse-waldzustandserhebung-2020.pdf</a> , zuletzt geprüft am 20.8.2021
<b>BLZV 2021</b>	BLZV (2021): Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz. Berlin, 20.10.2021. 13 S. Online verfügbar unter <a href="https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Klimaschutz/moorbodenschutz-blzv.pdf;jsessionid=89F9EE84DDBD67F3DA94F6464591DAED.live841?">https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Klimaschutz/moorbodenschutz-blzv.pdf;jsessionid=89F9EE84DDBD67F3DA94F6464591DAED.live841?</a> , zuletzt geprüft am 3.1.2022
<b>BMU 2016</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016): Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Berlin.
<b>BMU 2019a</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2019): Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013. Online verfügbar unter <a href="https://www.bmu.de/download/projektionsbericht-der-bundesregierung-2019/">https://www.bmu.de/download/projektionsbericht-der-bundesregierung-2019/</a> , zuletzt geprüft am 25.11.2019.
<b>BMU 2019b</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2019): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
<b>BMU 2021a</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021): Nationale Moorschutzstrategie des BMU. 1. September 2021. <a href="https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutz_strategie_bf.pdf">https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutz_strategie_bf.pdf</a>

<b>BMU 2021b</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Online verfügbar unter <a href="https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf">https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf</a> , zuletzt geprüft am 23.11.2021.
<b>Bonn 2015</b>	Bonn, A. (2015): Klimaschutz durch Wiedervernässung von Kohlenstoffreichen Böden. Unter Mitarbeit von A. Berghöfer, J. Couwenberg, M. Drösler, R. Jensen, J. Kantelhardt, V. Luthardt et al. In: V. Hartje, H. Wüstemann und A. Bonn (Hg.): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig, 125-147.
<b>Burbaum &amp; Filipinski 2015</b>	Burbaum, B.; Filipinski, M. (2015): Entstehung, Entwicklung und Verbreitung der Moore. In: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR) (2015): Moore in Schleswig-Holstein. Flintbeck. Online verfügbar unter <a href="https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/moorbroschuere.pdf;jsessionid=47B668E47A4C236E84D55FC04B42BDAE.delivery2-master">https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/moorbroschuere.pdf;jsessionid=47B668E47A4C236E84D55FC04B42BDAE.delivery2-master</a> , zuletzt geprüft am 17.01.2020.
<b>COM 2021</b>	Europäische Kommission (2021) 554: Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/841 hinsichtlich des Geltungsbereichs, der Vereinfachung der Compliance-Vorschriften, der Festlegung der Zielwerte der Mitgliedstaaten für 2030 und der Verpflichtung, bis 2035 gemeinsam Klimaneutralität im Sektor Landnutzung, Forstwirtschaft und Landwirtschaft zu erreichen, und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 hinsichtlich der Verbesserung der Überwachung, der Berichterstattung, der Verfolgung der Fortschritte und der Überprüfung. COM (2021) 554 final 2021/0201 (COD). 14.7.2021, Brüssel.
<b>Council of the EU 2021</b>	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: <a href="https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-1-REV-2/en/pdf">https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-1-REV-2/en/pdf</a> ; Annexes: <a href="https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-2/en/pdf">https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11004-2021-ADD-2/en/pdf</a>
<b>Czybulka &amp; Kölsch 2016</b>	Czybulka, D.; Kölsch, L. (2016): Rechtliche Rahmenbedingungen. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joos-ten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 143-149.
<b>Dahms &amp; Schäfer 2016</b>	Dahms, T.; Schäfer, A. (2016): Zertifizierung von Biomasse aus Paludikultur. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 119-131.
<b>Dahms et al. 2017</b>	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. Hg. v. Universität Greifswald. Greifswald.

<b>dena 2021</b>	Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (2021): Natürliche Senken –Kurzgutachten im Rahmen der dena-Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität“, erstellt vom Ökoinstitut e. V.
<b>Doderer et al. 2016</b>	Doderer, H., Feldmüller, J., Schäfer-Stradowsky, S. (2016): Hindernisse und Handlungsempfehlungen zur energetischen Nutzung von Paludikultur. IKEM-Endbericht. Berlin.
<b>EU 2018</b>	Europäische Union (2018): Verordnung (EU) 2018/841 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft in den Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 und zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 und des Beschlusses Nr. 529/2013/EU. 19.6.2018, Brüssel
<b>Europäischer Rechnungshof 2021</b>	Europäischer Rechnungshof (2021): Gemeinsame Agrarpolitik und Klima: Landwirtschaft erhält Hälfte der Klimaschutzausgaben der EU, aber Emissionen gehen nicht zurück. Sonderbericht, 16/2021, 68 S.
<b>Ewert 2018</b>	Ewert, S. (2018) Die agrarpolitische Förderung von Paludikultur, Aktueller Stand und Erwartungen in den moorreichen Bundesländern Deutschlands. Bachelor-Arbeit, ab der Universität Greifswald. Greifswald.
<b>Fell et al. 2015</b>	Fell, H.; Rosskopf, N.; Bauriegel, A.; Hasch, B.; Schimmelmann, B.; Zeitz, J. (2015): Erstellung einer aktualisierten Moorkarte für das Land Brandenburg. In: Telma (45), S. 75-104.
<b>GMC &amp; DVL 2020</b>	GMC & DVL (2020): Ausgestaltung der Konditionalität in der nächsten GAP-Förderperiode: GLÖZ 2 „Angemessener Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen“. August 2020. <a href="https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2020_Vorschlag%20zur%20Ausgestaltung%20GL%C3%96Z%20 GAP GMC DVL .pdf">https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2020_Vorschlag%20zur%20Ausgestaltung%20GL%C3%96Z%20 GAP GMC DVL .pdf</a>
<b>GMC &amp; DVL 2021</b>	GMC & DVL (2021): Vorgaben zum Grünlanderhalt bei der Umstellung auf Paludikultur. Informationspapier, Februar 2021. <a href="https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2021_GMC_DVL_Vorgaben%20zum%20Gr%C3%BCnlanderhalt%20bei%20der%20Umstellung%20auf%20Paludikultur.pdf">https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2021_GMC_DVL_Vorgaben%20zum%20Gr%C3%BCnlanderhalt%20bei%20der%20Umstellung%20auf%20Paludikultur.pdf</a>
<b>Günther et al. 2020</b>	Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F., Couwenberg, J. (2020): Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. Nature communications 11:1–5
<b>Hasch 2016</b>	Hasch, B. (2016): Umsetzung und Genehmigung in Deutschland. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 193-195.
<b>Hirschelmann et al. 2019</b>	Hirschelmann, S., Tanneberger, F., Wichmann, S., Reichelt, F., Hohlbein, M., Couwenberg, J., Busse, S., Schröder, C. & Nordt, A. (2019): Moore in Mecklenburg-Vorpommern im Kontext nationaler und internationaler Klimaschutzziele - Zustand und Entwicklungspotenzial – FAKTENSAMMLUNG –. Hg. v. GMC. Greifswald.
<b>IPCC 2014</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): 2013 Supplement to the 2006 Guideline for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. Hg. v. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva. <a href="http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/home/wetlands.html">http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/home/wetlands.html</a>

<b>IPCC 2018</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (2018): Global warming of 1,5 °C. Report SR 15. Hg. v. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
<b>Jacobs et al. 2018</b>	Jacobs, A.; Flessa, H.; Don, A.; Heidkamp, A.; Prietz, R.; Dechow, R.; Gensior, A.; Poepflau, C.; Riggers, C.; Schneider, F.; Tiemeyer, B.; Vos, C.; Wittnebel, M.; Müller, T.; Säurich, A.; Fahrion-Nitschke, A.; Gebbert, S.; Jaconi, A.; Kolata, H.; Laggner, A. et al (2018): Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland. Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. (Thünen Report 64). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.
<b>Joosten et al. 2017</b>	Joosten, H., Tanneberger, F., Moen A. (Hg.) (2017): Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Stuttgart: Schweizerbart.
<b>Jurasinski et al. 2016</b>	Jurasinski, G.; Günther, A., Huth, V.; Couwenberg, J.; Glatzel, S. (2016): Treibhausgasemissionen. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 79-94.
<b>Kaiser &amp; Tanneberger 2021</b>	Kaiser, M.; Tanneberger, F. (2021): Treibhausgase. In: Närmann, F.; Birr, F.; Kaiser, M.; Nerger, M.; Luthardt V.; Zeitz, J.; Tanneberger, F. (Hg.): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden, BfN-Skripten 616, S. 134–154
<b>Kleinhückelkotten &amp; Neitzke 2016</b>	Kleinhückelkotten, S.; Neitzke, H. (2016): Einbindung von Akteuren und Öffentlichkeit. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 162-166.
<b>Kölsch et al. 2016</b>	Kölsch, L.; Witzel, S.; Czybulka, D.; Fock, T. (2016): Agrarpolitische Rahmenbedingungen. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 149-152.
<b>Länder-AK Moorschutz 2017</b>	Länder-AK Moorschutz (2017): Paludikultur – nasse torferhaltende und klimaschonende Bewirtschaftung von organischen Böden. Positionspapier des Länder-AK Moorschutz der Landesfachbehörden für Naturschutz der moorreichen Bundesländer und des BfN. Online verfügbar unter <a href="https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/paludikultur.pdf">https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/naturschutz/Downloads/paludikultur.pdf</a> , zuletzt geprüft am 30.09.2019.
<b>Latacz-Lohmann et al. 2019</b>	Latacz-Lohmann, U.; Herrmann, C.; Breustedt, G.; Schreiner, J. (2019): Moorschutzstrategien aus Sicht betroffener Landwirte. In: Herausforderung Klimawandel: Auswirkungen auf die Landwirtschaft und Anpassungsstrategien. Schriftenreihe der Rentenbank, Band 35: Frankfurt a.M., S. 43-73.
<b>LM-MV 2017</b>	Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (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 und U. Lenschow. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern. Schwerin.

<b>Lu- thardt &amp; Zeitz 2014</b>	Luthardt, V.; Zeitz, J. (Hg.) (2014): Moore in Brandenburg und Berlin. Rangsdorf: Natur und Text.
<b>MELUN D 2019</b>	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein (Hg.) (2019): Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung. Kiel.
<b>Nerger &amp; Zeitz 2021</b>	Nerger, M.; Zeitz, J (2021): Flächenkulisse. In: Närmann, F.; Birr, F.; Kaiser, M.; Nerger, M.; Luthardt, V.; Zeitz, J.; Tanneberger, F. (Hg.): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden, BfN-Skripten 616. S. 98-135
<b>Nordt &amp; Do- derer 2017</b>	Nordt, A.; Doderer, H. (2017): Impulspapier: Verwertung von Paludikultur-Biomasse. Rechtliche Handlungsempfehlungen für die energetische und stoffliche Verwertung von Paludikultur-Biomasse. Hg. v. GMC und IKEM. Greifswald Moor Centrum; Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität. Online verfügbar unter <a href="https://www.moorwissen.de/doc/info-thek/Impulspapier%20Verwertung%20von%20PaludiBiomasse_IKEM.pdf">https://www.moorwissen.de/doc/info-thek/Impulspapier%20Verwertung%20von%20PaludiBiomasse_IKEM.pdf</a>
<b>Oehler 2018</b>	Oehler, S. (2018): Emissionsfreie Gebäude: Das Konzept der „Ganzheitlichen Sanierung“ für die Gebäude der Zukunft. Wiesbaden: Springer Vieweg.
<b>Öko- Institut 2019</b>	Öko-Institut e.V. (Hg.) (2019): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. Unter Mitarbeit von J. Repenning, K. Schumacher, T. Bergmann, Blanck, R. Böttcher, H., V. Bürger, J. Cludius et al., zuletzt geprüft am 16.09.2019.
<b>Oster- burg et al. 2018</b>	Osterburg, B.; Tiemeyer, B.; Röder, N. (2018): Hintergrundpapier zum Moorbodenschutz und zur torfschonenden und -erhaltenden Moorbodennutzung als Beitrag zum Klimaschutz (Thünen Working Paper, 105). Braunschweig.
<b>Oster- burg et al. 2019</b>	Osterburg, B., Heidecke, C., Bolte, A., Braun, J., Dieter, M., Dunger, K., Elsasser, P., Fischer, R., Flessa, H., Fuß, R., Günter, S., Jacobs, A., Offermann, F., Rock, J., Rösemann, C., Rüter, S., Schmidt, T., Schröder, J.-M., Schweinle, J., Tiemeyer, B., Weimar, H. Welling, J., de Witte, T. (2019): Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forstwirtschaft und Holznutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Thünen Working Paper 137. Thünen-Institut, Braunschweig.
<b>Peters &amp; Un- ger 2019</b>	Peters, J.; Unger, M. von (2019): Moore im Rechtssystem der Europäischen Union. Eine Analyse anhand ausgewählter Mitgliedstaaten. In: Natur und Landschaft 94 (2), S. 45–51. DOI: 10.17433/2.2019.50153659.45-51.
<b>Prog- nos et al. 2020</b>	Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.
<b>Rebhan n et al. 2016</b>	Rebhann, M.; Karatay, Y.; Filler, G.; Prochnow, A. (2016): Profitability of Management Systems on German Fenlands. In: Sustainability 8 (1103). DOI: 10.3390/su8111103.

<b>Reichel &amp; Lechtape</b> 2019	Reichelt, F.; Lechtape, C. (2019): Greifswalder Moorstudie. Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe, 01/2019. Greifswald.
<b>Roßko pf et al.</b> 2015	Roßkopf, N.; Fell, H.; Zeitz, J. (2015): Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. <i>Catena</i> , 133: 157-170. doi:10.1016/j.catena.2015.05.004.
<b>Rühs et al.</b> 2016	Rühs, M.; Schäfer, A.; Schröder, C. (2016): Akzeptanz und Implementierung auf Erzeugerebene. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 166–171.
<b>Schäfer</b> 2016	Schäfer, A. (2016): Volkswirtschaftliche Aspekte der Moornutzung. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wert-schöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 133-142.
<b>Schäfer &amp; Yilmaz</b> 2019	Schäfer, J.; Yilmaz, Y. (2019): Aktuelle Hemmnisse und Weiterentwicklungsoptionen im Ordnungs- und Planungsrecht zugunsten der Moorrevitalisierung als Umsetzung von Klimaanpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen. Rechtswissenschaftliche Studie. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe, 04/2019. Greifswald.
<b>Schäfer et al.</b> 2022	Schäfer, A.; Nordt, A.; Peters, J.; Wichmann, S. (2022): Anreize für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050. Abschlussbericht. In Veröffentlichung.
<b>Schopp-Guth</b> 1999	Schopp-Guth, A. (1999): Renaturierung von Moorlandschaften. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft. 57. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag.
<b>Schwepp e-Kraft et al.</b> 2019	Schweppe-Kraft, B.; Schlegelmilch, K.; Berger, L. (2019): Abbau naturschädigender Subventionen und Kompensationszahlungen auf stofflichen Belastungen. Unter Mitarbeit von H. von der Decken, C. Dietl, F. Heimze, F. Mayer, M. Nabel, T. Reinhardt et al. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz. Bonn. Online verfügbar unter <a href="https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abbau_naturschaedigender_Subventionen.pdf">https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/oekonomie/Dokumente/Abbau_naturschaedigender_Subventionen.pdf</a>
<b>Ssyma nk &amp; Scherf ose</b> 2012	Ssymank, A.; Scherfose, V. (2012): Sicherung von Mooren durch Schutzgebiete am Beispiel von Natura 2000 und Großschutzgebieten. <i>Natur und Landschaft</i> 87(2): 62-69.
<b>Ssyma nk et al.</b> 2015	Ssymank, A.; Ulrich, K.; Vischer-Leopold, M.; Belting, S.; Bernotat, D.; Bretschneider, A.; Rückriem, C.; Schiefelbein, U. (2015): Handlungsleitfaden „Moorschutz und Natura 2000“ für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten. <i>Naturschutz und Biologische Vielfalt</i> 140: 277-312. Bundesamt für Naturschutz. Bonn.
<b>Staniaszek et al.</b> 2015	Staniaszek, D., Anagnostopoulos, F., Lottes, R. Kranzl, L., Toleikyte, A., Steinbach, J. (2015): Die Sanierung des deutschen Gebäudebestandes. Eine wirtschaftliche Bewertung aus Investorensicht. Buildings Performance Institute Europe. <a href="http://bpie.eu/publication/renovating-germanys-building-stock/">http://bpie.eu/publication/renovating-germanys-building-stock/</a>

<b>Statistisches Bundesamt 2017</b>	Statistisches Bundesamt (2017): Statistisches Jahrbuch Deutschland und Internationales. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
<b>Statistisches Bundesamt 2019</b>	Statistisches Bundesamt (2019): Kaufwerte für landwirtschaftliche Grundstücke. Fachserie 3, Reihe 2.4, 2018. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
<b>Tanneberger et al. 2020</b>	Tanneberger F.; Schröder C.; Hohlbein M.; Lenschow U.; Permien T.; Wichmann S.; Wichtmann W. (2020) Climate Change Mitigation through Land Use on Rewetted Peatlands– Cross-Sectoral Spatial Planning for Paludiculture in Northeast Germany. Wetlands: 1–12. doi: 10.1007/s13157- 703.
<b>Tanneberger et al. 2021</b>	Tanneberger, F.; Abel, S.; Couwenberg, J.; Dahms, T.; Gaudig, G.; Günther, A.; Kreyling, J.; Peters, J.; Pongratz, J.; Joosten; H. (2021): Towards net zero CO <sub>2</sub> in 2050: An emission reduction pathway for organic soils in Germany. In: Mires and Peat, 27, S. 1 – 17. doi: 10.19189/MaP.2020.SNPG.StA.1951.
<b>Tanneberger et al. (eingereicht)</b>	Tanneberger, F.; Birr, F.; Couwenberg, J.; Kaiser, M.; Luthardt, V.; Nerger, M.; Pfister, S.; Oppermann, R.; Zeitz, J.; Beyer, C.; van der Linden, S.; Wichtmann, W.; Närmann, F. (eingereicht): What do we sink about soil carbon? Paludiculture as sustainable land use option to store and sequester carbon in temperate European fen peatlands
<b>Tiemeyer et al. 2020</b>	Tiemeyer, B.; Freibauer, A.; Borraz E.A.; Augustin, J.; Bechtold M.; Beetz S. et al. (2020): A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. In: Ecological Indicators (109). Online verfügbar unter <a href="https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1470160X19308325?token=44ADAE7C763340D2BD4BE4CE8CA119522BD77685B88032F581E31E03232972EE6513BD86B16E8398942D3ADD43C6DD27">https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1470160X19308325?token=44ADAE7C763340D2BD4BE4CE8CA119522BD77685B88032F581E31E03232972EE6513BD86B16E8398942D3ADD43C6DD27</a>
<b>UBA 2019</b>	Umweltbundesamt (Hg.) (2019): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausinventar 1990-2017. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
<b>UBA 2021a</b>	Umweltbundesamt (Hg.) (2021): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausinventar 1990-2019. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
<b>UBA 2021b</b>	Umweltbundesamt (2021): Emissionen der Landnutzung, -änderung und Forstwirtschaft. Umweltbundesamt, online abgerufen unter <a href="https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#landwirtschaftlich-genutzte-moore">https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/emissionen-der-landnutzung-aenderung#landwirtschaftlich-genutzte-moore</a> , zuletzt geprüft am 20.8.2021
<b>UBA 2021c</b>	Umweltbundesamt (2021): Treibhausgasreduzierung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen! Positionspapier // September 2021. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau.
<b>UBA 2021d</b>	Umweltbundesamt (2021): Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE-Studie. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. 2. Auflage Juni 2021.

<b>Vogel 2019</b>	Vogel, T. (2019): Leitfaden Halmgutheizwerke. Wirtschaftlichkeit und Planungsrichtwerte. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Gülzow-Prüzen.
<b>WBAE &amp; WBW 2016</b>	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz und wissenschaftlicher Beirat Waldpolitik beim BMEL (2016): Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Berlin.
<b>Wich- mann 2016</b>	Wichmann, S. (2016): Betriebswirtschaftliche Aspekte von Paludikultur. In: W. Wichtmann, C. Schröder und H. Joosten (Hg.): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart, S. 109-119.
<b>Wich- mann 2017</b>	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. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.03.018.
<b>Wich- mann 2018</b>	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).
<b>Wich- mann &amp; Köbbing 2015</b>	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. DOI: 10.1016/j.indcrop.2015.09.027.
<b>Wich- mann et al. 2022</b>	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. <a href="http://www.dehst.de">www.dehst.de</a>
<b>Wicht- mann et al. 2016</b>	Wichtmann, W.; Schröder, C.; Joosten, H. (Hg.) (2016): Paludikultur - Bewirtschaftung nasser Moore. Klimaschutz - Biodiversität - regionale Wertschöpfung. Stuttgart: Schweizerbart. 272 S.
<b>Wicht- mann et al. 2018</b>	Wichtmann, W.; Abel, S.; Drösler, M.; Freibauer, A.; Harms, A.; Heinze, S. et al. (2018): Gute fachliche Praxis Bewirtschaftung Moorböden. Positionspapier (Langfassung). In: Zusatzmaterial zu Natur und Landschaft 93 (8:391).
<b>Ziegler 2019</b>	Ziegler, R. (2019): Boots, tractors and warblers: direction, drift, and democracy in paludiculture as a critical sustainability innovation mission. Paper presented at the International Sustainability Transitions Conference. Carleton University Ottawa.