



Potenzialstudie „Moore in Niedersachsen“



Niedersachsen. Klar.

Potenzialstudie „Moore in Niedersachsen“

Teil A – Textteil

Herausgeber:
Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Archivstr. 2
30169 Hannover

Stand: März 2025

poststelle@mu.niedersachsen.de
www.umwelt.niedersachsen.de

Bearbeitung: Hofer & Pautz GbR und DUENE e.V. (Partner im Greifswald Moor Centrum)

Titelbilder: Oben links: Zur Renaturierung gepolderte Torfabbaufäche im Stapeler Moor im Landkreis Leer (Foto: H.-J. Zietz), oben rechts: Fruchtendes Wollgras in der Esterweger Dose im Landkreis Emsland (Foto: H.-J. Zietz), unten links: Hochmoorgrünland und Torfstichkante im Stapeler Moor im Landkreis Leer (Foto: H.-J. Zietz), unten rechts: Sonnentau und Torfmoose in der Esterweger Dose im Landkreis Emsland (Foto: H.-J. Zietz), mittig: Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023).

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	II
Glossar für Fachbegriffe	IV
Abkürzungsverzeichnis.....	V
Vorwort	VI
1 Einleitung.....	1
2 Zusammenfassung	1
3 Hintergrund	2
3.1 Die Moore in Niedersachsen im Kontext zu Deutschland und der EU	2
3.2 Moore in Niedersachsen – früher und heute.....	2
3.3 Klimarelevanz und Klimaschutzpotenzial von Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden	3
3.4 Aktuelle klimapolitische Rahmenbedingungen	3
3.5 Herausforderungen des Klima- und des Moorbodenschutzes.....	4
3.6 Nutzungskonflikte.....	4
3.7 Aufgaben, Ziele und Grenzen der Potenzialstudie	5
4 Vorgehensweise	5
4.1 Betrachtungsraum und Abgrenzung von Moorgebieten	5
4.2 Bewertungsprozess	6
4.3 Treibhausgas-Minderungspotenzial.....	7
4.4 Maßnahmenpotenzial.....	10
4.5 Maßnahmenpakete.....	19
4.6 Moorgebietsbezogene Datenblätter	25
4.7 Priorisierung	28
5 Ergebnisse.....	28
5.1 Betrachtungsraum der Potenzialstudie.....	28
5.2 Moorgebiete.....	29
5.3 Treibhausgas-Minderungspotenzial.....	31
5.4 Maßnahmenpotenzial.....	32
5.5 Priorisierung	37
6 Diskussion	39
6.1 Datengrundlagen.....	39
6.2 Grenzen der Potenzialstudie	40
7 Ausblick und Fazit	40
7.1 Grenzenlose Moore.....	40
7.2 Klimawandel und Wasserhaushalt	41
7.3 Auslaufender Torfabbau.....	41
7.4 Transformation der landwirtschaftlichen Nutzung.....	42
7.5 Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf wiedervernässtem Moor	42
7.6 Fazit.....	43
8 Literatur	44
9 Anhang	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Nutzungsverteilung der Moorböden Niedersachsens.....	2
Abbildung 2:	Schaubild zur Bildung der Mooregebiete.....	6
Abbildung 3:	Beispiel der Abgrenzungsschärfe der Mooringentur	6
Abbildung 4:	Schema zum Ablauf des Bewertungsprozesses	7
Abbildung 5:	Schematische Erläuterung der Klimarelevanz der Torfmächtigkeit.....	9
Abbildung 6:	Klimatische Wasserbilanz	13
Abbildung 7:	Unterschiede zwischen dem RCP8.5 und dem RCP2.6-Szenario	14
Abbildung 8:	Reliefklassifikationsindex	14
Abbildung 9:	Ableitung von lokalen Höhenunterschieden über Geomorphon-Landformen	15
Abbildung 10:	Abstände zum Außenrand der kohlenstoffreichen Böden.....	16
Abbildung 11:	Bewertung der Zusammengehörigkeit verfügbarer Flächen	16
Abbildung 12:	Priorisierung von Maßnahmen je nach Potenzial	19
Abbildung 13:	Schaubild zu Entwicklungspfaden von landwirtschaftlichen Nutzflächen	20
Abbildung 14:	Milchviehdichte je Gemeinde	27
Abbildung 15:	Einteilung des Betrachtungsraums in die sechs Gebietskategorien.	30
Abbildung 16:	Verteilung verschiedener Größenklassen	30
Abbildung 17:	Klassifizierte THG-Emissionen.....	31
Abbildung 18:	Klassifizierte Torfmächtigkeit.....	31
Abbildung 19:	Maßnahmenpotenzial von hergerichteten Torfabbaufächen.....	36
Abbildung 20:	In die drei Prioritätsklassen eingeordnete Mooregebiete.	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterschiedliche Betrachtungstiefen in Abhängigkeit von Flächengröße und Bodenkategorie.....	7
Tabelle 2:	Spannen der THG-Emissionen und deren Bewertung.....	8
Tabelle 3:	Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von Nutzung, Lage in Naturschutzgebieten und Bodenkategorien	8
Tabelle 4:	Folgenutzung nach FRANK et al. (2021) und die angenommene Resttorfmächtigkeit	9
Tabelle 5:	Kombinationsmöglichkeiten beider Parameter des Treibhausgas-Minderungspotenzials.....	10
Tabelle 6:	Tiefenstufen der Moormächtigkeit in der BHK50TM und deren Bewertung.....	10
Tabelle 7:	Schrittabfolge und Bewertungsmatrix der Rahmenbedingungen	11
Tabelle 8:	Umklassifizierung des Bewertungsschrittes 2.....	12
Tabelle 9:	Umklassifizierung des Bewertungsschrittes 3.....	15
Tabelle 10:	Bewertung der nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen	17
Tabelle 11:	Anwendbarkeit unterschiedlicher Vollvernässungsvarianten für landwirtschaftlich genutzte Flächen.	17
Tabelle 12:	Nutzungsformbezogene Bewertung für „(wiedervernässte) Torfabbaufächen“	18
Tabelle 13:	Anwendbarkeit unterschiedlicher Vollvernässungsvarianten für derzeitige Wald-Flächen.	19
Tabelle 14:	Übersicht zum Maßnahmenpaket „landwirtschaftliche Nutzflächen“	21
Tabelle 15:	Übersicht zum Maßnahmenpaket „ungenutzte Flächen“	23
Tabelle 16:	Übersicht zum Maßnahmenpaket „wiedervernässte Torfabbaufächen“	24
Tabelle 17:	Übersicht zum Maßnahmenpaket „Wald“	24
Tabelle 18:	Prioritäten und zugehörige Punktsommen	28
Tabelle 19:	Anteil der Gebietskategorien	29
Tabelle 20:	Flächengröße und -anteil der kohlenstoffreichen Bodenkategorien	29
Tabelle 21:	Flächengrößen und -anteile des THG-Minderungspotenzials	31
Tabelle 22:	THG-Emissionen der verschiedenen Bodenkategorien im Betrachtungsraum	32
Tabelle 23:	Flächengrößen der Potenziale zur Anhebung der Wasserstände hinsichtlich der Standorteigenschaften	32
Tabelle 24:	Flächengrößen der Bewertungskategorien je Kriterium der Standorteigenschaften.....	33
Tabelle 25:	Flächengrößen der Potenziale zur Anhebung der Wasserstände hinsichtlich Raumwiderständen	33
Tabelle 26:	Flächengrößen der Bewertungskategorien je Kriterium der Raumwiderstände	34
Tabelle 27:	Flächengrößen und -anteile der Maßnahmenpotenziale der Nutzungsformen	35
Tabelle 28:	Folgenutzung von Torfabbaufächen	36
Tabelle 29:	Flächengrößen der Prioritätsklassen	38

Teil B – Karten

Karte 1: Moorgebiete

Karte 2: Treibhausgas-Minderungspotenzial

Karte 3: Physische Standorteigenschaften

Karte 4: Raumwiderstände und Nutzungskonflikte

Karte 5: Maßnahmenpotenzial

Karte 6: Prioritäten

Teil C – Datenblätter

Datenblätter der Moorgebiete

Datenblätter für kohlenstoffreiche Böden außerhalb der Moorgebiete

Glossar für Fachbegriffe

Begriff	Erläuterung		
Akrotelm	Torfbildungshorizont	Moor	Unter dem Begriff „Moor“ werden sowohl Moorlebensräume bzw. Moorbiotope als auch Moorböden verstanden.
aktives Wassermanagement	Aktives Wassermanagement erfolgt durch Grabenanstau, -einstau, Unterflurbewässerung und Berieselung.	Moor (undifferenziert)	Bodenkategorie der Karte „Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf)“ mit > 30 cm Torf und > 30 % organischer Substanz. Sie enthält Flächen, für die uneindeutige Informationen vorliegen (z. B. keine Unterscheidung in Hoch- oder Niedermoor).
CO ₂ -Äquivalent	CO ₂ -Äquivalente sind eine Maßeinheit, die verwendet wird, um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase zu vergleichen und zu kombinieren. Da verschiedene Treibhausgase unterschiedliche Wirkungen auf den Treibhauseffekt haben, werden ihre Emissionen oft in CO ₂ -Äquivalente umgerechnet, um eine einheitliche Messgröße zu erhalten.	Moorboden	Boden, der sich durch mindestens 30 cm Torf auszeichnet.
Emissionsfaktor	Ein Emissionsfaktor ist eine Kennzahl, die angibt, wie viel Treibhausgas gemessen in CO ₂ -Äquivalenten pro Hektar innerhalb eines Jahres freigesetzt wird.	Moorgley	Moorgleye weisen eine Torfauflage von 10-30 cm auf. Sie sind häufig in Randbereichen mächtigerer Moorböden zu finden.
Folgenutzung	Im Zusammenhang mit Torfabbau wird hier die festgelegte Nutzung bzw. Nicht-Nutzung nach der Beendigung des Abbaus verstanden.	Moorlebensraum / Moorbiotop	Teil einer Landschaft, der sich durch moortypische Arten und Lebensgemeinschaften auszeichnet.
Global Warming Potential 100	Der Beitrag einer bestimmten Masse eines Treibhausgases zur globalen Erwärmung gemittelt über den Zeitraum von 100 Jahren im Vergleich zur gleichen Masse CO ₂ .	Moor-Treposole	Hierbei wurden Torfschichten mit Hilfe eines tief reichenden Pfluges mit dem darunterliegenden Mineralboden vermischt, sodass sich wasserspeichernde Torf- und entwässernde Sandschichten abwechseln.
Grünlandbewirtschaftung	Grünlandnutzung mit wirtschaftlicher Aufwuchsverwertung	Natura 2000	zusammenhängendes Netz von Schutzgebieten innerhalb der Europäischen Union
Grünlandpflege	Gegenüber der Grünlandnutzung steht bei Grünlandpflegeflächen nicht die landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung der aufgewachsenen Biomasse, sondern die Pflege zu Naturschutzzwecken im Vordergrund.	Nebencode	Biotoptyp, der u.a. Übergänge oder überlagernde Nutzungstypen kennzeichnet (vgl. DRACHENFELS 2021)
Hauptcode	Biotoptyp, dem die ganze Fläche oder ein Flächenanteil eines Polygons zugeordnet wird (vgl. DRACHENFELS 2021)	Organomarsch	Organomarschen entstehen durch Ablagerungen im Küstenraum. Sie weisen hohe Tongehalte und hohe Gehalte organischer Substanz auf.
KRBKat_GAPKondV (Entwurf)	Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023)	Paludikultur	Torferhaltende Bewirtschaftung einer Fläche. Es wird unterschieden angebauten angepassten Pflanzen wie z. B. Rohrkolben, Schilf und Torfmoosen (Anbaupaludikultur) oder die Nutzung von Spontanaufwuchs, z. B. Nasswiesen-Biomasse (Aufwuchs-Paludikultur).
Kohlenstoffreiche Böden	Die KRBKat_GAPKondV (Entwurf) bezieht sich auf die Definition nach GAPKondV. Hierunter fallen Böden mit mindestens 7,5 % organischem Bodenkohlenstoffgehalt oder mindestens 15 % organischer Bodensubstanz in einer horizontalen oder schräg gestellten Bodenschicht von 10 cm Mächtigkeit innerhalb der oberen 40 cm des Profils. Die BHK50 und BHK50KSoVS umfassen Bodenkategorien mit einem mindestens 10 cm mächtigen kohlenstoffreichen Horizont mit mindestens 8 % Humus bis in 2 m Tiefe.	passives Wassermanagement	Passives Wassermanagement erfolgt bei der (Voll- bzw.) Wiedervernässung durch Grabenverfüllungen, Kammerungen, Verwallungsbau, Einbau von Spundwänden und ggf. Rückbau von Entwässerungseinrichtungen, sofern solche vorhanden sind.
Kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz	Mit Ausnahme der Moor-Treposole werden alle aufgeführten kohlenstoffreichen Böden in der BHK50KSoVS als kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz bezeichnet (LBEG 2022b). Moor-Treposole hingegen weisen gemäß HÜBSCH & HÖPER (2014) nur eine geringe Bedeutung für den Klimaschutz auf.	Sackung	Beim Entwässern von Moorboden sinkt der Auftrieb der organischen Substanz, was den Druck auf die darunter liegende Torfschicht erhöht und sie verdichtet.
		Sanddeckkulturen	Bei Sanddeckkulturen wurde auf den Moorboden eine 10-20 cm mächtige Sandschicht aufgebracht, um die Bewirtschaftbarkeit von Moorböden zu verbessern.
		Schrumpfung	Schrumpfung ist ein physikalischer Prozess in entwässerten Torfen, bei dem sich Bodenteilchen zusammenziehen und das Volumen abnimmt. Dies kann zu Rissen in der Bodenoberfläche führen.
		Tatsächliche Nutzung (AT-KIS®)	Beschreibung der Erdoberfläche über die Objektartengruppen Gewässer, Siedlung, Vegetation und Verkehr. Es handelt sich um Flächen einheitlicher Bodenbedeckung oder ähnlichen Bewuchses.

Teilvernäs- sung	Vernässung auf im Jahresmittel bis zu 10 cm unter Flur
torferhal- tende Wasser- stände	gemäß Nationaler Moorschutzstrategie handelt es sich um Wasserstände im Sommer maximal 30 cm, im Winter maxi- mal 10 cm unter Flur
Vollvernäs- sung	Vernässung im Jahresmittel bis mindes- tens 10 cm unter Flur und höher
Wiedervernäs- sung	Anhebung zuvor abgesenkter Wasser- stände
Wiedervernäs- sung (Folge- nutzung)	Kurzform für das Ziel der Herrichtung bzw. Folgenutzung nach Torfabbau „Re- naturierung mit Wiedervernässung“.
Zusatzmerk- male	Hinweise u.a. auf Nutzungs-, Struktur- und Standorteigenschaften von Bio- toptypen (vgl. DRACHENFELS 2021)

GLÖZ	Guter landwirtschaftlicher und ökologi- scher Zustand (GAP)
GVE	Großvieheinheit
GWP100	Global Warming Potential 100
InVeKoS	Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsys- teme
IPCC	Weltklimarat (engl. Intergovernmental Panel on Climate Change)
IVG	Industrieverband Garten e.V.
KliMo	EFRE-Förderrichtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“
KRB- Kat_GAP- KondV (Ent- wurf)	Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023)
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geo- logie

Abkürzungsverzeichnis

<u>Abkürzung</u>	<u>Bedeutung</u>
ANDI	Agrarförderung Niedersachsen Digital
ANK	Aktionsprogramm Natürlicher Klima- schutz
ATKIS®	Amtliches Topographisch-kartographi- sches Informationssystem
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BHK50	Kohlenstoffreiche Böden in Niedersach- sen 1: 50.000 mit versiegelten Flächen (vereinfachte Kategorien) (BHK50) (LBEG 2022a)
BHK50TM	Kohlenstoffreiche Böden in Niedersach- sen 1: 50.000 - Torfmächtigkeit (LBEG 2022c).
BHK50KSoVS	Kohlenstoffreichen Böden in Niedersach- sen 1: 50.000 mit Bedeutung für den Kli- maschutz ohne versiegelte Flächen (BHK50KSoVS) (LBEG 2022b)
BK50N	Bodenkarte von Niedersachsen 1: 50.000 (LBEG 2017)
CCS	Carbon Capture and Storage = Kohlen- stoffabscheidung und -speicher
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
DGM1	Digitales Geländemodell mit der Gitter- weite 1 m
DLM	Digitales Landschaftsmodell
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwick- lung
EU	Europäische Union
F+E	Forschung und Entwicklung
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAPKondV	GAP-Konditionalitäten-Verordnung
GIS	Geoinformationssystem

LGLN	Landesamt für Geoinformation und Lan- desvermessung Niedersachsen
LIFE	Förderinstrument der Europäischen Union in den Bereichen Umwelt-, Klima-, Natur- schutz und Energiewende (franz. L'Instru- ment Financier pour l'Environnement)
LROP	Landes-Raumordnungsprogramm
LRT	Lebensraumtyp der Fauna-Flora-Habi- tatrictlinie
MoorIS	Moorinformationssystem Niedersachsen
ML	Niedersächsisches Ministerium für Ernäh- rung, Landwirtschaft und Verbraucher- schutz
MU	Niedersächsisches Ministerium für Um- welt, Energie und Klimaschutz
N ₂ O	Lachgas
NIBIS® KAR- TENSER	Niedersächsisches Bodeninformationssys- tem des LBEG
NIKO	Niedersächsisches Kompetenzzentrum Kli- mawandel
NLF	Niedersächsische Landesforsten
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Was- servirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NSG	Naturschutzgebiet
NWE	Natürliche Waldentwicklung
PV-FFA	Photovoltaik-Freiflächenanlagen
RCP	repräsentativer Konzentrationspfad (engl. representative concentration pathway)
RROP	Regionales Raumordnungsprogramm
SLA	Servicezentrum Landentwicklung und Ag- rarförderung
TCI _{low}	Relieffklassifikationsindex (engl. terrain classification index)
THG	Treibhausgas
TK50	Topografische Karte im Maßstab 1 : 50.000
WRRL	Wasser-Rahmen-Richtlinie

Vorwort

Niedersachsen ist Moorland Nr. 1. Die niedersächsischen Moore sind wesentlicher Bestandteil der Natur- und Kulturlandschaft in Niedersachsen und haben in weiten Regionen die Geschichte der Besiedlung und Nutzung maßgeblich geprägt.

Der Schutz von naturnahen Mooren mit ihren Lebensräumen und Arten zählt in Niedersachsen schon seit den 1980er Jahren zu einem wesentlichen Ziel der Landesnaturschutzverwaltung. Mittlerweile wird auch weiteren Funktionen von Mooren hohe Bedeutung beigemessen. Dabei steht der Klimaschutz im Vordergrund. In entwässerten Mooren findet eine Zersetzung der Torfböden statt. Der über Tausende von Jahren gespeicherte Kohlenstoff wird dabei in erheblicher Menge als klimaschädliche Treibhausgase freigesetzt und trägt somit zum menschengemachten Klimawandel bei.

In Niedersachsen gibt es circa 484.000 Hektar Moorböden bzw. kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz. Gemäß einer Berechnung des LBEG aus 2024 entstehen auf diesen Flächen pro Jahr 15,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, mit einberechneter Torfproduktion sogar 17,6 Millionen Tonnen. Dies entspricht rund 18 Prozent der gesamten Treibhausgasemissionen in Niedersachsen.

Wir stehen vor der großen Herausforderung, in Niedersachsen bis 2040 klimaneutral zu werden. Dafür müssen wir auch die Treibhausgasemissionen aus den Moorböden und weiteren kohlenstoffreichen Böden deutlich und nachhaltig reduzieren und deren Kohlenstoffspeicher soweit wie möglich erhalten und wenn möglich wieder aufwachsen lassen.

In das Niedersächsische Klimagesetz haben wir daher ein Ziel zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen aus Moorböden aufgenommen. Demnach sollen in diesem Bereich die jährlichen Emissionen in Niedersachsen bis 2030 um 1,65 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gegenüber 2020 reduziert werden.

Um dieses Klimaschutzziel zu erreichen, bedarf es einer umfassenden Transformation in den Moorengebieten, bei der eine klimaorientierte Entwicklung ermöglicht wird und die Regionen sich zukunftsfähig aufstellen können. Dabei gilt es, auch die heutige Bedeutung der Mooregebiete als Siedlungsräume sowie für die dortige Wirtschaft und Wertschöpfung zu beachten. Es müssen wirtschaftliche Perspektiven vor allem durch alternative Wertschöpfungsmöglichkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette als langfristig attraktive Optionen geschaffen werden. Damit wollen wir eine Akzeptanz für Maßnahmen zum Moorschutz schaffen.

Wir erkennen dabei an, welche Leistungen die Menschen in den Moorregionen bei der Kultivierung der Moore erbracht haben. Moorkultivierung ist ein wesentlicher Bestandteil der Kulturgeschichte in Nordwestdeutschland. Wir wünschen uns nun einen ähnlichen Pioniergeist für die vor uns liegende Transformation und Entwicklung in den Moorregionen und möchten den Weg gemeinsam gehen.

Wir sollten dabei diese Aufgaben nicht nur als Last, sondern auch als Chance begreifen – gerade auch für zukünftige Generationen. Denn aus einer nachhaltigen Entwicklung der Moorregionen kann ein vielfältiger Nutzen entstehen: Nicht nur den Klimaschutz und die biologische Vielfalt, sondern auch für sauberere Gewässer und für attraktive Gemeinden in einer lebenswerten Umwelt.



Um diese Aufgabe konsequenter angehen zu können, bedarf es einer fundierten konzeptionellen Grundlage. Mit dem Programm „Niedersächsische Moorlandschaften“ wurde bereits im Jahr 2016 eine Fachkonzeption des Landes herausgegeben. Die nun vorliegende Potenzialstudie „Moore in Niedersachsen“ baut darauf auf und bildet somit einen weiteren Baustein. Sie enthält landesweit und nach einheitlicher Methodik erarbeitete gebietsbezogene Erkenntnisse mit Hinweisen auf die Eignung der jeweiligen Gebiete für bestimmte Maßnahmen und zu deren Wirkung. Bis zu einer Realisierung von Maßnahmen zum Moorschutz mit Reduzierung von Treibhausgasemissionen bedarf es in der Regel noch einer Erhebung weiterer und konkreterer Grundlagen vor allem zur Agrarstruktur und zur Hydrologie in den Moorengebieten.

Von maßgeblicher Bedeutung werden zukünftig die weiteren Aktivitäten auf regionaler und lokaler Ebene sein, gerade auch im Hinblick auf eine Abstimmung der Planungen und Maßnahmen mit den Beteiligten vor Ort. Schließlich kann Klimaschutz in den Moorregionen nur gemeinsam im Dialog mit den Akteuren, wie vor allem den Flächenbewirtschaftern und -eigentümern, funktionieren. Die Potenzialstudie soll für diese weiteren Arbeiten und Prozesse vor Ort eine wichtige Grundlage darstellen. Somit sollen neue Kräfte mobilisiert werden.

Ich wünsche allen Interessierten eine informative Lektüre der Potenzialstudie und hoffe, dass diese eine gute Unterstützung bei den zu bewältigenden Aufgaben zum Moorschutz in Niedersachsen leisten kann.

Christian Meyer
Niedersächsischer Minister für Umwelt, Energie und Klimaschutz

1 Einleitung

Spätestens in den letzten Jahren sind die Moore mit ihrer besonderen Bedeutung für den Natur- aber auch insbesondere für den Klimaschutz in der breiten gesellschaftspolitischen Wahrnehmung angekommen. Mit rund 16 Mio. t CO₂-Äquivalenten haben die Moorböden Niedersachsens einen Anteil von rund ein Drittel an den etwa 53 Mio. t CO₂-Äquivalenten, die aus deutschen Moorböden jährlich emittieren.

Mit der Novelle des Niedersächsischen Klimagesetzes vom 11. Dezember 2023 hat sich die Landesregierung das Ziel gesetzt, bis 2030 die gesamten Treibhausgas (THG)-Emissionen des Landes um 75 % und bis 2035 um 90 % im Vergleich zu 1990 zu senken. Die Treibhausgasneutralität soll 2040 erreicht werden. Konkretes Ziel für die landesweiten Moore bzw. kohlenstoffreichen Böden ist es, bis zum Jahr 2030 eine Minderung der jährlichen THG-Emissionen um 1,65 Mio. Tonnen gegenüber dem Vergleichsjahr 2020 zu erreichen.

Alle entwässerten Moorböden sind Emissionsquellen, wobei die Freisetzung von Treibhausgasen eng mit den mittleren jährlichen Wasserständen korreliert (TIEMEYER et al. 2020). Die niedrigsten Gesamtemissionen sind bei einem mittleren Wasserstand von 10 cm unter bis über Flur zu finden. Für das Erreichen der politischen Ziele ist daher eine Anhebung der Wasserstände in den überwiegend durch Entwässerung geprägten niedersächsischen Moorböden möglichst bis auf ein natürliches Niveau anzustreben.

Die hier vorliegende Potenzialstudie der Moore Niedersachsens hat daher die Aufgabe, auf Basis der auf Landesebene vorhandenen Grundlagendaten die Möglichkeiten und Potenziale zur Umsetzung der politischen Zielvorgaben zu analysieren und darzustellen. Diese Potenziale sind abhängig von Standorteigenschaften, Raumwiderständen und Nutzungskonflikten, die erschwerend oder begünstigend wirken können. Es werden geeignete Maßnahmenpakete und übergeordnete Instrumente zum Moorschutz und zur Moorentwicklung sowie zur Minderung der THG-Emissionen abgeleitet. Durch eine Priorisierung sollen Hinweise gegeben werden, wo einerseits eine besondere Dringlichkeit gegeben ist und wo andererseits eine praktische Umsetzung besonders einfach zu realisieren ist.

Die Potenzialstudie soll auf Betrachtungsebene des Landes eine fachliche Grundlage für zukünftige politische Entscheidungsprozesse der raumbezogenen Planung und Strategieentwicklung bieten, sie soll und kann diese jedoch nicht ersetzen.

2 Zusammenfassung

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) beauftragte mit Projektstart vom 1. März 2023 die Erstellung einer Potenzialstudie zu Mooren in Niedersachsen. Ziel der Studie ist es, für Niedersachsen sowohl einen Gesamtüberblick als auch gebietsbezogene Aussagen

- zu den vorhandenen Potenzialen zur Erhaltung der Kohlenstoffspeicher in Moorböden bzw. zur Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden durch Anhebung der Wasserstände sowie
- zu den Potenzialen für diesbezügliche Maßnahmen

zu erhalten. Es wird eine Grundlage geschaffen, um zukünftig in niedersächsischen Mooren gebieten zielgerichtet und effektiv Instrumente anzuwenden und Maßnahmen verwirklichen zu können. Die Studie entwickelt keine Verbindlichkeit und soll die Handlungsoptionen für verschiedene Räume aufzeigen.

Die Erarbeitung der Studie wurde durch einen Stakeholder-Dialog mit Vertreterinnen und Vertretern des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML), der Fachbehörden des Landes, der Kommunen und Hochschulen sowie der Verbände aus der Land- und Forstwirtschaft, der Torfindustrie, der Wasserwirtschaft und des Naturschutzes begleitet. Es sollten die verschiedenen Interessen und Belange gehört und bei der Erarbeitung der Studie berücksichtigt werden.

Für die gebietsbezogene Betrachtung in Datenblättern wurden aus der Karte „Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf)“ des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG 2023) großflächige Moore als sogenannte Mooregebiete abgegrenzt. Für diese wie auch für die restlichen kohlenstoffreichen Böden wurde das THG-Minderungspotenzial unter Einbezug der aktuellen THG-Emissionen und der Kohlenstoffspeicher ermittelt und somit der Handlungsbedarf dargestellt.

Über die anschließende Betrachtung der physischen Standorteigenschaften wie Torfmächtigkeit, klimatische Wasserbilanz und Relief sowie der Nutzungskonflikte und Raumwiderstände wie Flächenverfügbarkeit und Abstand zu Siedlungen lassen sich solche Bereiche identifizieren, in denen eine Anhebung der Wasserstände einfach möglich ist.

Für die Haupt-Nutzungsformen („landwirtschaftliche Nutzflächen“, „Wald“, „ungenutzte Flächen“, „(wieder-vernässte) Torfabbauf Flächen“) wurden Maßnahmenpakete in einer Abstufung von einer extensiven Nutzung, Teil- bis hin zur Vollvernässung der Standorte entwickelt. Aussagen zu konkreten Vollvernässungsmaßnahmen wie etwa Anbaupaludikultur oder Freiflächen-Photovoltaik auf landwirtschaftlichen Nutzflächen werden nur insofern getroffen, als das ausschließende Faktoren wie etwa die Lage in Schutzgebieten aufgeführt werden.

Abschließend fand über das THG-Minderungspotenzial und die festgestellten Maßnahmenpotenziale eine Priorisierung statt. Im Ergebnis zeigen sich räumliche und thematische Schwerpunkte, die als fachliche Basis für zukünftige Abwägungen und Entscheidungen zur Verfügung stehen.

Es wird die Notwendigkeit der Transformation der entwässerungsbasierten landwirtschaftlichen Nutzung deutlich. Die Nationale Moorschutzstrategie setzt dabei auf die Freiwilligkeit dieser für die Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Bewirtschafterinnen und Bewirtschafter der Flächen existenziellen Veränderungen. Daher gilt es zukünftig, über die angeführten Ansätze der Paludikultur und der Freiflächen-PV hinaus, wirtschaftliche Lösungsansätze für diesen Wandel zu entwickeln.

In der Diskussion wird die Aktualität der Datengrundlage betrachtet, die sich zwangsläufig aus der Dynamik der organischen Böden ergibt. Hinsichtlich der Datengrundlagen zum klimarelevanten Gasaustausch verschiedener Nutzungen wird ein weiterer Forschungsbedarf erkannt. Die Aussagen der Potenzialstudie basieren auf den auf Landesebene bei den Fachbehörden vorliegenden Daten. Eine Detail-schärfe auf Projektebene ist auf diesem Maßstab nicht erreichbar. Daher wurde zum einen bei den Landkreisen und

kreisfreien Städten sowie der Region Hannover aktuelle Planungen abgefragt, zum anderen ist die Entwicklung der Studie durch eine Reihe anschließender Regionalgespräche fortgeführt worden.

3 Hintergrund

3.1 Die Moore in Niedersachsen im Kontext zu Deutschland und der EU

Die niedersächsischen Moore gehören zu den rund 64.200 km² atlantischer Moorgebiete, welche sich entlang der Atlantik- und Nordseeküste von Nordportugal über die Bretagne, Irland und Großbritannien, die Niederlande, Dänemark und Südwestschweden erstrecken (TANNEBERGER et al. 2021). Die niedersächsischen Moore liegen damit innerhalb einer Moorregion, die nach TANNEBERGER et al. (2021) einerseits einen mit 56 % hohen Anteil in Schutzgebieten liegen der Moore – andererseits mit 68 % den europaweit höchsten Anteil zerstörter Moorflächen aufweist.

In Niedersachsen liegen rund ein Drittel der Moorflächen in Deutschland. Damit ist Niedersachsen Deutschlands moorreichstes Bundesland (WITTNEBEL et al. 2022). Etwa 11 % der rund 48.000 km² umfassenden Landfläche Niedersachsens ist mit kohlenstoffreichen Böden gemäß GAPKondV bedeckt, 6 % werden von Hoch- und Niedermooren eingenommen (LBEG 2023). Insbesondere bei den im Nordwesten weit verbreiteten Hochmooren kommt Niedersachsen eine besondere Verantwortlichkeit beim Erhalt der Moorböden als Landschaft und Lebensraum zu, denn hier befinden sich 77 % der Hochmoore Deutschlands. Hohe Niederschläge durch das atlantische Klima sowie der Anstieg des Grundwassers durch den Anstieg des Meeresspiegels begünstigten ihre Bildung.

3.2 Moore in Niedersachsen – früher und heute

Der derzeitige Zustand der niedersächsischen Moore ist maßgeblich durch ihre Besiedlungs- und Kultivierungsgeschichte geprägt. Bereits im 12. Jahrhundert wurden die Niedermoore entwässert, um sie zu kultivieren (SCHMATZLER 2015). Mit der Moorbrandkultur erfolgte ab dem 18. Jahrhundert in einem Großteil der Hochmoore eine erste landwirtschaftliche Nutzbarmachung der zuvor aufgrund der Nährstoffarmut als unbrauchbares Ödland betrachteten Flächen (GÜNTHER 2012). Fehnkulturen entstanden in Ostfriesland, Spittkulturen südlich des Jadebusens und Findorff-Kulturen zwischen Weser und Elbe und prägen noch heute die dortigen Moorlandschaften. Mit der Deutschen Hochmoorkultur wurden gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch Entwässerung sowie regelmäßige Düngung und Kalkung die nährstoffarmen Hochmoorstandorte für die konventionelle Landwirtschaft nutzbar gemacht. Sanddeck- und Sandmischkulturen wurden ab dem 20. Jahrhundert zunächst auf geringmächtigen Moorböden angelegt. Sandmischkulturen dienten neben der Regulierung des Wasserhaushaltes und der Ertragsstabilisierung auch der Reduzierung der Verluste an Geländehöhe und Stabilisierung der Vorflutverhältnisse, Sanddeckkulturen sollten die Tragfähigkeit von hofnaheem Grünland zur Beweidung verbessern (HÖPER 2024b).

Kleinräumiger Handtorfstich und der nach dem zweiten Weltkrieg verstärkt stattfindende maschinelle Torfabbau

reduzierten die Torfmächtigkeiten großflächig. Vorausgehender Torfabbau ermöglichte nun auch auf einst tiefgründigen Moorböden landwirtschaftliche Folgenutzungen durch die Anlage von Sandmischkulturen.

Durch das Niedersächsische Moorschutzprogramm der 1980er Jahre wurde die Genehmigungspraxis hinsichtlich der Folgenutzung von industriellen Torfabbauflächen, insbesondere bei den als besonders wertvoll für den Naturschutz eingestuften Hochmoorkomplexen, in Richtung der Wiedervernässung geändert. So ist inzwischen ein Großteil der viele Jahrzehnte vom industriellen Torfabbau geprägten Hochmoore wiedervernässt (FRANK et al. 2021).

Naturnahe Hoch- und Niedermoore sind inzwischen nur noch kleinflächig vorhanden und zählen aufgrund dessen zu den sehr stark oder stark gefährdeten Biotoptypen Niedersachsens (DRACHENFELS 2012).

Der weitaus größere Teil der niedersächsischen Moorböden wird konventionell landwirtschaftlich genutzt (vgl. Abbildung 1). Auf rund 40 % der Hochmoorböden sowie auf fast zwei Dritteln der Niedermoorböden findet eine Grünlandnutzung statt. Eine Ackernutzung ist auf rund 10 % der Moorbodenfläche beider Moortypen zu finden, der Ackeranteil hat in den letzten zwei Jahrzehnten zugenommen (BLANKENBURG 2015, HÖPER & GEHRT 2022).

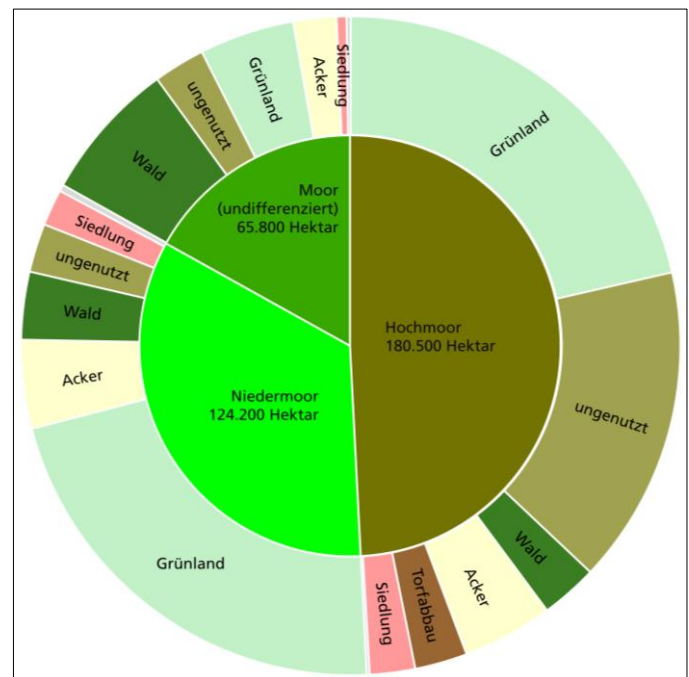


Abbildung 1: Nutzungsverteilung der Moorböden Niedersachsens, unterschieden nach Hochmoor, Niedermoor und Moor (undifferenziert) (Daten: Tatsächliche Nutzung des Basis-DLM gemäß ATKIS®-Objektartenkatalog, Stand 11.12.2023; KRBKat_GAPKondV (Entwurf)). Die Klasse „Wald“ umfasst Laub-, Nadel- und Mischwald und Gehölze. Die Klasse „ungenutzt“ beinhaltet Moor, Heide und Brache. Diese Klasse kann Flächen enthalten, die rechtlich gemäß NWaldLG § 2 Abs. 3 als Wald zu definieren sind. Klassen unter 1 % Anteil sind aus Gründen der Übersichtlichkeit zusammengefasst und nicht beschriftet, es handelt sich v.a. um Gewässer. Die Definitionen gemäß ATKIS®-Objektartenkatalog sind in Anhang 1 aufgeführt.

3.3 Klimarelevanz und Klimaschutzpotenzial von Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden

Während natürliche und naturnahe Moore durch die Festlegung von Kohlenstoff in ihren Torfen langfristig einen positiven Effekt auf das Klima haben, setzen entwässerte Moore sowie weitere kohlenstoffreiche Böden erhebliche Mengen an Treibhausgasen (THG) frei.

Moorböden in Deutschland emittieren rund 53 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr (BMUV 2022), ca. ein Drittel davon (16 Mio. t CO₂-Äquivalenten pro Jahr) stammt aus Moorböden in Niedersachsen (HÖPER 2024a). Die deutschlandweiten Emissionen aus Moorböden entsprechen rund 7,5 % der gesamten THG-Emissionen in Deutschland (BMUV 2022). Mit über 80 % stammt der Großteil aus entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Moorflächen. Die konventionelle landwirtschaftliche Nutzung auf Moorböden geht mit einer Entwässerung der natürlicherweise wassergesättigten Moorböden einher. Atmosphärischer Sauerstoff gelangt so in den Torfkörper und durch mikrobielle Zersetzungsprozesse wird der im Torf gebundene Kohlenstoff und Stickstoff als Kohlenstoffdioxid (CO₂) bzw. Lachgas (N₂O) in die Atmosphäre abgegeben.

Die Freisetzung von Treibhausgasen korreliert eng mit den mittleren jährlichen Wasserständen (TIEMEYER et al. 2020); die niedrigsten Gesamtemissionen sind bei einem mittleren Wasserstand von 10 cm unter bis über Flur zu finden. Die Nutzungsintensität hängt unmittelbar mit der Tiefe der Entwässerung zusammen: Tief entwässerte, intensiv genutzte Moorböden emittieren über anderthalbmal so viel wie weniger tief entwässerte, extensiv genutzte Moorflächen (HÖPER 2022). Auch der Bodentyp hat einen Einfluss auf die Höhe der Emissionen. Für geringmächtige Sanddeckkulturen, bei denen durch Bodenbearbeitung regelmäßig Teile des abgedeckten Torfes an die Oberfläche geholt werden, werden ähnlich hohe Emissionswerte angenommen, wie für Hoch- und Niedermoor sowie Moorgley (HÖPER 2022). Bei nicht regelmäßig bearbeiteten oder ungenutzten mit mineralischem Boden überdeckten Moorflächen liegen die Emissionen um rund die Hälfte niedriger. Für Sandmischkulturen liegen keine repräsentativen Emissionsmessungen vor (siehe Box); die Hälfte des Kohlenstoffes der oberen Dezimeter wird jedoch innerhalb der ersten Jahrzehnte freigesetzt (KUNTZE 1987), aber auch alte Sandmischkulturen verlieren noch immer Kohlenstoff aus den oberen Dezimetern (HÖPER 2015).

Alle entwässerten Moorböden sind Emissionsquellen. Zwar entziehen Wälder der Atmosphäre 5,4 t CO₂-Äquivalente je Hektar durch Holzzunahme (BMLE 2017, RIEDEL et al. 2019), jedoch geht in Mitteleuropa die CO₂-Freisetzung aus Wäldern auf mäßig bis stark entwässerten Moorböden mit 10-25 t CO₂-Äquivalente ha⁻¹ a⁻¹ deutlich darüber hinaus (HÖPER 2022).

Durch die immer stärker sichtbaren Folgen des Klimawandels und die politischen Klimaschutzbestrebungen ist die Bedeutung der Moore für den Klimaschutz in der gesellschaftspolitischen Wahrnehmung angekommen.

Jedoch ist das Klimaschutzpotenzial nicht das Einzige, was beim Moorschutz betrachtet werden muss. Moorböden und Moorbiotope bieten auch weitere wichtige Ökosystemdienstleistungen (vgl. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT 2005). Hierzu gehören unterstützende Dienstleistungen wie Bodenbildung, Primärproduktion oder die Unterstützung einer hohen biologischen Vielfalt, bereitstellende Dienstleistungen wie die Bereitstellung von Wasser oder Biomasse

z. B. als Dämmstoff oder als Nahrung, regulierende Dienstleistungen wie die Klima-, Hochwasser- und Nährstoffregulation sowie kulturelle Dienstleistungen etwa für Erholungssuchende, für Freizeitaktivitäten oder für die Wissenschaft (BONN et al. 2016, TIEMEYER et al. 2017). Eine vertiefte Betrachtung dieser Aspekte erfolgte im Rahmen der Studie jedoch nicht.

Box: Einschätzung zu THG-Emissionen aus Sandmischkulturen (HÖPER 2024b): Direkte Messungen der THG-Emissionen von Sandmischkulturen liegen nicht vor. Bei gealterten Sandmischkulturen (>15-20 Jahre alt) wird von relativ geringen Emissionen ausgegangen, wie sich aus einer nur noch geringfügigen Abnahme der Humusgehalte im Oberboden ablesen lässt (6 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹, HÖPER, 2022). Die DIN 1185 (1973) geht für das 3.-5. Jahrzehnt nach Einrichtung der Sandmischkultur von Höhenverlusten zwischen 0,1 und 0,2 cm pro Jahr aus, ein Wert, der deutlich unter den Höhenverlusten von Moorgrünland (0,7-1,0 cm pro Jahr) oder gar Ackerland auf Moorboden (1-2 cm pro Jahr) liegt. Nicht bekannt ist, welchen Beitrag die im Unterboden liegenden Torfbalken an den THG-Emissionen leisten, die geringen Höhenverluste gealterter Sandmischkulturen lassen jedoch einen eher geringen Beitrag erwarten. Zu beachten ist bei der Neuanlage von Sandmischkulturen, dass während der ersten ein bis zwei Jahrzehnte nach Herrichtung die Kohlenstoffgehalte im Oberboden deutlich zurückgehen, es also zu einer Freisetzung von CO₂ kommt. HÖPER (2015) hat für eine Bodendauerbeobachtungsfläche auf Sandmischkultur einen Verlust von 71 t Kohlenstoff je Hektar in 15 Jahren entsprechend 17 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ in diesem Zeitraum ermittelt, ein Wert, der unter denen für Schwarzkultur und Intensivgrünland auf Hochmoor (39 bis 40 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹; HÖPER, 2022) liegt.

3.4 Aktuelle klimapolitische Rahmenbedingungen

Wichtige Grundsteine für die heutigen Klimaschutzbestrebungen waren die Verabschiedung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen im Jahr 1992 und das Kyoto-Protokoll im Jahr 1997 mit der erstmaligen Verpflichtung der Industrienationen zur Senkung der THG-Emissionen.

Im **Übereinkommen von Paris** wurde dann im Jahr 2015 von allen Staaten der Welt einstimmig beschlossen, „den Anstieg der weltweiten Durchschnittstemperatur deutlich unter 2,0 °C über dem vorindustriellen Niveau zu beschränken und Anstrengungen zu unternehmen, um den Temperaturanstieg auf 1,5 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen“. Diese Grenze wurde in der Erkenntnis gewählt, „dass dies die Risiken und Auswirkungen der Klimaänderungen erheblich verringern würde“. Der Weltklimarat IPCC leitete daraus ab, dass bis zum Jahr 2050 alle CO₂-Emissionen auf „Netto-Null“ gebracht sein müssen und nach 2050 eine absolute CO₂-Senke, d. h. eine CO₂-Netto-Festlegung, existieren muss (IPCC 2018). Für CH₄ und N₂O wurden geringere Emissionsziele gesetzt, um die Ernährungssicherheit nicht zu gefährden, weil die Emission dieser Gase durch Reisanbau, Wiederkäuer bzw. Stickstoff-Düngung verursacht werden.

Das **Europäische Klimagesetz** aus dem Jahr 2021 sieht eine Klimaneutralität bis 2050 vor, d. h. die Emissionen von CO₂, CH₄ und N₂O sollen allesamt auf „Netto-Null“ gesenkt werden. Klimaneutralität bzw. Treibhausgasneutralität ist ein weitreichenderes Ziel als die vom Weltklimarat als Konsequenzen des Paris-Abkommens 2015 formulierte

CO₂-Neutralität, weil die CH₄- und N₂O-Emissionen, die aktuell 19 % der EU-weiten und 9 % der deutschen THG-Emissionen betragen (EEA 2023, UBA 2023) zurückgebracht oder mittels zusätzlicher Senken kompensiert werden müssen.

Das **Bundes-Klimaschutzgesetz** aus dem Jahr 2021 schreibt die Klimaneutralität bis zum Jahr 2045 vor. Diese Beschleunigung gegenüber dem Europäischen Klimagesetz geschieht aus Gründen der intergenerationellen Gerechtigkeit, da im Grundgesetz die Gleichberechtigung der Generationen, einschließlich des Rechts auf freie Entfaltung der Persönlichkeit (Art. 2) und des Rechts auf den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen (Art. 20a) festgelegt sind (Urteil des Bundesverfassungsgerichts 30.04.2021). Auch hier sind die gesamten Emissionen von CO₂, CH₄ und N₂O betroffen.

In der **Bund-Länder-Zielvereinbarung** zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz (2021) wurde festgelegt, die THG-Emissionen aus den Mooren in Deutschland bis 2030 um 5 Mio. t CO₂-Äquivalente pro Jahr, also um weniger als 10 % der derzeitigen THG-Emissionen, zu senken. Als Teil des Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz (ANK) konkretisiert die **Nationale Moorschutzstrategie** erforderliche Maßnahmen zum Schutz, zur Wiederherstellung sowie zur Förderung der nachhaltigen Nutzung von Mooren (BMUV 2022).

Am 11. Dezember 2023 wurde die Novelle des **Niedersächsischen Klimagesetzes** verabschiedet. Nach dieser Novelle ist es das Ziel, bis 2030 die gesamten THG-Emissionen des Landes um 75 % und bis 2035 um 90 % im Vergleich zu 1990 zu senken. Die Treibhausgasneutralität soll 2040 erreicht werden. Konkretes Ziel für Moore bzw. kohlenstoffreiche Böden ist es, bis zum Jahr 2030 eine Minderung der jährlichen THG-Emissionen um 1,65 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, d. h. etwa -10 %, gegenüber dem Vergleichsjahr 2020 zu erreichen.

Synergien mit dem Klimaschutz ergeben sich auch über politische Vorgaben aus dem Bereich des Naturschutzes wie etwa die FFH-Richtlinie oder das Nature Restoration Law sowie aus dem Bereich der Wasserwirtschaft wie die Wasserrahmenrichtlinie.

3.5 Herausforderungen des Klima- und des Moorbodenschutzes

Zwar sind die THG-Emissionen aus Mooren nicht direkt in das Ziel der Treibhausgasneutralität auf EU-, Bundes- und Landesebene einbezogen, dennoch wird u. a. im Niedersächsischen Klimagesetz die besondere Bedeutung und der potenzielle Beitrag von kohlenstoffreichen Böden und insbesondere von Moorböden sowie auch die des Waldes und des Kohlenstoffspeichers Holz hervorgehoben. In Bezug auf die Moore wäre eine Klimaneutralität bzw. Treibhausgasneutralität als Zielsetzung eine enorme Herausforderung. Ein dauerhaft klimaneutraler - bis hin zu einem klimakühlenden - Zustand aktuell entwässerter Moore würde Folgendes erfordern:

- (I) Die Anhebung der mittleren Moorwasserstände bis auf 10 cm unter bis über Flur (TIEMEYER et al. 2020): Nur so lassen sich die THG-Emissionen nachhaltig reduzieren, während eine geringe Anhebung der Wasserstände oder eine reine Extensivierung der Nutzung diese in geringem Maße reduziert.
- (II) Einen kontinuierlichen Wasserspiegelanstieg, da kontinuierlich kohlenstofffestlegende Moore einen kontinuierlich steigenden Wasserspiegel erfordern. Bei Hochmooren schaffen es nur bestimmte Torfmoosarten mit

komplexen Selbstregulationsmechanismen den mooreigenen Wasserstand immer weiter über die Umgebung anzuheben. Für ihre Ansiedlung sind sehr stabile Wasserstände erforderlich. Vor allem in Niedermooren sind Wasserstandsanhörungen unmittelbar mit Auswirkungen im gesamten Einzugsgebiet verbunden. Hohe Grundwasserstände im mineralischen Untergrund, deren Druckpotenzial bis in den darüberliegenden Torf reicht, begünstigen aber auch einen hohen Moorwasserstand in Hochmooren.

- (III) Eine Verringerung der CH₄-Emissionen: Die langfristig verbleibende wärmende Wirkung wiedervernässter Moore wird von ihrer CH₄-Emission bestimmt. Die Aufgabe besteht darin, diese zu verringern, ohne die CO₂- und N₂O-Emission gleichzeitig wieder zu erhöhen. Die nach Wiedervernässung auftretende unnatürlich erhöhte CH₄-Emissionen kann z. B. durch flachen Abtrag des durchwurzelten Horizontes (Grasnarbe, ca. 5-10 cm) und andere Techniken (GÜNTHER et al. 2020, CONVENTION ON WETLANDS 2021, HOFER et al. 2022a) reduziert werden. Eine Reduktion der CH₄-Emissionen erfordert ein differenziertes und oft auch dauerhaftes Management von Hydrologie, Hydrochemie und Vegetation.

Die Bund-Länder-Zielvereinbarung sieht für den Moorbodenschutz den vollständigen Erhalt des Torfkörpers (Torferhalt) durch vollständige (Wieder-)Vernässung, die Teilvernässung zur Minderung der Torfzehrung sowie die Anpassung der bisherigen Bewirtschaftung und Etablierung neuartiger Landnutzungen vor.

Aufgrund des historisch bedingten, hohen Flächenanteils entwässerter, landwirtschaftlicher Nutzflächen an den Moorböden steht der Moorbodenschutz in Niedersachsen vor einer großen Herausforderung. Eine Anhebung der Wasserstände bis an die Geländeoberkante führt zu einer Abnahme der Befahrbarkeit und Trittfestigkeit (BLANKENBURG et al. 2001) sowie zur Ertrags- und Qualitätsminderung der bislang gängigen Nutzpflanzen. Aber auch bei Teilvernässung mit mittleren Wasserständen tiefer als 10 cm ist die Befahrbarkeit bereits deutlich herabgesetzt (KALINSKI et al. 2021). Eine Weidenutzung steht durch die Abnahme der Trittfestigkeit und der Veränderung der Artenzusammensetzung vor noch größeren Herausforderungen.

Neben dem ökonomischen Aspekt wird der Moorbodenschutz auch vor wasserwirtschaftliche Herausforderungen gestellt. In Niedersachsen verändert sich durch den Klimawandel die saisonale und regionale Niederschlagsverteilung durch Zunahme winterlicher und Abnahme sommerlicher Niederschläge (MU 2019). Außerdem nimmt die Wahrscheinlichkeit von Starkregenereignissen zu und durch steigende Temperaturen erhöht sich die Verdunstung. Ein Wassermanagement für moorbodenschonende Wasserstände muss daher gleichwohl einen Wasserrückhalt für Trockenperioden sicherstellen als auch aus Gründen des Hochwasserschutzes auf die Ableitung von Überschussswasser nach Starkregenereignissen eingestellt sein.

3.6 Nutzungskonflikte

Die aktuelle landwirtschaftliche Nutzung auf Moorböden basiert auf einer Entwässerung der Standorte, wodurch sich ein inhärenter Konflikt zu dem definierten Ziel der Verminderung der THG-Emissionen durch Anhebung der Wasserstände ergibt. Bei der forstwirtschaftlichen Nutzung ist dies differenzierter zu betrachten. Die Nationale

Moorschutzstrategie nennt als eines der Kernelemente die Freiwilligkeit der Umsetzung. Es bedarf daher ausreichend starker ökonomischer Anreize für eine Nutzungsumstrukturierung von entwässerungsbasierter landwirtschaftlicher Nutzung hin zu einer klimafreundlichen Bewirtschaftung sowie zur Durchführung von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung.

Lösungsansätze für eine moorbodenschonendere Landbewirtschaftung bieten zunächst die Teilvernässung mit Wassermanagement und angepasster Bewirtschaftungs- und Erntetechnik sowie die Umstellung auf leichtere Nutztierassen. Bei der moorbodenschonenden Bewirtschaftung unter Vollvernässung kommen neben einer Pflegenutzung als Naturschutzflächen auch alternative Nutzungsansätze wie landwirtschaftliche Paludikultur in Frage. Paludikultur ist die torferhaltende Bewirtschaftung einer vollvernässten Fläche (mittlerer Wasserstand 10 cm unter bis über Flur) mit angebauten angepassten Gewächsen wie z. B. Rohrkolben, Schilf und Torfmoosen (Anbau-Paludikultur) oder die Nutzung von Spontanaufwuchs, z. B. Nasswiesen-Biomasse (Aufwuchs-Paludikultur). Einer großflächigen Umsetzung auf landwirtschaftlichen Flächen steht bislang insbesondere der noch geringe Absatzmarkt für Paludikultur-Biomasse und -erzeugnisse daraus bzw. die Rentabilität für den Rohstoffproduzenten entgegen.

Neben der Paludikultur bieten sich Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) auf wiedervernässten landwirtschaftlich genutzten Moorböden an. Photovoltaik hat seit der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Januar 2023 eine enorme Dynamik entwickelt. Wesentliche Voraussetzung für klimafreundliche Photovoltaik auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden ist die Vernässung der Standorte, weil die Stromerzeugung zwar Emissionen aus fossiler Energie vermeidet, aber keine Treibhausgasenke ist und somit die Emissionen eines entwässerten Moores nicht ausgleichen kann.

Auf forstwirtschaftlich genutzten Flächen stehen solche Nutzungsformen regelmäßig der Erhaltung des Waldes und seiner vielfältigen Funktionen entgegen.

Eine Honorierung der Emissionsreduktion im Bereich des freiwilligen Klimaschutzes wäre eine weitere Möglichkeit, um wirtschaftliche Anreize zur Umsetzung des Klimaschutzes zu setzen. Perspektivisch können auch Verbesserungen der Wasserqualität oder der Biodiversität durch die Entwicklung entsprechender Instrumente honoriert und damit zusätzliche ökonomische Anreize geschaffen werden.

3.7 Aufgaben, Ziele und Grenzen der Potenzialstudie

Diese Potenzialstudie hat als Ziel, die Potenziale zum Erhalt des Kohlenstoffvorrates in Moorböden bzw. zur Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden über eine Anhebung der Wasserstände zu benennen.

Die Studie soll hierbei sowohl einen landesweiten Gesamtüberblick schaffen als auch gebietsbezogene Treibhausgas-Minderungspotenziale ermitteln. Erschwerende oder begünstigende Rahmenbedingungen sollen identifiziert, geeignete Maßnahmenpakete und übergeordnete Instrumente zum Moorschutz und zur Moorentwicklung abgeleitet, Synergien aufgezeigt und Konfliktpotenziale benannt werden.

Die Potenzialstudie stellt ein reines Fachkonzept dar. Bei den dargestellten Flächen handelt es sich somit nicht um eine raumordnerische Zielsetzung oder eine rechtliche Wirkung für Dritte. Aufgrund der unterschiedlichen Maßstabsbereiche der zugrundeliegenden Daten bietet die Potenzialstudie keine absolute Flächenschärfe und nur beschränkte Ansätze für gebietsbezogene Maßnahmen, wie etwa eine agrar- oder forststrukturelle Analyse oder die Erstellung von hydrogeologischen Machbarkeitsstudien. Die Studie stellt aber landesweite Schwerpunktgebiete heraus und empfiehlt mögliche Maßnahmen. Auf regionaler und lokaler Ebene sind für die Entwicklung von gebietsbezogenen Konzepten jedoch flächen- und projektbezogene Analysen wie etwa hydrogeologische Machbarkeitsstudien oder agrar- und forststrukturelle Analysen notwendig.

4 Vorgehensweise

4.1 Betrachtungsraum und Abgrenzung von Mooregebieten

Datengrundlage für den Betrachtungsraum ist die Karte „Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf)“ (LBEG 2023). Sie umfasst neben Moorböden auch kohlenstoffreiche Böden wie Moorgley, Organomarsch mit Niedermoorauflage, flach überlagerte Torfe, Sanddeckkulturen sowie Moor-Trepssole. Da im Rahmen des ANDI-Antragsverfahrens Korrekturen beantragt werden können, ist es wahrscheinlich, dass es noch zu lokalen Änderungen kommt. Eine spätere Berücksichtigung dieser Änderungen in einer möglichen Fortschreibung der Potenzialstudie könnte daher erforderlich werden. Die Grundaussagen der hier vorliegenden Studie werden hiervon jedoch nicht betroffen sein.

Bereiche, bei denen eine Anhebung der Wasserstände unverhältnismäßig hohe Kosten verursachen könnte oder erhebliche Auswirkungen auf Siedlungsflächen und Infrastruktur hätte, wurden von den im Rahmen der Potenzialstudie betrachteten Flächen ausgeschlossen. Hierzu wurde ein Distanzpuffer von fünf Metern um Siedlungen und Infrastruktur gelegt (Abbildung 2), wo keine Anhebung von Wasserständen stattfinden soll. Die versiegelten Flächen wurden wie bei HÖPER & GEHRT (2022) nach SBRESNY (2017) ermittelt. Wenn daraus von Siedlungen umschlossene Bereiche von weniger als 0,5 Hektar resultierten, wurden diese Flächen ebenfalls aus der Betrachtung herausgenommen. Nach diesem Arbeitsschritt wurden die Mooregebiete von Fragmenten, die bei der Verschneidung verschiedener Datensätze im GIS entstanden, bereinigt und die Mindestflächengröße von 150 Hektar erneut geprüft.

Da neben einem landesweiten Gesamtüberblick auch gebietsbezogene Aussagen zu den vorhandenen Potenzialen getroffen werden sollten, wurde eine Auswahl der landesweit wichtigsten Mooregebiete vorgenommen. Gleichzeitig wurde so die ansonsten schwer fassbare und heterogene Gesamtheit der kohlenstoffreichen Böden durch die Auswahl von Gebieten und Abgrenzung außerhalb liegender Bereiche handhabbarer gemacht.

Es erfolgte eine Gruppierung (Abbildung 2) der kohlenstoffreichen Bodenkategorien der KRBKat_GAPKondV (Entwurf) in

- (I) Hochmoore, Niedermoore und flach überlagerte Torfe,
- (II) weitere kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz wie Moorgleye, Organomarschen mit Niedermoorauflage sowie Sanddeckkulturen und
- (III) kohlenstoffreiche Böden mit geringerer Bedeutung für den Klimaschutz wie den Moor-Trepsolen.

Alle Flächen dieser kohlenstoffreichen Bodenkategorien wurden im GIS zusammengeführt. In Abhängigkeit von Flächengröße und Bodenkategorie wurden drei Gebietstypen gebildet (vgl. Tabelle 1), die sich in ihrer Betrachtungstiefe unterscheiden. Zunächst wurden großflächige Hochmoorböden, Niedermoorböden und flach überlagerte Moorböden anhand der „SCHNEEKLOTH-Moorgebiete“ zu sogenannten Moorgebieten aggregiert (Abbildung 2). Von den 1950er Jahren bis in die 1970er Jahre wurden alle Hoch- und Niedermoore in Niedersachsen mit einem Durchmesser von mindestens 200 m kartiert. Für über 1.000 Moor(teil)gebiete wurden Informationen zum damaligen Zustand wie etwa Nutzung und Bewuchs sowie zum stratigrafischen Aufbau des Moorkörpers zusammengestellt (SCHNEEKLOTH et al. 1970-1983). Die kartierten Moore wurden auf einer Karte im Maßstab 1:500.000 vereinfacht dargestellt (SCHNEEKLOTH & SCHNEIDER 1970). Diese Grenzen wurden für die Bearbeitung der Potenzialstudie auf die KRBKat_GAPKondV (Entwurf) projiziert (Abbildung 3), um so die inzwischen durch Kultivierung und Degradation in ihrer Ausdehnung verkleinerten und dadurch oft fragmentierten Moorgebietsteile aufgrund des moorgenetischen Zusammenhangs anhand der SCHNEEKLOTH-Moorgebiete zusammenzufassen. Auch wurden natürlicherweise in mehrere Teile zerteilte Moorgebiete z. B. im Bereich von fließgewässerbegleitenden Niedermoo- ren, die teils durch (Moor-)Gleye unterbrochen werden, aggregiert. Großflächig über tausende Hektar zusammenhängende bzw. ineinander übergehende Moorgebiete wurden anhand der SCHNEEKLOTH-Moorgebiete zerteilt. Nicht in SCHNEEKLOTH et al. (1970-1983) enthaltene Moorgebiete wurden anhand nahegelegener Ortslagen oder dem bekannten Namen des Moores benannt. Für die Moorgebiete wurde eine Mindestflächengröße definiert, um aus landesweiter Sicht für den Klimaschutz besonders bedeutsame Moore herauszustellen. Um zugleich eine handhabbare Anzahl von insgesamt 200 – 300 Moorgebieten zu erhalten, wurde im nächsten Schritt für die zusammengestellten Moorgebiete eine Mindestflächengröße von 150 Hektar iterativ ermittelt. Es musste sich hierbei nicht um eine zusammenhängende Fläche handeln: Die Mindestgröße konnte auch über mehrere, moorgenetisch zusammenhängende Flächen erreicht werden. Um kleinere, landesweit naturschutzfachlich besonders bedeutsame Moorflächen sowie Moorflächen mit einem hohen Flächenanteil im Eigentum der öffentlichen Hand und damit potenziell hohem Umsetzungspotenzial mit dieser Größengrenze nicht zu übergehen, wurden Ausnahme von der Mindestgröße zugelassen: Landesweit naturschutzfachlich besonders bedeutsame Gebiete mit mindestens einer Teilfläche von 50 Hektar sowie Moorgebiete von mindestens 100 Hektar mit über 60 % Flächenanteil im Eigentum der öffentlichen Hand.

Weitere Gebietstypen außerhalb dieser Moorgebiete waren kleinflächigere Moorflächen, weitere kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz sowie

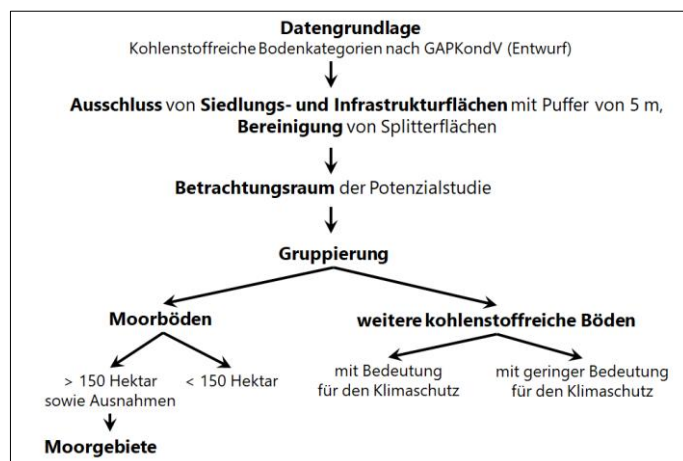


Abbildung 2: Schaubild zur Bildung der Moorgebiete. Einen Überblick über die im Rahmen der Potenzialstudie verwendeten Dis- tanzpuffer gibt Anhang 2.

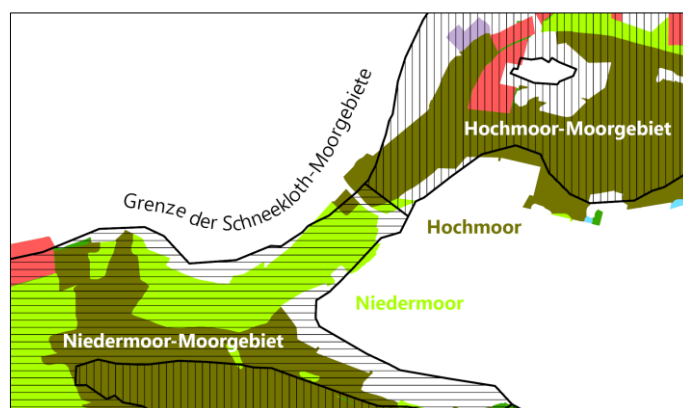


Abbildung 3: Beispiel der Abgrenzungsschärfe der Mooringinventur (SCHNEEKLOTH et al. 1971-1983) im Vergleich zur KRBKat_GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023): Eine unmittelbare Übernahme der digitalisier- ten Mooringinventur-Grenzen (NIBIS® Kartenserver 2022a) war auf- grund deren räumlicher Unschärfe nicht sinnvoll.

kohlenstoffreiche Böden und mit geringerer Bedeutung für den Klimaschutz. Für die Flächen der Moorgebiete erfolgt eine vertiefte Betrachtung innerhalb von Datenblättern. Da- mit wurde auf die aus landesweiter Sicht wichtigsten Ge- biete fokussiert, ohne die sonstigen Bereiche auszublenden. Die Flächenkulisse, die hier erstellt wurde, ist nicht Grund- lage für bestimmte Förderrichtlinien.

4.2 Bewertungsprozess

Der Bewertungsprozess erfolgte in mehreren Schritten und Teilschritten (Abbildung 4). Zunächst wurde in einem ersten Schritt das THG-Minderungspotenzial über die Bewertung der THG-Emissionen und der Kohlenstoffspeicher ermittelt. Der zweite Schritt umfasste die Bestimmung des Maßnah- menpotenzials über die Bewertung der Rahmenbedingun- gen durch die Bewertung der Standorteigenschaften, der Bewertung der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte sowie die nutzungsformbedingte Bewertung. Anschließend wurde über das THG-Minderungspotenzial und die Bewer- tung des Maßnahmenpotenzials eine Priorisierung der Moorgebiete vorgenommen.

Als Bezugsfläche für die weitere Klassifizierung und Bewer- tung wurden quadratische Rasterzellen von 150 m Kanten- länge gewählt. Durch die Darstellung als Rasterzellen wer- den die in unterschiedlichen Geodaten-Formaten und in un- terschiedlicher räumlicher Auflösung vorliegenden Grundla- gen- und Fachdaten vereinheitlicht präsentiert. Zudem wird

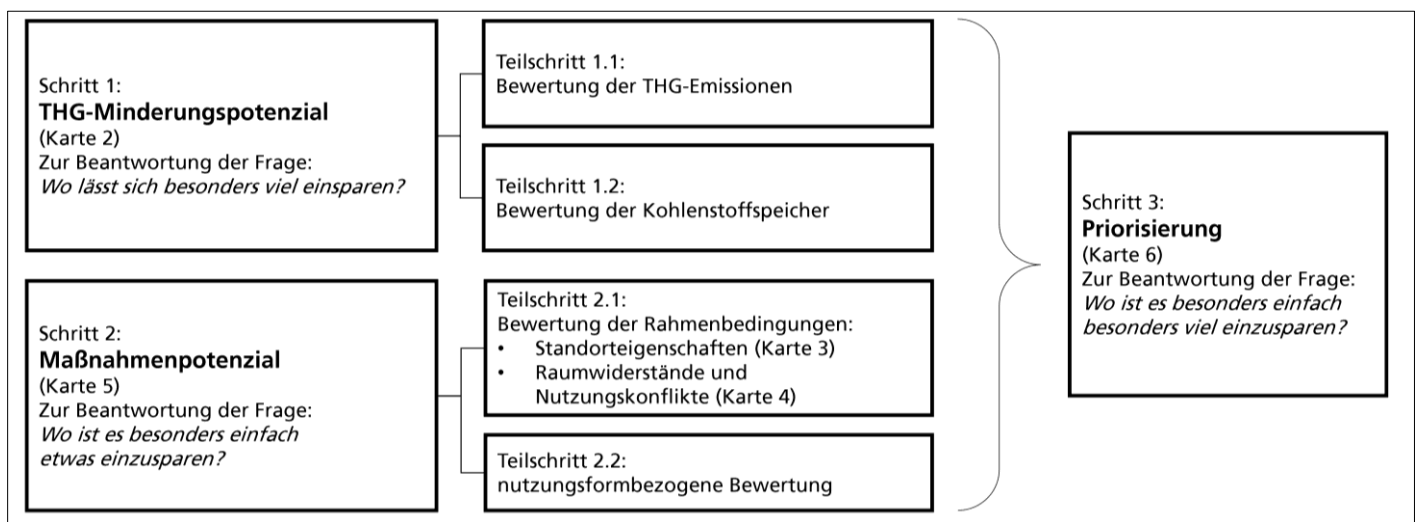


Abbildung 4: Schema zum Ablauf des Bewertungsprozesses.

Tabelle 1: Unterschiedliche Betrachtungstiefen in Abhängigkeit von Flächengröße und Bodenkategorie.

Kategorie	Unterkategorie	Bodenkategorie	Größe	Lage	Betrachtungstiefe
1 großflächige Mooregebiete	a Mooregebiete mit Kerngebiet(en) aus Hoch- oder Niedermoor	Hoch- und Niedermoor Kohlenstoffreiche Böden, die in einem engen räumlichen und moorgenetischen Zusammenhang stehen, werden in das Mooregebiet einbezogen.	≥ 150 Hektar	zusammenhängende Moorflächen <u>oder</u> aggregierte, in engem räumlichem und moorgenetischem Zusammenhang stehende Moorflächen	Je Mooregebiet wird ein eigenes Datenblatt erstellt. Detaillierte Betrachtung von Einspar- und Maßnahmenpotenzialen mit Fokus auf die Kerngebiete (Hochmoore, Niedermoor, flach überlagerte Torfe)
	b Mooregebiete mit Kerngebiet(en) aus flach überlagerten Torfen	flach überlagerte Torfe	≥ 150 Hektar	außerhalb der Kategorie 1a	
2 kleinflächigere Moorflächen sowie weitere kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz	a kleinflächigere Hoch- und Niedermoor	Hoch- und Niedermoor	< 150 Hektar	außerhalb der Kategorie 1	Je Kategorie wird ein zusammenfassendes Datenblatt erstellt. Nachrangige, allgemeinere Betrachtung von Einspar- und Maßnahmenpotenzialen.
	b kleinflächigere, natürlicherweise oder durch Kultivierung entstandene, flach überlagerte Torfe	flach überlagerte Torfe, Sanddeckkultur	< 150 Hektar	außerhalb der Kategorie 1	
	c weitere kohlenstoffreiche Böden außerhalb der Mooregebiete	Moorgleye, Organomarschen mit Niedermoorauflage	nicht relevant	außerhalb der Kategorie 1	
3 Kohlenstoffreiche Böden außerhalb oben genannten Mooregebiete mit geringerer Bedeutung für den Klimaschutz		Moor-Treposele	nicht relevant	außerhalb der Kategorie 1	Nachrangige, allgemeinere Betrachtung von Einspar- und Maßnahmenpotenzialen.

die durch die Verschneidung im Geoinformationssystem resultierende Pseudogenauigkeit umgangen und nicht flächenscharf abzubildende Inhalte generalisiert dargestellt. Für jede Rasterzelle wurde berechnet, wie hoch der Anteil der überlagernden Vektor- bzw. feinmaschigeren Rasterdaten ist. Der jeweils höchste Anteil bestimmte, wie die Rasterzelle generalisiert wurde.

4.3 Treibhausgas-Minderungspotenzial

Das Treibhausgas-Minderungspotenzial von kohlenstoffreichen Böden setzt sich aus zwei Komponenten zusammen. Dies sind die derzeitigen THG-Emissionen auf kohlenstoffreichen Böden und der innerhalb eines betrachteten Zeitraums

bis 2040 potenziell freisetzbare Kohlenstoff aus den kohlenstoffreichen Böden.

4.3.1 Treibhausgasemissionen

Die Bestimmung von THG-Emissionen über Messungen im Feld ist zeit- und kostenintensiv (TIEMEYER et al. 2017) und damit auf Landesebene nicht praktisch durchführbar. Eine Annäherung an die tatsächlichen Emissionen mittels Emissionsfaktoren muss daher über Indikatoren („proxies“) geschehen. Ein Beispiel für solche Indikatoren sind die Biotoptypen (vgl. DRACHENFELS 2021), die mit mittleren jährlichen Wasserständen sowie bei genutzten Mooren mit der Nutzungsintensität korreliert sind (GOEBEL 1996, RASPER 2004,

BECHTOLD et al. 2014). Weil die THG-Emissionen organischer Böden stark vom mittleren jährlichen Wasserstand abhängen (TIEMEYER et al. 2020), können den Biotoptypen über deren typische mittlere Wasserstände konkrete Emissionsfaktoren, d. h. Treibhausgasflüsse pro Hektar pro Jahr, zugewiesen werden (HÖPER 2022).

Die derzeitigen THG-Emissionen wurden für das niedersächsische Moorinformationssystem (MoorIS) aus Daten der landesweiten Biotopkartierung und ergänzend mit Landnutzungsdaten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS®) ermittelt (HÖPER 2024a, NIBIS® Kartenserver 2022b). Für die Bereiche, die innerhalb der neuen, aber außerhalb der bisherigen Kulisse der kohlenstoffreichen Böden lagen, wurden die THG-Emissionen gemäß HÖPER (2022, 2024a) berechnet (Tabelle 3).

Die THG-Emissionen wurden in drei Klassen eingeteilt und mit 1-3 Punkten bewertet (s. Tabelle 2), wobei das Minderungspotenzial dort am höchsten ist, wo die THG-Emissionen am höchsten sind. Teilversiegelte und versiegelte Biotoptypen, Biotoptypen außerhalb von Moorböden (z. B. trockene Sandheide) sowie vegetationsarme Gewässerbiototypen außerhalb von Moorböden (z. B. naturferne Stillgewässer) wurden in die Klasse mit den geringsten THG-Emissionen eingeteilt.

Je Rasterzelle wurde ermittelt, welche Klasse den höchsten Flächenanteil aufwies. Diese Klasse bestimmte die Eingruppierung der gesamten Rasterzelle.

Tabelle 2: Spannen der THG-Emissionen und deren Bewertung hinsichtlich des THG-Minderungspotenzials.

THG-Emissionen in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	Punkte	Potenzial
< 10	1	gering
10-30	2	mittel
> 30	3	hoch

Für die Mooregebiete wurde in den Datenblättern die Summe der THG-Emissionen aus allen Rasterzellen des jeweiligen Mooregebietes gebildet und der mittlere Emissionsfaktor errechnet.

4.3.2 Kohlenstoffspeicher

Neben den aktuellen THG-Emissionen müssen bei der Bestimmung des Treibhausgas-Minderungspotenzials auch potenzielle Emissionen aus dem noch vorhandenen Kohlenstoffspeicher berücksichtigt werden. Torfart, Zersetzungsgrad und Lagerungsdichte bestimmen den Kohlenstoffgehalt organischer Böden (SCHÄFER 2002). Diese Parameter wurden zwar punktuell im Rahmen von bodenkundlichen Bohrungen der Landesaufnahme oder in Projektkartierungen erhoben (LBEG 2023), liegen landesweit jedoch nicht flächendeckend vor. Daher wurde eine Abschätzung des Kohlenstoffspeichers über die Torfmächtigkeit vorgenommen: Je höher die Torfmächtigkeit ist, desto größer ist der Kohlenstoffspeicher. Die Torfmächtigkeit wurde der Karte „Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1: 50.000 - Torfmächtigkeit (BHK50TM)“ entnommen und umfasst das Torfprofil bis zu einer Tiefe von zwei Metern.

Tabelle 3: Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von Nutzung, Lage in Naturschutzgebieten und Bodenkategorien (gemäß HÖPER 2024a).

Nutzung (ATKIS®)	Boden- kategorie	Lage in Natur- schutzgebieten	Referenz- Biotyp	Emissionsfaktor in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹		
				HH, HN, GH	G/H, SDK	SMK
Acker	nicht relevant	nicht relevant	AM	40	40	6
Grünland	nicht relevant	außerhalb	GI	39	39	6
		innerhalb	GE	25	13	6
Brache	Hochmoor	außerhalb	MD	25	13	4
		innerhalb	MD	25	13	4
	Niedermoor	außerhalb	GE, GF	25	13	4
		innerhalb	GE, GF	25	13	4
Heide	nicht relevant	außerhalb	MPT	22	11	4
		innerhalb	MGF	15	8	4
Moor	Hochmoor	außerhalb	MD	25	13	4
		innerhalb	MWD	9	5	4
	Niedermoor	außerhalb	GF	25	13	4
		innerhalb	GN	19	10	4
Gehölz	nicht relevant	außerhalb	WQ	25	13	4
		innerhalb	BF	21	11	4
Laubwald, Misch- wald	nicht relevant	außerhalb	WQ	25	13	4
		innerhalb	WE	23	12	4
Nadelwald	nicht relevant	außerhalb	WV	23	12	4
		innerhalb	WB	16	8	4
Torfabbau	nicht relevant	nicht relevant	DT	5	2	4

Erläuterungen: Definitionen zur Nutzung siehe Anhang 1. HH = Hochmoor, HN = Niedermoor, GH = Moorgley, G/H = flach überlagerter Torf, SDK = Sanddeckkultur, SMK = Sandmischkultur. Für die Lage innerhalb eines Naturschutzgebietes (NSG) wird von HÖPER (2024a) eine extensivere Nutzung bzw. eine nassere Ausprägung von Biotoptypen im Vergleich zu außerhalb eines NSG angenommen. Biotoptypen gemäß DRACHENFELS (2021): WB = Birken- und Kiefern-Bruchwald, WE = Erlen- und Eschenwald der Auen und Quellbereiche, WV = Birken- und Kiefernwald entwässerter Moore, WQ = Bodensaurer Eichenmischwald, BF = sonstiges Feuchtgebüsch, MWD = Wollgras-Degenerationsstadium entwässerter Moore, DT = Abtorfungsbereich/offene Torffläche, MGF = Feuchteres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium, MPT = Trockeneres Pfeifengras-Moorstadium, GI = artenarmes Intensivgrünland, GE = artenarmes Extensivgrünland, GF = sonstiges artenreiches Feucht- und Nassgrünland, GN = seggen-, binsen- oder hochstaudenreiche Nasswiese, AM = Mooracker.

In Abtorfungsflächen ist die Torfmächtigkeit im Vergleich zur BHK50 durch die Abbautätigkeit reduziert. Für die industriell abgetorften Flächen liegt ein landesweiter Datensatz zu ihrer Verbreitung im Jahr 2015 vor (FRANK et al. 2021), in welchem die Abtorfungsflächen auch hinsichtlich ihrer genehmigungsbehördlich festgelegten Folgenutzung klassifiziert wurden. Jüngere Torfabbauflächen wurden über das aktuelle Basis-DLM (LGLN 2023, Stand 11.12.2023) ergänzt. Bei erweiterten Abbauflächen wurde die Folgenutzung an die Folgenutzung der ursprünglichen Abbaufläche angepasst. Die Folgenutzung aller übrigen Flächen wurde als nicht bekannt unter „Sonstiges“ eingestuft. Für die verbliebenen Resttorfmächtigkeiten wurden je nach Folgenutzung unterschiedliche Werte angenommen (Tabelle 4). Da für teilabgetorfte oder nicht abgetorfte Restblöcke innerhalb der durch FRANK et al. (2021) identifizierten Abtorfungsflächen die angenommene Resttorfmächtigkeit von 6 dm nicht repräsentativ ist, wurde diesen eine Resttorfmächtigkeit von >20 dm zugewiesen. Hierzu erfolgte ab einer Fläche von 50 Hektar im GIS eine Abgrenzung von landesweit bedeutsamen Restblöcken mittels Sichtkontrolle über Luftbilder und digitales Geländemodell.

Die Moormächtigkeit wurde in der BK50 innerhalb des niedersächsischen Tiefenstufenschemas in vier Tiefenstufen unterteilt (GEHRT et al. 2021). Mächtige Torfe würden über die Zeit, wenn die Moorwasserstände tief blieben oder mit absänken, kumulativ mehr emittieren als flachgründige Torfe. Für den klimapolitisch relevanten Betrachtungszeitraum von rund 20 Jahren ist der Torfhorizont entscheidend, der in diesem Zeitraum oxidieren kann. Ausgehend von einem Höhenverlust von bis zu 2 cm pro Jahr (HÖPER 2015), der sich aus Sackung, Schrumpfung und Schwund zusammensetzt, wäre das eine Mächtigkeit von bis zu 40 cm.

Tabelle 4: Folgenutzung nach FRANK et al. (2021) und die angenommene Resttorfmächtigkeit.

Folgenutzung	Resttorfmächtigkeit	Begründung
Landwirtschaft	0 dm	überwiegend Tiefumbruch der Resttorfe
Ackerland		
Grünland	6 dm	entspricht dem vom LBEG angenommenen Mittelwert in der BK50 für Moore mit einer Mächtigkeit von 3-8 dm.
Sonstiges		
Forstwirtschaft		
Naturschutz		
Naturschutz	> 20 dm	Restblock

Die Folgenutzung „Ackerland“ bezieht sich ausschließlich auf Flächen, die als Acker nutzbar sind. Die Kategorie „Landwirtschaft“ schließt hingegen sowohl Acker- als auch Grünland ein. Im Gegensatz dazu umfasst die Folgenutzung „Grünland“ ausschließlich Flächen, die lediglich als Grünland genutzt werden können. Gängige Praxis der Genehmigungen für die Folgenutzung Grünland ist eine extensive Grünlandnutzung bzw. -pflege als Kompensation auf gewachsenen Resttorfen, die als stoherfähige Böden Lebensraum für Offenlandarten und Wiesenvögel bieten.

Der durchschnittliche Wasserstand für die Grünlandnutzung, als Nutzungsform mit dem größten Flächenanteil, liegt bei 44 cm unter Flur (BECHTOLD et al. 2014). Ab einer Torfmächtigkeit von über 84 cm bliebe unter der Annahme des maximalen Höhenverlusts von 2 cm pro Jahr der durchlüftete, emittierende und daher klimarelevante Bereich des Torfkörpers unabhängig von der weiteren Profilmächtigkeit bei 44 cm (vgl. Abbildung 5). Der Grenzwert von 80 cm ergibt sich zudem auch aus der Klassifizierung der Mächtigkeiten des verwendeten Datensatzes.

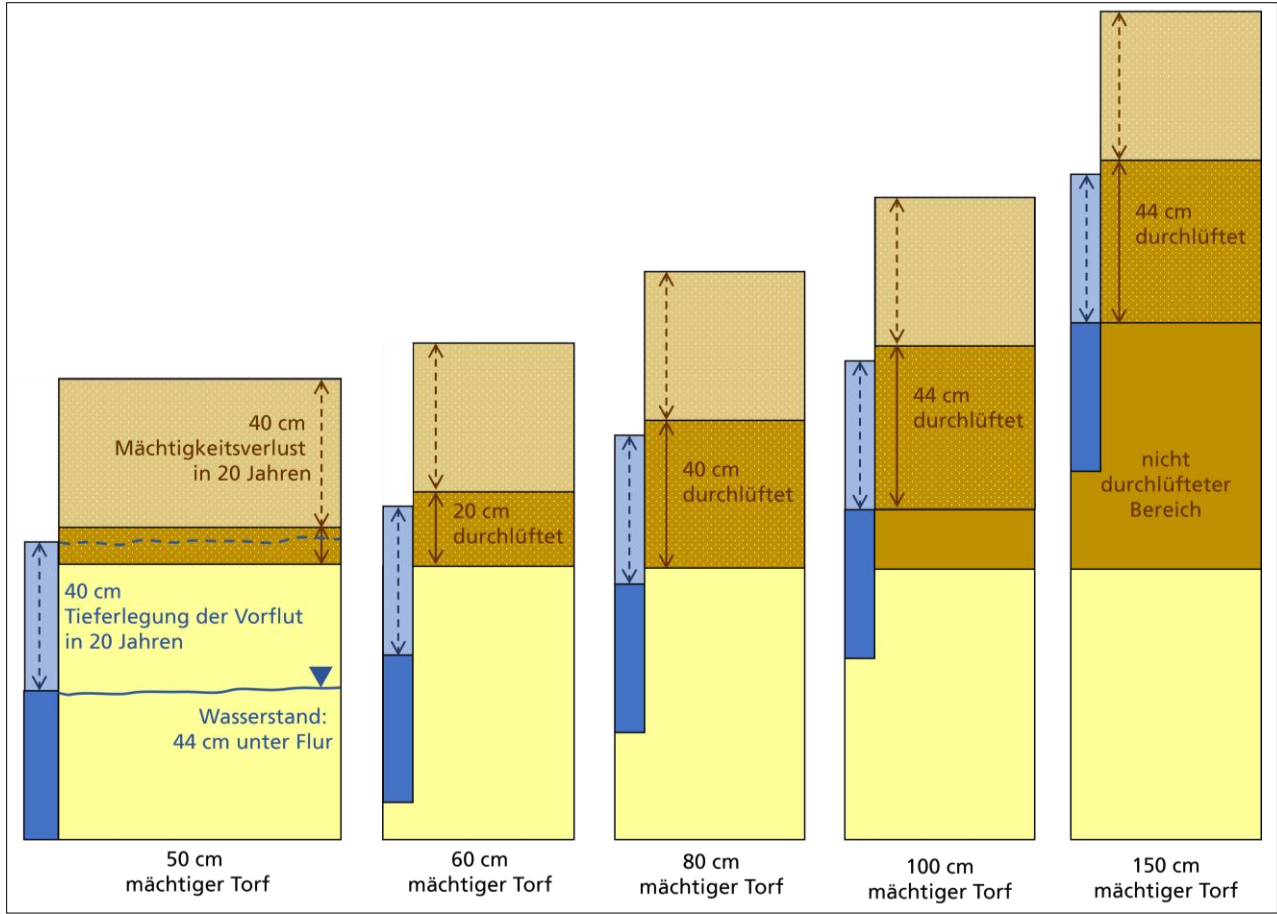


Abbildung 5: Schematische Erläuterung der Klimarelevanz der Torfmächtigkeit. Angenommen wurde ein Mächtigkeitsverlust von 40 cm innerhalb von 20 Jahren (d. h. bis ~ 2040) durch Sackung, Schrumpfung und Schwund sowie parallel dazu fortlaufende Tieferlegung der Vorflut. Gelb = mineralischer Untergrund, braun = Torf, blau = Wasserstand im Vorfluter.

Tabelle 5: Kombinationsmöglichkeiten beider Parameter des Treibhausgas-Minderungspotenzials. Die Umklassifizierung in eine fünfstufige Skala erfolgt im Vorgriff für den Schritt der Priorisierung. Die Farbgebung findet sich in den Datenblättern sowie in Karte 2 wieder.

THG-Emissionen			Kohlenstoffspeicher			THG-Minderungspotenzial		
THG-Emissionen in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	Punkte	Potenzial	Torfmächtigkeit in cm	Punkte	Potenzial	Punktsumme	Umklassi- fizierung	Potenzial
> 30	3	hoch	> 80	3	hoch	6	5	hoch
10-30	2	mittel	> 80	3	hoch	5	4	mittel
> 30	3	hoch	< 80	1	gering	4	3	
< 10	1	gering	> 80	3	hoch	4	3	
10-30	2	mittel	< 80	1	gering	3	2	
< 10	1	gering	< 80	1	gering	2	1	gering

Tabelle 6: Tiefenstufen der Moormächtigkeit in der BHK50TM und deren Bewertung hinsichtlich des THG-Minderungspotenzials.

Moormächtigkeit	Punkte	Potenzial
ohne Daten, < 3 dm, 3–8 dm	1	gering
8–13 dm, 13–20 dm, > 20 dm	3	hoch

Für die Bewertung des Kohlenstoffspeichers wurden daher nur zwei Klassen aus diesen Tiefenstufen gebildet (s. Tabelle 6), es erfolgte eine Bewertung mit 1 bzw. 3 Punkten. Zu Bereichen der KRBKat_GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023) außerhalb der Karte „Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1: 50.000 - Torfmächtigkeit (BHK50TM)“ (LBEG 2022c) liegen seitens des LBEG (noch) keine Mächtigkeitsangaben vor. Diese Bereiche wurden mit einem Punkt bewertet, da diese Flächen mindestens ein geringes Potenzial innehaben. Wie auch bei den THG-Emissionen wurde auch hier je Rasterzelle bestimmt, welche Klasse den höchsten Flächenanteil aufweist. Diese bestimmte die Eingruppierung der gesamten Rasterzelle.

4.3.3 Bestimmung des THG-Minderungspotenzials

Die für die THG-Emissionen und den Kohlenstoffspeicher je Rasterzelle erfolgte Bewertung wurde für die gesamtheitliche Bewertung des Treibhausgas-Minderungspotenzials aufsummiert (Tabelle 5).

4.4 Maßnahmenpotenzial

4.4.1 Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Potenzialstudie wurden begünstigende oder erschwerende Rahmenbedingungen für Maßnahmen zur Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie zum Erhalt der Kohlenstoffspeicher über eine Anhebung der Wasserstände identifiziert.

Zunächst wurde der Bedarf für eine Wasserstandsanhhebung geprüft (Kap. 4.4.1.1), anschließend erfolgte die Bewertung der Rahmenbedingungen. Hierfür wurden die Kriterien in

- (I) wesentliche physische Standorteigenschaften (Kap. 4.4.1.2)
- (II) wesentliche Raumwiderstände und Nutzungskonflikte (Kap. 4.4.1.3) sowie

- (III) weitere begünstigende oder erschwerende Faktoren (Kap. 4.6.1) aufgegliedert.

Die Vorgehensweise wurde in dem begleitenden Stakeholder-Dialog mit den Teilnehmenden diskutiert, die Ergebnisse dieser Diskussion sowie abschließende Stellungnahmen flossen mit in die Studie ein.

Für die Rahmenbedingungen unter (I) und (II) erfolgte jeweils je Rasterzelle eine Bewertung (s. Tabelle 7) für die Gesamtheit der in der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden. Die Bewertung verdeutlicht, ob Maßnahmen zur Minderung der Emissionen schnell realisierbar (grün), schwerer realisierbar (gelb) oder sehr kompliziert zu realisieren sind (rot bzw. dunkelrot).

Die weiteren begünstigenden oder erschwerenden Faktoren unterscheiden sich in ihrem Einfluss in Abhängigkeit von Bodenkategorien und Maßnahmenpaketen. Sie sind abschließend für die Mooregebiete in den Datenblättern aufgeführt und haben dort einen informativen Charakter.

4.4.1.1 Bedarf für eine Anhebung der Wasserstände

In einem ersten Schritt erfolgte die Prüfung, ob überhaupt ein Bedarf für eine Wasserstandsanhhebung besteht. Bei Flächen mit an oder über Flur liegenden Wasserständen besteht in der Regel kein Handlungsbedarf, da kein weiteres Potenzial hinsichtlich einer Minderung von THG-Emissionen und Sicherung des Kohlenstoffspeichers besteht. Gleichwohl besteht hier der Bedarf zum Erhalt der hohen Wasserstände.

In BECHTOLD et al. (2014) wurde erstmals mit einem Modell deutschlandweit der standorttypische Moorwasserstand organischer Böden berechnet. Das Thünen-Institut aktualisiert diese Daten jährlich im Rahmen der Klimaberichterstattung im Nationalen Inventarbericht (NIR). Bereiche mit mittleren Wasserständen gemäß NIR (UBA 2023) von höher als 10 cm unter Flur wurden der Kategorie „blau“ zugewiesen. Hier besteht ein Erhaltungsbedarf bzw. ein Erhaltungspotenzial.

In Ergänzung zu der Auswertung der modellierten Wasserstände wurden Biotoptypen aus der landesweiten Biotopkartierung (NLWKN 2022) zur Bewertung des Bedarfs zur Wasserstandsanhhebung herangezogen. Berücksichtigt wurden nur Flächen, die ab dem Jahr 2013 erhoben wurden.

Folgende Biotoptypen (DRACHENFELS 2021) wurden für eine „blau“-Einstufung einbezogen:

- (I) Moortypische FFH-Lebensraumtypen (3160, 7110*, 7120, 7140, 7150, 91D0*) mit Erhaltungsgrad A oder (mit Ausnahme des LRT 7120) B der aufgeführten FFH-Lebensraumtypen. Ergänzend wurde der niedermoor-

typische FFH-Lebensraumtyp 91E0* mit Erhaltungsgrad A einbezogen.

(II) Die in NIEMEYER et al. (2022) als naturnah eingestuften Biototypen der Hochmoore ohne FFH-LRT Zuweisung, sofern sie keine auf Entwässerung hindeutende Zusatzmerkmale (z. B. Verbuschung) und Nebencodes aufwiesen.

(III) Sauergras-, Binsen- und Staudenrieder oder Landröhrichte mit dem Zusatzmerkmal „s“ (Schwingrasen/Verlandungsmoor eines Stillgewässers).

(IV) Naturnahe nährstoffarme Stillgewässer mit Verlandungsvegetation als Nebencode / weiterer Hauptcode.

(V) Überstauter Erlen-Bruchwald nährstoffreicher Standorte, Erlen-Quellbruchwald nährstoffreicher Standorte, Erlen- und Eschen-Quellwald ohne FFH-LRT-Zuweisung, jeweils ohne auf Entwässerung hindeutende Zusatzmerkmale.

(VI) Birken- und Kiefern-Bruchwald ohne FFH-LRT-Zuweisung mit dem Zusatzmerkmal „feuchte Ausprägung“.

Tabelle 7: Schrittabfolge und Bewertungsmatrix der Rahmenbedingungen. Die aufgeführten FFH-Lebensraumtypen und Biototypen-Kürzel sind in Anhang 5 und Anhang 6 definiert.

1. Schritt: Bedarf für eine Anhebung der Wasserstände		ewertungskategorie	
Kriterium	mittlerer Wasserstand tiefer als 10 cm unter Flur oder keine Daten vorhanden	blau	
Moorwasserstände		mittlerer Wasserstand höher als 10 cm unter Flur sowie solche Wasserstände indizierende Biototypen	
weitere Vorgehensweise	Betrachtung in Schritt 2	keine Betrachtung in Schritt 2	
2. Schritt: Physische Standorteigenschaften		Bewertungskategorie	
Kriterien	grün	gelb	dunkelrot
Torfmächtigkeit	Torfauflage > 40 cm sowie Torfauflage ≤ 40 cm oder anthropogen gestörtes oder anthropogen überdecktes Torfprofil jedoch eingebettet in Moorflächen liegend	Torfauflage ≤ 40 cm oder anthropogen gestörtes oder anthropogen überdecktes Torfprofil mit räumlichem Zusammenhang zu Moorflächen	Torfauflage ≤ 40 cm oder anthropogen gestörtes oder anthropogen überdecktes Torfprofil ohne räumlichen Zusammenhang zu Moorflächen
klimatische Wasserbilanz	Hochmoore: mind. geringer Überschuss (≥ 50 mm a ⁻¹) Niedermoore: mind. ausgeglichen (≥ -25 mm a ⁻¹)	Hochmoore: max. sehr geringer Überschuss (< 50 mm a ⁻¹) Niedermoore: max. sehr geringes Defizit (< -25 mm a ⁻¹)	
regionale Höhenlage	≤ 0,00 m NHN oder unter Vorfluter-Niveau	> 0,00 m NHN oder über Vorfluter-Niveau	
regionale Reliefhöhe	innerhalb von Senken (Relieffklassifikationsindex TCl _{low} < 0,5)	außerhalb von Senken (Relieffklassifikationsindex TCl _{low} ≥ 0,5)	
lokale Höhenunterschiede	gering: Anteil von konvexen Geomorphon-Landformentypen: < 25 % und > 75 %	größer: Anteil von konvexen Geomorphon-Landformentypen: 25 – 75 %	
3. Schritt: Raumwiderstände und Nutzungskonflikte		Bewertungskategorie	
Kriterien	grün	gelb	rot
Flächengröße	nicht sehr kleinflächig ≥ 1 Hektar		sehr kleinflächig < 1 Hektar
Abstand zum Außenrand	günstig ≥ 500 m zum Außenrand	mäßig günstig ≥ 100 und < 500 m zum Außenrand	ungünstig < 100 m zum Außenrand
Flächenverfügbarkeit	Flächen großflächig zusammenhängende (≥ 20 Hektar) der öffentlichen Hand	kleinflächig zusammenhängende (5-20 Hektar) der öffentlichen Hand oder Flächen von Naturschutzstiftungen, Naturschutzverbänden und Kirchen	nicht zusammenhängende Flächen (< 5 Hektar) der öffentlichen Hand sowie alle weiteren Flächen
entwässerungsbasierte Schutzobjekte	nicht vorhanden oder unbekannt außerhalb der rechts genannten Bereiche	vorhanden, ambivalent Wiesenvogelschutzprogramm sowie FFH-LRT 6230, 6410, 6430 und 6440	vorhanden mooruntypische FFH-LRT: 4030, 6510, 9160, 9190, mooruntypische Biototypen: GMS, GMA, HCT, RSZ, RNT
Nutzungsintensität	ungenutzt, extensiv genutzt Heide, Moor, Brache Vegetationsmerkmal = nass Biototypen: WB, WA, WE, WN, WV, BA, BF, BN, BR, UF, UH, UN, N und M		intensiv genutzt alle weiteren Flächen
Abstand zu Siedlungen	großer Abstand ≥ 125 m (Hochmoor) ≥ 150 m (alle anderen Bodenkategorien)	mittlerer Abstand zw. 25 bis < 125 m (Hochmoor) 25-150 m (alle anderen Bodenkategorien)	geringer Abstand < 25 m

Die Flächen der Kategorie „blau“ wurden in den nächsten Schritten nicht weiter bewertet, sondern als in diesem Zustand zu erhaltende Flächen mitgeführt.

4.4.1.2 Physische Standorteigenschaften

In diesem Unterpunkt wurde die naturräumliche Ausstattung der im Rahmen der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden bewertet, mit dem Ziel, Bereiche zu identifizieren, in denen sich aufgrund der naturräumlichen Ausstattung Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen einfach umsetzen lassen. Zugleich werden solche Bereiche ausgeschlossen, in denen dieses Ziel nur mit einem unverhältnismäßig hohen finanziellen Aufwand erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wurden Reliefparameter sowie klimatische Einflussgrößen analysiert (Anhang 3).

Die Bewertung bzw. die Eingruppierung dieser Kriterien in eine der drei Bewertungskategorien erfolgte für jede Rasterzelle. Bei der Zuordnung in die Kategorie „dunkelrot“ wurde die Rasterzelle unabhängig von der Ausprägung der anderen Kriterien im Gesamten als geringes Potenzial bewertet und aus den nachfolgenden Bewertungsschritten herausgenommen. Maßnahmen zur Anhebung der Wasserstände haben in diesen Bereichen die geringste Priorität. Für alle anderen, verbliebenen Rasterzellen entschied die Anzahl an „grün“-Einstufungen über die Gesamtbewertung der Standorteigenschaften (Tabelle 8). Für die Bewertung des Maßnahmenpotenzials (s. Kap. 4.4.3) wurden die Bewertung der wesentlichen physischen Standorteigenschaften in eine fünfstufige Skala überführt (Tabelle 8). Die Wasserrückhaltefähigkeit in Mooren steigt mit zunehmender **Torfmächtigkeit** (HOFER et al. 2022b), da eine mächtigere Torfauflage besser vor bis zur Moorbasis reichenden Trockenrisen schützt, die eine weitere Degradation des Torfes fördern würden. Die hier zugrunde gelegten Angaben zur Torfmächtigkeit entstammen der BHK50TM (vgl. Kap. 4.3.2). Diese wurde durch das LBEG bereits hinsichtlich der Flächenabgrenzung überarbeitet (LBEG 2023), eine Aktualisierung der Torfmächtigkeit lag zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Potenzialstudie jedoch noch nicht vor. In Ergänzung zu der Torfmächtigkeit wurden Böden mit großflächig gestörten Torfprofilen in die Bewertung eingebunden. Bei der Anlage von Moor-Trepsolen werden stauende Schichten im Torfprofil und im anstehenden mineralischen Untergrund aufgebrochen. Somit wird bei großflächig durchgeführten Meliorationen der Landschaftswasserhaushalt durch erhöhte Versickerungsraten verändert. Isoliert von Moorflächen gelegene Flächen mit sehr geringer Torfauflage (Bodenkategorie „Moorgley“ sowie Bodenkategorien „Hochmoor“, „Niedermoor, Moor (undifferenziert)“, „flach überlagerter Torf“, „Organomarsch mit Niedermoorauflage“ mit je 30-40 cm Mächtigkeit) und Flächen mit einem

anthropogen gestörten oder anthropogen überdeckten Torfprofil (Bodenkategorie „Sanddeckkultur“, „Moor-Trepsol“) wurden in die Bewertungskategorie „dunkelrot“ eingeordnet und als Flächen von nachrangiger Priorität von den weiteren Bewertungsschritten ausgeschlossen. Im räumlichen Kontakt zu Moorflächen stehende Flächen mit sehr geringer Torfauflage oder mit einem anthropogengestörten oder anthropogen überdeckten Torfprofil wurden als „gelb“ gewertet. In Moorflächen eingebettete Flächen mit sehr geringer Torfauflage oder eingebettete Flächen mit einem anthropogen gestörten oder anthropogen überdeckten Torfprofil sowie Flächen mit einer Torfauflage von über 40 cm wurden in die Kategorie „grün“ eingeordnet.

Die Differenz zwischen dem Niederschlag und der potenziellen Verdunstung – die **klimatische Wasserbilanz** – (Abbildung 6) liefert eine erste Einschätzung über die regionale Wasserverfügbarkeit. Ausgewertet wurde die durchschnittliche jährliche klimatische Wasserbilanz, da hier im Vergleich zur klimatischen Wasserbilanz im Sommerhalbjahr eine negative Wasserbilanz ausschließlich von außerhalb, über Zuflüsse ausgeglichen werden kann. Eine negative Wasserbilanz im Sommerhalbjahr kann in lebenden Mooren durch das Akrotelm und andernfalls über ein angepasstes Wassermanagement abgepuffert werden. Berücksichtigt wurden die Entwicklungen der klimatischen Wasserbilanz 2031-2060 unter den Klimaszenarien des Weltklimarats (IPCC). Dies umfasst zum einen das „Kein-Klimaschutz“-Szenario (RCP8.5), welches einen fortlaufenden Anstieg der weltweiten THG-Emissionen beschreibt und das „Klimaschutz-Szenario“ (RCP2.6), das klare Bemühungen im Bereich des Klimaschutzes voraussetzt. Ein Vergleich der beiden Szenarien zeigt innerhalb der vom NIKO (2024) definierten Defizit- bzw. Überschuss-Wertspannen (Abbildung 6) nur geringe Abweichungen. Bei den tatsächlichen Werten zeigen sich hingegen regionale Unterschiede (Abbildung 7): In Küstennähe, sind die Niederschlagssummen im RCP8.5-Szenario um bis zu 25 mm höher als die des RCP2.6-Szenarios. Im Südosten des Landes sind die Niederschlagssummen bis zu 13 mm niedriger. Um das Worst-Case-Szenario abzubilden, wurde jeweils der niedrigste Wert der beiden Szenarien berücksichtigt.

Grundwassergespeiste Niedermoores und niederschlagsgespeiste Hochmoore wurden mit unterschiedlichen Grenzwerten für eine Einstufung in die Kategorie „grün“ bewertet. Für die Niedermoorstandorte wird angenommen, dass ein mehr oder weniger ausgeglichener Jahreswasserhaushalt (+/- 25mm) einen stabilen Grundwasserstand zulässt. Eine negative Wasserhaushaltsbilanz würde auf Dauer mit einer Absenkung des Grundwasserstandes einhergehen. Bei dieser generalisierenden Betrachtung können Einzelfälle wie z. B. Durchströmungs- oder Quellmoore, die eher indirekt oder verzögert mit der Wasserhaushaltsbilanz verbunden sind,

Tabelle 8: Umklassifizierung des Bewertungsschrittes 2

Anzahl Kategorie „grün“	Kategorie „dunkelrot“	Bewertung der Standorteigenschaften	umklassifizierter Wert	Potenzial zur Anhebung der Wasserstände
-	-	sehr günstig (Kategorie „blau“)	–	Erhaltungspotenzial
5	nein	günstig	5	hoch
3-4	nein	mäßig günstige bis günstig	4	mittel bis hoch
2	nein	mäßig günstig	3	mittel
0-1	nein	ungünstig bis mäßig günstig	2	gering bis mittel
0	ja	sehr ungünstig	1	nachrangig

Die Anzahl an „grün“-Einstufungen je Rasterzelle wurde in eine fünfstufige Skala übertragen. Die Farbgebung findet sich in den Datenblättern sowie in Karte 3 wieder.

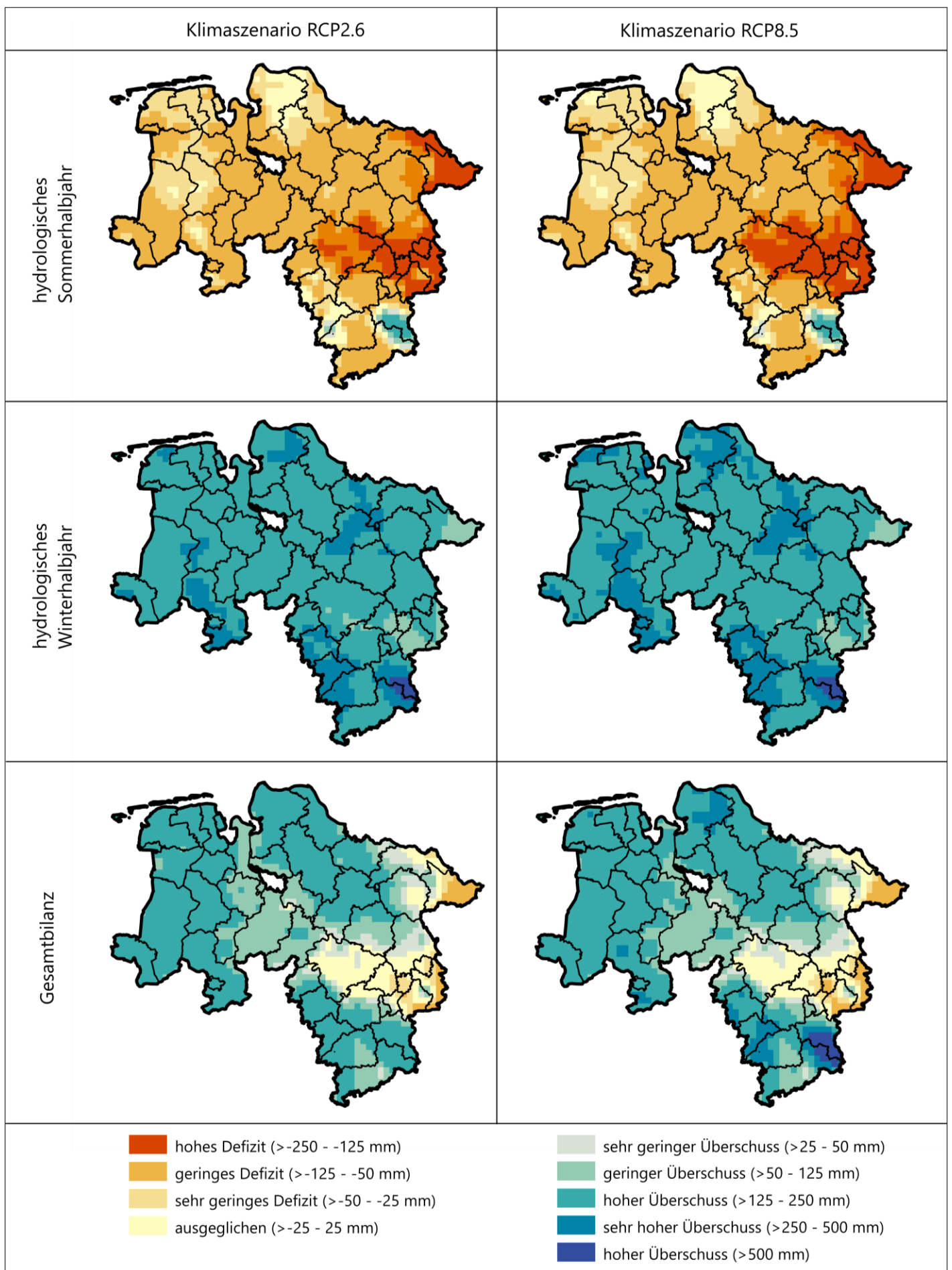


Abbildung 6: Klimatische Wasserbilanz. © NIKO (2024): Mittlere klimatische Wasserbilanz für den 30-jährigen Zeitraum 2031-2060.

nicht weiter ausdifferenziert werden. Letztlich führen jedoch stark negative Bilanzen zu absinkenden Wasserständen.

Für die Hochmoorstandorte sind neben der Jahresbilanz insbesondere die sommerlichen Wasserstände von Bedeutung. Waren es historisch die feuchten und nassen Sommermonate des atlantisch geprägten Klimas, die die Hochmoorgenese gefördert haben, so wirkt sich hier der Klimawandel besonders kritisch aus. Ausgeglichene Wasserhaushaltsbilanzen für das hydrologische Sommerhalbjahr sind zukünftig nur noch in wenigen, küstennahen Regionen Niedersachsens zu erwarten. Die sommerlichen Fehlbeträge müssen durch Rückhalt winterlichen Überschusswassers oder in Verbindung mit einem aktiven Wassermanagement kompensiert werden. Hierzu gehört auch die mögliche Einrichtung von Wasserrückhalte- bzw. Wasserspeicherbecken, um für nasse Bewirtschaftungsmöglichkeiten insbesondere im Sommerhalbjahr für eine Sicherung des Ertragsniveaus ausreichend Wasser zur Verfügung zu haben.

Aus diesen Überlegungen heraus wurde für die Hochmoorstandorte die Grenze für eine Einstufung in die Kategorie „grün“ ein Wert von mindestens 50 mm Jahresüberschuss definiert. Bei geringeren Überschüssen nimmt die Differenz zwischen sommerlichem Defizit und winterlichem Überschuss zu. Dies ist im Hinblick auf eine Wasserstandsanhängung aufgrund des höheren Aufwands für ein aktives Wassermanagement ungünstiger zu werten. Für inzwischen unter Vorfluterniveau liegende Hochmoorflächen wurden die Grenzwerte für Niedermoore für eine Einstufung in die Kategorie „grün“ angewendet, da sie hydrologisch wie ein Niedermoor funktionieren.

Die **regionale Höhenlage** hat einen Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit. Bereiche, die unter dem Höhenniveau des zugehörigen Vorfluters liegen, sind hydrologisch besonders begünstigt. Hierzu gehören einerseits Bereiche, die unter dem Meeresspiegel liegen, aber auch z. B. ausgedehnte Bereiche an Vorflutern im Tiefland. Für die Identifizierung von Bereichen unter dem Meeresspiegel wurde das DGM in Bereiche über und unter 0,00 m NHN eingeteilt. Bei den küstenferneren Bereichen erfolgte die Identifizierung von unter Vorfluter-Niveau gelegenen Bereichen in Anlehnung an CONRAD (2002). Hierbei wird im GIS der vertikale Abstand von der Geländeoberfläche zur Vorfluterhöhe berechnet.

Die **regionale Relieflage** bestimmt die Menge an Zu- und Abflüssen. Topographische Senken sind durch hohe unterirdische wie oberirdische Zuflüsse und niedrige Abflüsse gekennzeichnet und sind somit im Hinblick auf den Landschaftswasserhaushalt besonders begünstigt. Zur Identifizierung solcher Senken wurde der Reliefklassifikationsindex TCI_{low} (Terrain Classification Index) (LBEG 2019, Abbildung 8) herangezogen. Dieser dimensionslose Index wird mithilfe des digitalen Geländemodells (DGM) erzeugt und bezieht komplexe Reliefparameter mit ein (Bock et al. 2007). Als Senken wurden zur Bewertung der Standorteigenschaften Bereiche eingestuft, die einen TCI_{low} -Wert von $< 0,5$ aufweisen und damit im 25 %-Perzentil des TCI_{low} -Wertebereichs von 0-2 liegen.

Anthropogen bedingte, **lokale Höhenunterschiede** durch Handtorfstich oder industriellen Torfabbau, durch nutzungsbedingt unterschiedliche Zehrungs-, Schrumpfungs- und Sackungsraten sowie natürlicherweise geneigte Flächen stellen eine Herausforderung bei Wiedervernässung zur Einstellung

gleichmäßig hoher Wasserstände dar (vgl. STEGINK-HINDRIKS et al. 2022, SSYMANCK et al. 2015). Um lokale Höhenunterschiede zu bestimmen, wurde das 5 x 5 m DGM aufgrund der Höhenunterschiede jeder Kleinrasterzelle zu ihrer Umgebung in Landformen (Ebene, konvexe Landformen = Gipfel, Grat, Schulter, Felssporn, Hang, konkave Landformen = Senke, Unterhang, Tal und Mulde) unterteilt (JASIEWICZ & STEPINSKI 2013, Abbildung 9). Anschließend wurde der Anteil der konvexen Landformen an der Rasterzelle berechnet. Werte zwischen 25 und 75 % wurden als „gelb“ eingestuft, was bedeutet, dass die Geländeoberfläche in diesen Bereichen sehr homogen ist. Diese Spanne wurde iterativ ermittelt und war notwendig, um die Höhenunterschied-Anteile über die 150 x 150 m aufgelösten Rasterzellen adäquat abbilden zu können. Alle übrigen Rasterzellen gehörten in Kategorie „grün“, da die Geländeoberfläche homogen ist und entweder senkenartige oder höhergelegene Bereiche überwiegen.

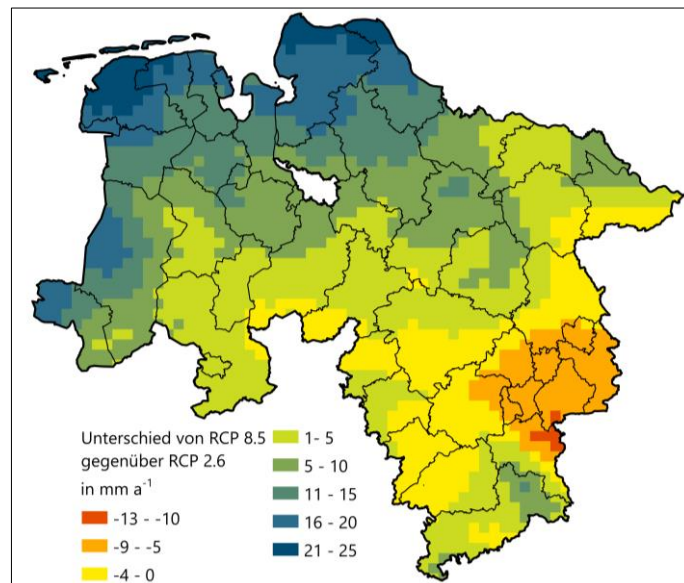


Abbildung 7: Unterschiede zwischen dem RCP8.5 und dem RCP2.6-Szenario. © NIKO (2024): Mittlere jährliche klimatische Wasserbilanz für den 30-jährigen Zeitraum 2031-2060.

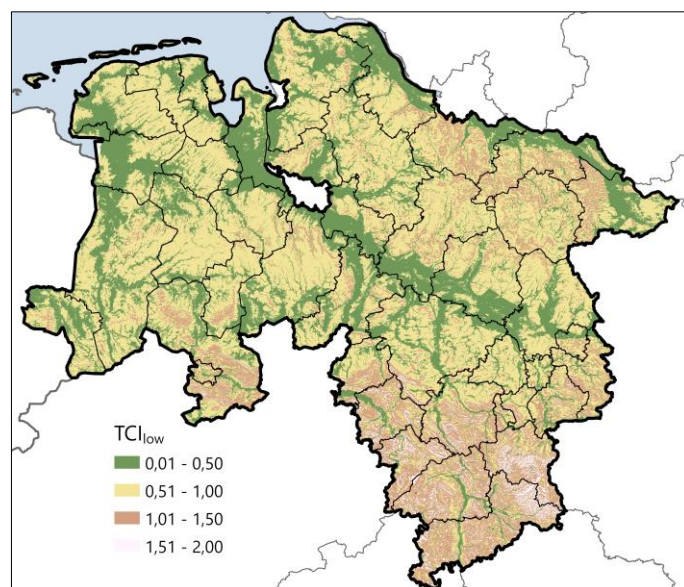


Abbildung 8: Reliefklassifikationsindex (Terrain Classification Index = TCI_{low}). Quelle: LBEG (2019). Der dimensionslose Index (vgl. Bock et al. 2007) kennzeichnet bei Werten von unter 0,5 Senkenlagen.

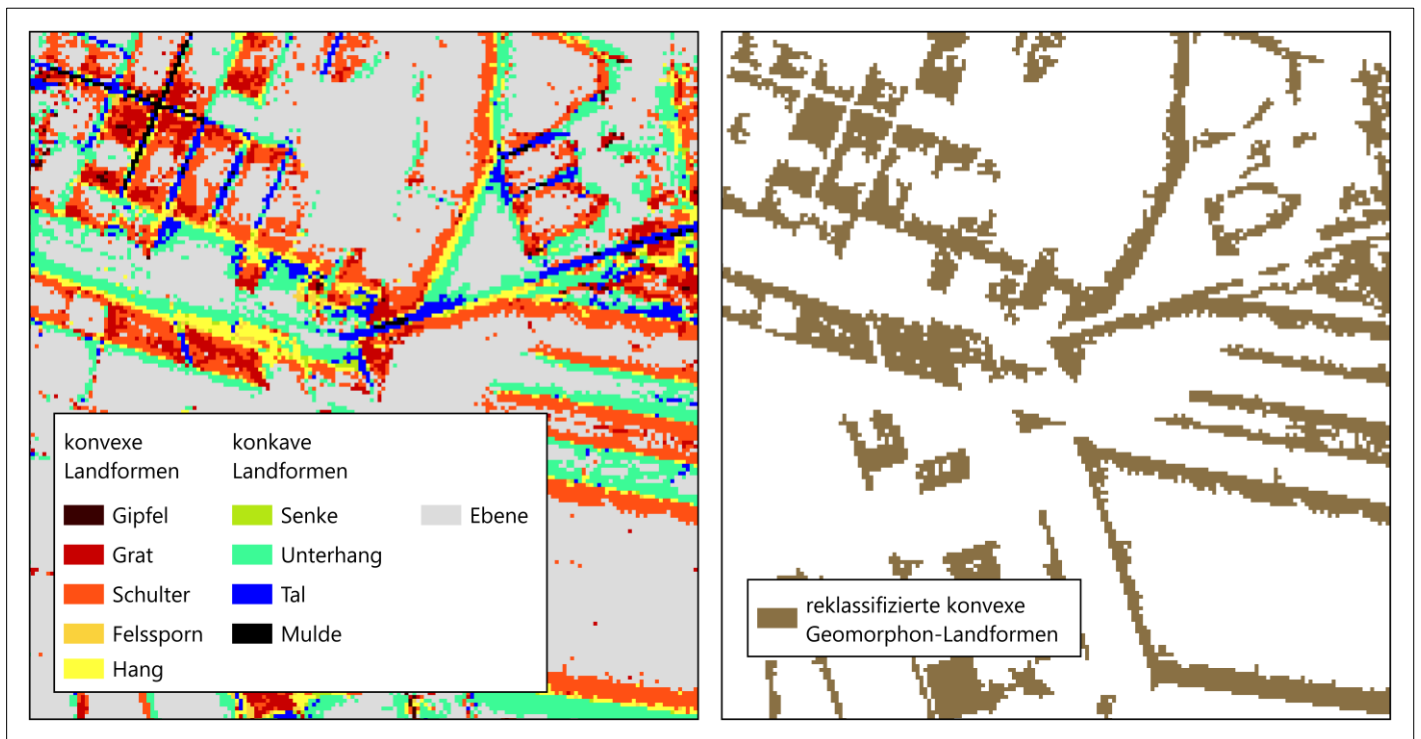


Abbildung 9: Ableitung von lokalen Höhenunterschieden über Geomorphon-Landformen. Links: Geomorphon-Landformen, rechts: Reklassifizierte Bereiche.

4.4.1.3 Raumwiderstände und Nutzungskonflikte

Die betrachteten kohlenstoffreichen Böden wurden mit Hilfe der Datensätze aus Anhang 3 auf mögliche Raumwiderstände und Nutzungskonflikte hin analysiert. Jede Rasterzelle wurde anhand der Kriterien (Tabelle 7) einer der drei Kategorien zugeordnet. Die Kategorie „grün“ weist hierbei auf ein geringes Konfliktpotenzial hin, die Kategorie „rot“ auf ein höheres. Die Kriterien der Kategorie „rot“ wurden mit einem Punkt bewertet, Kategorie „gelb“ mit zwei Punkten und Kategorie „grün“ mit drei Punkten. Für die Bewertung des Maßnahmenpotenzials (s. Kap. 4.4.3) wurde die Bewertung der wesentlichen Raumwiderstände und Nutzungskonflikte in eine fünfstufige Skala überführt (Tabelle 9).

Flächen mit einer **Flächengröße** von unter einem Hektar, die im Rahmen der GIS-Verschneidung entstanden sind (vgl. Kap. 4.1), sind nur wenig geeignet, um Maßnahmen zu initiieren und wurden daher der Kategorie „rot“ zugeordnet.

Bei einem geringen **Abstand zum Außenrand** kann verstärkt ein (negativer) Einfluss der umgebenden Landschaft wie etwa Nährstoffeinträge oder randliche Entwässerung auftreten. Dies ist vor allem bei einem geringen Verhältnis von

Flächeninhalt zum Umfang durch geringe Breite oder eine unregelmäßige Flächenform gegeben (Abbildung 10). Dies bedeutet, dass die zu erreichende Emissionsminderung geringer ausfällt als in den zentral gelegenen Bereichen und die Effizienz der Maßnahmen geringer ist. Deshalb wurden für alle Flächen der betrachteten kohlenstoffreichen Böden Distanzpuffer zum Rand berechnet (vgl. KOPPENSTEINER et al. 2023). Rasterzellen innerhalb der 100 m Distanz wurden der Kategorie „rot“ zugeordnet, Rasterzellen innerhalb des 500 m Distanzpuffers der Kategorie „grün“ und der Bereich dazwischen der Kategorie „gelb“. Gleichwohl ist auch in den Randbereichen prinzipiell eine Anhebung der Wasserstände anzustreben, da diese Bereiche sonst ihrerseits entwässernd auf die zentral gelegenen Bereiche wirken. Auch die angrenzenden mineralischen Böden stellen wichtige Pufferzonen dar und/oder bilden die unterirdischen oder oberirdischen Einzugsgebiete.

Zur Einschätzung der **Flächenverfügbarkeit** wurden zunächst Flächen der öffentlichen Hand herangezogen. Dazu zählen neben dem Bund und anderen Bundesländern, das Land Niedersachsen, der Landeswald, die Landkreise und kreisfreien Städte sowie die Gemeinden.

Tabelle 9: Umklassifizierung des Bewertungsschrittes 3.

Punkte summe	Kategorie „dunkelrot“	Bewertung der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte	umklassifizierter Wert	Potenzial zur Anhebung der Wasserstände
-	-	sehr günstige Standorteigenschaften (Kategorie „blau“)	-	Erhaltungspotenzial
17-18	nein	hoch	5	hoch
14-16	nein	mittel bis hoch	4	mittel bis hoch
11-13	nein	mittel	3	mittel
8-10	nein	gering bis mittel	2	gering bis mittel
6-7	nein	gering	1	gering
-	ja	sehr ungünstige Standorteigenschaften (Kategorie „dunkelrot“)	-	nachrangig

Die Summe der Punkte je Kategorie wurde in eine fünfstufige Skala übertragen. Die Farbgebung findet sich in den Datenblättern sowie in Karte 4 wieder.



Abbildung 10: Abstände zum Außenrand der kohlenstoffreichen Böden. Einen Überblick über die im Rahmen der Potenzialstudie verwendeten Distanzpuffer gibt Anhang 2.

Im GIS wurden zunächst die Splitterflächen, die sich aus der Verschneidung der zur Verfügung gestellten Eigentumsdaten ergeben haben, bereinigt. Ausgeschlossen wurden des Weiteren:

- (I) Flurstücke mit der Nutzung „Siedlung“ (ohne Torfabau),
- (II) typischerweise linear ausgebildete Nutzungen „Verkehr“ (ohne Plätze), „Fließgewässer“ sowie
- (III) lineare ausgebildete Flurstücke im Bereich von Uferlandstreifen oder straßenbegleitende Gehölze.

Die verbleibenden Flächen wurden zusammengeführt, ein Distanzpuffer von 10 m Breite um sie gelegt und Flächen innerhalb dieser Puffer als zusammengehörig gewertet (Abbildung 11). So wurden z. B. weiter auseinanderliegende Eigentumsflächen entlang eines Grabens nicht als zusammenhängend gewertet, sich unmittelbar gegenüberliegende Flächen beidseits eines Grabens hingegen schon.

Flächen der öffentlichen Hand wurden ab 20 ha der Kategorie „grün“ zugeschlagen, verfügbare Flächen zwischen 5 und 20 ha der Kategorie „gelb“. Hier wurden auch Flächen größer als 5 Hektar im Besitz von Naturschutzstiftungen, Naturschutzverbänden und Kirchen eingruppiert. Alle weiteren Flächen, darunter alle Privatflächen, wurden in die Kategorie „rot“ eingestuft, da hier die Flächenverfügbarkeit nicht eingeschätzt werden kann.

In dem Kriterium der **entwässerungsbasierten Schutzobjekte** sind naturschutzrelevante Objekte zusammengefasst, bei denen eine signifikante Anhebung der Wasserstände im Konflikt mit ihrem Erhalt stehen kann. Dies beinhaltet die Kulisse des Wiesenvogelschutzprogramms des Niedersächsischen Weges. Diese umfasst Gebiete mit Schwerpunktverhalten von Uferschnepfen, Rotschenkel, Brachvogel, Kiebitz, Austernfischer und Bekassine in EU-Vogelschutzgebieten und für diese Wiesenlimikolen bedeutsame landwirtschaftlich genutzte Gebiete außerhalb dieser Schutzgebiete sowie weitere, bedeutsame landwirtschaftlich genutzte Gebiete für die Zielart Braunkehlchen (NLWKN 2023). Eine Anhebung des Wasserstandes kommt diesen Zielarten bis zu einem gewissen Grad zugute. Im Frühjahr darf jedoch keine flächendeckende Überstauung vorherrschen, da andernfalls Nistmöglichkeiten fehlen. Die Arten sind zudem abhängig von niedrigwüchsigen Vegetationsstrukturen, die einer Pflegegenutzung bedürfen. Eine Vollvernässung kann diese Pflege aufgrund der herabgesetzten Tragfähigkeit der Böden erschweren. Flächen der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogramms wurden daher in die Kategorie „gelb“ eingeordnet. Dies trifft auch auf die FFH-Lebensraumtypen 6230, 6410, 6430 und 6440 zu, die zwar von einer Anhebung der

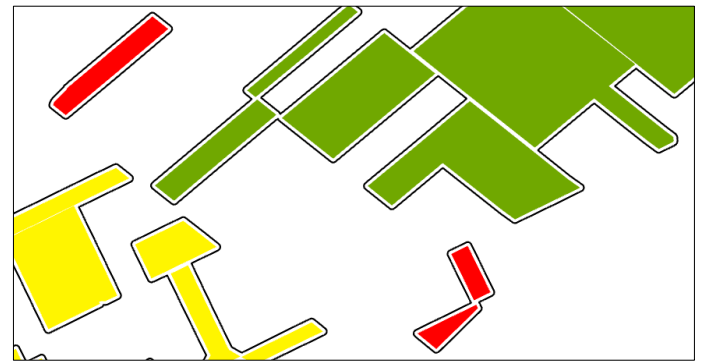


Abbildung 11: Bewertung der Zusammengehörigkeit verfügbarer Flächen. Grün = Flächen in öffentlicher Hand mit größer als 20 ha zusammenhängender Fläche. Gelb = Flächen in öffentlicher Hand mit 5-20 ha zusammenhängender Fläche sowie Flächen von Naturschutzstiftungen, Naturschutzverbänden und Kirchen. Rot = Flächen in öffentlicher Hand < 5 ha zusammenhängender Fläche. Umrandung = Distanzpuffer von 10 m Breite um die Flächen der öffentlichen Hand. Einen Überblick über die im Rahmen der Potenzialstudie verwendeten Distanzpuffer gibt Anhang 2.

Wasserstände profitieren, einen langen Überstau jedoch schlecht vertragen. In die rote Kategorie wurden die mooruntypischen FFH-Lebensraumtypen 4030, 6510, 9110, 9130, 9160 und 9190 sowie gesetzlich geschütztes mesophiles Grünland eingeordnet. Diese Flächen zählen zu den entwässerungsbasierten Schutzobjekten, da sie an trockene, frische oder maximal feuchte Standorte gebunden sind (vgl. KOPPENSTEINER et al. 2023).

Die **Nutzungsintensität** wurde als Indikator für mögliche Raumwiderstände herangezogen. Bei ungenutzten oder extensiv genutzten Flächen ist anzunehmen, dass die Bereitschaft für Maßnahmen zur Minderung von THG-Emissionen und zum Erhalt der Kohlenstoffvorräte höher ist als in intensiver bewirtschafteten Bereichen. Gleichwohl können auch bei ungenutzten oder extensiv genutzten Flächen Nutzungs- und Interessenskonflikte bestehen, die auf lokaler Ebene genauer betrachtet und aufgelöst werden müssen.

Folgende Flächen wurden in die Kategorie „grün“ einbezogen:

- (I) Flächen des Basis-DLM mit der Tatsächlichen Nutzung „Moor“, „Heide“ und „Brache“,
- (II) Flächen des Basis-DLM mit dem Vegetationsmerkmal „nass“,
- (III) Flächen der landesweiten Biotopkartierung, die keine oder eine extensive Nutzung indizieren (Haupteinheiten: WB, WA, WE, WN, WV, BA, BF, BN, BR, UF, UH, UN sowie alle Biotoptypen der Obergruppen N und M) sowie
- (IV) Flächen mit beantragtem Paket BK1 (moorschonender Einstau) der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM).

Alle weiteren genutzten Flächen wurden in Kategorie „rot“ eingeordnet. Bei militärischer Nutzung wurden auch land- oder forstwirtschaftlich nicht genutzte kohlenstoffreiche Böden in diese Kategorie eingruppiert.

Größere **Abstände zu Siedlungen** begünstigen die Umsetzung von Maßnahmen zur Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden und weiteren kohlenstoffreichen Böden über eine Anhebung der Wasserstände, da eine Beeinträchtigung von Siedlungsbereichen mit zunehmender

Entfernung ausgeschlossen werden kann und die Akzeptanz von solchen Maßnahmen mit zunehmender Entfernung steigt.

Aus dem digitalen Landschaftsmodell (Basis-DLM) wurden Distanzpuffer um Siedlungsflächen herum erzeugt. Diese richteten sich nach den im Rahmen eines Expertenworkshops im F + E-Vorhaben „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie“ ermittelten und abgestimmten Grenzwerten (NITSCH & SCHRAMEK 2021, KOPPENSTEINER et al. 2023, vgl. Tabelle 7). Der Grenzwert wurde bei Hochmooren geringer als bei Niedermooren gewählt, weil eine Vernässung niederschlagsgespeicher Hochmoore einen geringeren Wirkungsbereich aufweist. Im Unterschied zu KOPPENSTEINER et al. 2023 wurden Bereiche in einem Abstand von 25 m zu Siedlungen als hoher Raumwiderstand eingestuft, da Siedlungsflächen durch mögliche Wasserstandsanhebungen nicht negativ beeinflusst werden sollten.

4.4.2 Nutzungsformbezogene Rahmenbedingungen

In Ergänzung zu den wesentlichen Standorteigenschaften und Raumwiderständen wurden weitere, nutzungsformbezogene Kriterien für Bereiche erarbeitet, die sich besonders für Maßnahmen zur Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie zum Erhalt der Kohlenstoffspeicher über eine Anhebung der Wasserstände eignen.

Zunächst wurde je Rasterzelle die Haupt-Nutzungsform aus dem Basis-DLM (Stand 11.12.2023) ermittelt. Für die Nutzungsformen wurden mögliche Ausschlussflächen festgelegt

und nutzungsformbezogene Bewertungskriterien definiert. Für jedes zutreffende Kriterium wurde ein Punkt vergeben (Tabelle 12). Die erreichbare Punktespanne wurde in eine fünfstufige Skala transformiert, um diese im Anschluss für das in Teil C, Karte 5, dargestellte Maßnahmenpotenzial mit den wesentlichen Rahmenbedingungen verrechnen zu können (s. Kap. 4.4.1).

Aufgrund der Vielzahl an möglichen Vernässungsvarianten (Tabelle 11) mit unterschiedlichen möglichen Flächenkulissen wurde die Bewertung der nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen für alle **landwirtschaftlichen Nutzflächen** im Allgemeinen ermittelt. Bei der nutzungsformbezogenen Bewertung wurde eine Torfmächtigkeit von mindestens 80 cm als begünstigend gewertet, da eine ausreichende Torfauflage Sickerverluste minimieren kann und etwa für Anbau-Paludikulturen wie auch für eine Vernässung mit Nutzungsaufgabe Material für den Bau von Verwallungen vorhanden sein muss. Des Weiteren wurde eine Nutzung als Grünland aufgrund der geringeren wirtschaftlichen Bedeutung gegenüber Ackerstandorten als begünstigend gewertet. Flächen mit geringer Bedeutung für die Milchviehwirtschaft (vgl. Kap. 4.6.1) wurden aufgrund des geringen Nutzungskonflikts ebenfalls als begünstigend gewertet.

Für die nutzungsformbezogene Bewertung der Rahmenbedingungen der **ungenutzten Flächen** ist die Lage innerhalb von Schutzgebieten aufgrund der Synergien mit Arten-/Biotop-/Landschaftsschutz begünstigend zu werten. Eine Torfmächtigkeit von mehr als 80 cm ist für die vertikale Abdichtung sowie aufgrund des Materialbedarfs für möglichen Verwallungsbau als begünstigend anzusehen. Mit einer Flächengröße von mehr als fünf Hektar werden Randeffekte mit erhöhtem Instandhaltungsbedarf vermieden.

Tabelle 10: Bewertung der nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen von „landwirtschaftliche Nutzflächen“, „ungenutzten Flächen“ und „Wald“

Punkte Nutzungsform „landwirtschaftliche Nutzflächen“ 3 Kriterien	Punkte Nutzungsform „ungenutzte Flächen“ 3 Kriterien	Punkte Nutzungsform „Wald“ 5 Kriterien	Potenzial zur Anhebung der Wasserstände	umklassifizierte Punkte
0 Punkte	0 Punkte	0 Punkte	gering	1
1 Punkt	1 Punkt	1 Punkt	gering bis mittel	2
2 Punkte	2 Punkte	2-3 Punkte	mittel	3
.	.	4 Punkte	mittel bis hoch	4
3 Punkte	3 Punkte	5 Punkte	hoch	5

Tabelle 11: Anwendbarkeit unterschiedlicher Vollvernässungsvarianten für landwirtschaftlich genutzte Flächen.

	Anbau-Paludikultur	Aufwuchs-Paludikultur	Grünlandpflege	Nutzungsaufgabe mit Moor-entwicklung	Photovoltaik
den Suchraum einschränkende Faktoren					
Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete	x	✓	✓	✓	x
Vogelschutzgebiete und Wiesenvogelschutzprogramm	x	✓	✓	(x)	x
sonstige Faktoren					
Landschaftsschutzgebiete	(x)	✓	✓	✓	(x)
Vorranggebiet Grünland	(x)	✓	✓	(x)	x
bereits gegebene, eingeschränkte Bewirtschaftbarkeit	✓	✓	✓	✓	✓
hohe Bedeutung für Milchviehwirtschaft	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
Flächen der öffentlichen Hand	✓	✓	✓	✓	✓
Torfmächtigkeit	(✓)	=	=	✓	✓

- ✓ begünstigend
- (✓) begünstigend, ambivalent oder überwiegend begünstigend
- = neutral
- (x) erschwerend
- x Einschränkung des Suchraums

Bei den (**wiedervernässten**) **Torfabbauf Flächen** wurde von der sonst erfolgten Bewertungsmethodik abgewichen: Standorteigenschaften, Raumwiderstände und Nutzungskonflikte gingen nicht mit in die Bewertung des Maßnahmenpotenzials ein. Grund hierfür ist, dass diese Flächen stärker der Sukzession unterliegen und vorliegende Datenquellen den Zustand nur unzureichend wiedergeben. Zudem sind durch behördlich festgelegte Folgenutzungen Nutzungskonflikte nicht gegeben. In den vom maschinellen Torfabbau geprägten Hochmooren erfolgte daher eine Bewertung des Optimierungsbedarfs.

Da die von FRANK et al. (2021) unter der Folgenutzung „Naturschutz“ zusammengefassten Flächen sowohl nicht vernässte Flächen mit Folgenutzung „Sukzession“ als auch vernässte Flächen mit der Folgenutzung „Renaturierung mit Wiedervernässung“ umfassten, dienten die Flächen der Folgenutzung „Naturschutz“ nur als Suchraum zur Identifizierung der Flächen mit Folgenutzung „Renaturierung mit Wiedervernässung“.

Innerhalb des Suchraums erfolgte eine Klassifikation in folgende Flächenzustände, die gemäß Tabelle 12 bewertet wurden:

- (I) Torfabbauf Flächen mit aktivem sowie genehmigtem, aber noch nicht begonnenem Abbau,
- (II) wiedervernässte Torfabbauf Flächen, bei denen aufgrund bereits bestehender torfbildungsfördernder Wasserstände kein Bedarf zur Optimierung besteht,
- (III) wiedervernässte Torfabbauf Flächen mit Optimierungsbedarf hinsichtlich der Vermeidung eines zu großflächigen Überstaus sowie
- (IV) zur Folgenutzung „Wiedervernässung“ hergerichtete Torfabbauf Flächen, die aber eine nicht ausreichende Vernässung aufweisen.

Alle weiteren, nicht vernässten ehemaligen Torfabbauf Flächen wurden in den anderen Maßnahmenpaketen, v. a. im Maßnahmenpaket „ungenutzte Flächen“, berücksichtigt. Der Optimierungsbedarf wurde über hochmoortypische Wasserstände indizierende Biototypen und FFH-Lebensraumtypen (NLWKN 2022) sowie vor allem über eine Luftbildauswertung nach BARTHELMES et al. (2021) eingeschätzt.

Tabelle 12: Nutzungsformbezogene Bewertung für „(wiedervernässte) Torfabbauf Flächen“.

Zustand	Potenzial zur Anhebung der Wasserstände	umklassifizierte Punkte
aktiver Torfabbau sowie genehmigter, aber noch nicht begonnener Torfabbau	Potenzial festgelegt durch Folgenutzung	1
hergerichtet mit der Folgenutzung „Wiedervernässung“ mit ausreichender Vernässung	Erhaltungspotenzial	1
hergerichtet mit der Folgenutzung „Wiedervernässung“, mit ausreichender Vernässung aber zu großflächigem Überstau	gering	2
hergerichtet mit der Folgenutzung „Wiedervernässung“ aber mit unzureichender Vernässung	hoch	5

Hierfür wurde der Vernässungsgrad über Torfmoosreichtum, Verbuschungsgrad, Verheidung, Vergrasung, offene Wasserflächen und abgestorbene Gehölze durch Überstau beurteilt. Ergänzend wurde das DGM1 für die Lokalisierung von Verwallungen verwendet.

Bei der Nutzungsform „**Wald**“ wurde die Lage innerhalb von Schutzgebieten aufgrund von Synergien mit Arten-/Biotop-/Landschaftsschutz als begünstigend für eine Anhebung der Wasserstände gewertet, ebenso die Lage innerhalb der Programmkulisse „Niedersächsische Gewässerlandschaften“ wo Synergien mit Gewässer- und Auenentwicklung sowie Hochwasserschutz genutzt werden können. Auf lokaler Ebene ist die Vereinbarkeit etwaiger Vernässungsmaßnahmen mit dem Schutzzweck sowie dem Vorhandensein entwässerungsbasierter Schutzgüter abzu prüfen (vgl. Kap. 4.4.1.3). Bei Standorten mit einer hohen Torfmächtigkeit von über zwei Metern wurde von einem eher geringen Konfliktpotenzial für eine Anhebung der Wasserstände aufgrund einer geringeren forstwirtschaftlichen Bedeutung der Flächen ausgegangen. Es handelt sich bei solch mächtigen Moorböden zumeist um bewaldete degenerierte Hochmoorböden oder nasse, tiefgründige Niedermoorböden mit jeweils geringen forstwirtschaftlichen Erträgen. Gegenüber Mineralböden weisen jedoch bereits 30 cm mächtige Moorböden oftmals eine erschwerte Bewirtschaftbarkeit auf. Das Vorranggebiet Wald dient dem Erhalt und der Entwicklung der Waldstandorte. Da bei einer Vollvernässung auch eine Entwicklung zu Offenland möglich ist, wurden Flächen außerhalb dieses Vorranggebietes als besonders geeignet zur Ausschöpfung des Maßnahmenpotenzials gewertet. Weitere Hinweise hinsichtlich möglicher Vollvernässungsmaßnahmen in derzeitigen Waldflächen sind in Tabelle 13 aufgeführt. Dies betrifft u.a. die Lage in waldarmen Regionen, in denen der Moorwald auch aufgrund seiner klimaökologischen Bedeutung einen wichtigen Beitrag zur Walderhaltung in der jeweiligen Region leisten kann. Außerhalb dieser Regionen sollte hingegen v.a. auf Hochmoorstandorten bei sekundär aufgewachsenem, entwässertem Moorwald als Sukzessionsstadium ehemals offener Moorlebensräume die Wiederherstellung des ursprünglichen Offenlandes angestrebt werden. Grundsätzlich kämen neben dem Anbau von Schwarzerlen auch Anbau-Paludikulturen in Betracht, bei denen jedoch eine Waldumwandlung Voraussetzung wäre.

4.4.3 Bestimmung des Maßnahmenpotenzials

Für die Bewertung des Maßnahmenpotenzials wurden die jeweils in einer fünfstufigen Skala bewerteten physischen Standorteigenschaften (vgl. Kap. 4.4.1.2) sowie Raumwiderstände und Nutzungskonflikte (vgl. Kap. 4.4.1.3) zusammen mit den nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen addiert. Eine Ausnahme bildete die Bewertung der wiedervernässten Torfabbauf Flächen (vgl. Kap. 4.4.2). Flächen kleiner als 1 ha und linearen Flächen wurden zudem generell geringe Maßnahmenpotenziale zugewiesen, da die Umsetzung von Maßnahmen zur Wasserstandsanhebung auf solchen Flächen durch die Größe und/oder den Zuschnitt stark erschwert ist.

Es erfolgte eine Gewichtung von 0,45 für die Bewertung der Standorteigenschaften, 0,35 für die Bewertung der Raumwiderstände und der Nutzungskonflikte und von 0,20 für die nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen. Diese Gewichtung wird aus folgendem Grund gesetzt: Die nutzungsformbezogenen Bewertungskriterien sind sehr heterogen, sie beinhalten sowohl Standorteigenschaften wie auch

Tabelle 13: Anwendbarkeit unterschiedlicher Vollvernässungsvarianten für derzeitige Wald-Flächen.

	Paludikultur (Schwarzerlen)	Nutzungsaufgabe mit Moorwaldentwicklung	Nutzungsaufgabe mit Moorentwicklung
den Suchraum einschränkende Faktoren			
Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete	✖	✓	(✓)
sonstige Faktoren			
Landschaftsschutzgebiete	(✓)	(✓)	(✖)
Niedersächsische Gewässerlandschaften	(✓)	✓	✓
Vorranggebiet Wald	✓	(✖)	(✖)
bereits gegebene, eingeschränkte Bewirtschaftbarkeit	✓	✓	✓
Flächen der öffentlichen Hand	✓	✓	✓
Hochmoorböden	(✖)	(✓)	✓
Niedermoorböden	✓	✓	✓
sekundäre Waldflächen (degradiertes Offenland)	(✖)	(✖)	✓
Lage in waldarmen Regionen	✓	✓	(✖)

✓ begünstigend

(✓) begünstigend, ambivalent oder überwiegend begünstigend

= Neutral

(✖) erschwerend

✖ Einschränkung des Suchraums

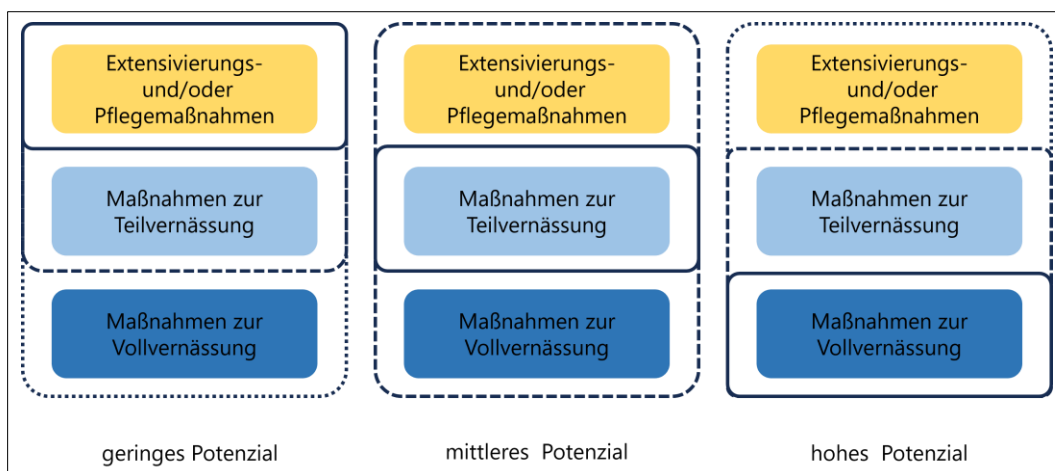


Abbildung 12: Priorisierung von Maßnahmen je nach Potenzial zur Anhebung der Wasserstände. Durchgezogene Kästen geben den Schwerpunkt der Maßnahmen je Potenzial an. Gestrichelte und gepunktete Kästen haben nachrangige Priorität, die gepunkteten Kästen verweisen auf die geringste Priorität.

Raumnutzungswiderstände und Nutzungskonflikte. Die 0,2-fache Gewichtung der nutzungsformbezogenen Rahmenbedingungen trägt so zu einem Verhältnis von 0,55 (0,45 + 0,10) zu 0,45 (0,35 + 0,10) von Standorteigenschaften zu Raumwiderständen und Nutzungskonflikten bei. Die höhere Gewichtung der Standorteigenschaften gegenüber den Raumwiderständen und Nutzungskonflikten liegt darin begründet, dass natürliche Gegebenheiten wie etwa die klimatische Wasserbilanz unveränderlicher sind als z. B. verhältnismäßig leicht zu ändernde Nutzungsintensitäten.

Beim Maßnahmenpotenzial wird in geringes, mittleres und hohes Potenzial unterschieden. Während der Schwerpunkt bei geringem Potenzial auf hydrologisch nicht wirksamen Maßnahmen liegt, liegt er bei mittlerem Potenzial auf den Maßnahmen zur Teilvernässung und bei hohem Potenzial grundsätzlich auf der Vollvernässung (Abbildung 12). Andere Maßnahmen auf den Flächen sollen dadurch jedoch nicht ausgeschlossen werden. Bei allen Maßnahmen zur Anhebung der Wasserstände ist die Betrachtung wasserwirtschaftlicher und wasserrechtlicher Aspekte erforderlich.

4.5 Maßnahmenpakete

Für die Mooregebiete sollten geeignete Maßnahmen und Instrumente zur Minderung von THG-Emissionen sowie zum

Moorschutz und zur Moorentwicklung benannt werden. Die Maßnahmen wurden ausgehend von der derzeitigen Nutzungsform in verschiedene Maßnahmenpakete eingeordnet (Tabelle 14, Tabelle 15, Tabelle 16, Tabelle 17).

Zur Abschätzung der **Möglichkeiten zur THG-Minderung** mit den einzelnen Maßnahmenpaketen können über die Biotoptypen des Ausgangs- und Zielzustandes Spannen der THG-Emissionsfaktoren nach HÖPER (2022) angegeben werden (Tabelle 14, Tabelle 15, Tabelle 16, Tabelle 17). Aus diesen wurden Mittelwerte bestimmt, deren Differenz die potenzielle THG-Minderung darstellt. Biotoptypen, die gegenüber anderen, seltener Ziel- oder Ausgangszustand waren, sind in Klammern gesetzt. Die häufigeren wurden demgegenüber bei der Mittelwertberechnung doppelt gewichtet. Bei einem mittleren Wasserstand von 10 cm unter bis über Flur können Emissionen von 4-5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ pro Jahr erreicht werden (TIEMEYER et al. 2020). Auch diese Differenz ist in den genannten Tabellen aufgeführt.

Nutzungsform „landwirtschaftliche Nutzflächen“

Die Nutzungsform „landwirtschaftliche Nutzflächen“ weist im Vergleich zu den anderen die größte Bandbreite möglicher Entwicklungspfade und Maßnahmen auf (Abbildung 13). Die Maßnahmen gliedern sich in Maßnahmen zur Extensivierung oder Pflege ohne tatsächliche Anhebung der Wasserstände sowie in Teil- und Vollvernässungsmaßnahmen. Unter Teilvernässung wird hierbei eine Vernässung (Wasserstandsanhhebung) auf bis zu 10 cm unter Flur im Jahresmittel

verstanden, wohingegen eine Vollvernässung eine Wasserstandsanhhebung bis mindestens 10 cm im Jahresmittel unter Flur und höher bedeutet.

Die **Umwandlung von Acker** in Grünland und die **Extensivierung** bzw. extensive Nutzung sollen vor allem zur Anwendung kommen, wo das Potenzial zur Anhebung der Wasserstände gering ist. Dies betrifft vor allem auch siedlungsnahen Bereiche. Mit der Umwandlung von Acker in Grünland wird eine nennenswerte Reduktion der THG-Emissionen nur mit zeitgleicher Extensivierung und/oder reduzierter Bodenbearbeitung erreicht (Tabelle 14).

Neben der Vernässung von Mooren kann auch das Vergraben oder Abdecken von Torf eine standortstabilisierende und emissionsmindernde Wirkung haben. Auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden mit geringmächtigen Torfen, insbesondere in Randlagen oder in sehr kleinräumiger Ausdehnung, die sich nicht oder nur sehr kostenaufwändig vernässen lassen und bei denen keine naturschutzfachliche Wertigkeit gegeben ist, könnten **kulturtechnische Verfahren** Teil des Maßnahmenpaketes zur Umsetzung von Klimaschutzzielen sein. Nach HÖPER (2024b) müsste für eine Emissionsminderung vermutlich die mineralische Abdeckung mächtiger (bis 40 cm) sein, eine in den liegenden Torf eingreifende Bodenbearbeitung unterbunden werden und der Wasserstand so weit wie möglich bis zum Übergang von der Torf- zur mineralischen Schicht angehoben werden. Mächtige Sanddecken lassen sich aber meist durch das Hochfördern liegender Sande technisch nicht einrichten und eine Anlieferung von Sand verursacht hohe Kosten. Die potenziell hohen THG-Minderungen gehen somit mit hohen Kosten.

einher. Regional könnte eine Überschlickung, z. B. im Rahmen von Flussvertiefungen, möglich sein, sofern das aufzubringende Material die Anforderungen der Bodenschutzverordnung an geringe Schadstoffgehalte erfüllt (HÖPER 2024b). Da wenige wissenschaftliche Daten hinsichtlich der THG-Emissionen von kulturtechnischen Verfahren vorliegen, besteht für weitergehende Aussagen hier zunächst ein erhöhter Forschungsbedarf.

Da der Fokus darauf lag, Flächen zu identifizieren, die sich besonders für die Ausschöpfung des Maßnahmenpotenzials über eine Vollvernässung eignen, wurden für eine **Teilvernässung** keine separaten Flächen identifiziert. Vielmehr sollen Teilvernässungsmaßnahmen ihren Schwerpunkt in Bereichen mit mittlerem Maßnahmenpotenzial haben (s. Kap. 4.4.3). Eine Teilvernässung von Grünland kann im Hinblick auf regional zu entwickelnde Transformationsprozesse zum Beispiel für Regionen mit einer hohen Bedeutung der Milchviehhaltung auf Grünland und einer hohen Wertschöpfung von Bedeutung sein. Eine Teilvernässung kann durch aktives Wassermanagement wie An- oder Einstau von Gräben erfolgen. Die Teilvernässung umfasst ein weites Spektrum möglicher Wasserstände und damit einhergehender THG-Emissionen (Tabelle 14), sodass die tatsächliche THG-Minderung sehr variieren kann.

Zur **Vollvernässung** stehen mehrere Varianten zur Verfügung, die sich hinsichtlich möglicher Kulissen deutlich unterscheiden (Tabelle 14). Sie werden im Folgenden beschrieben.

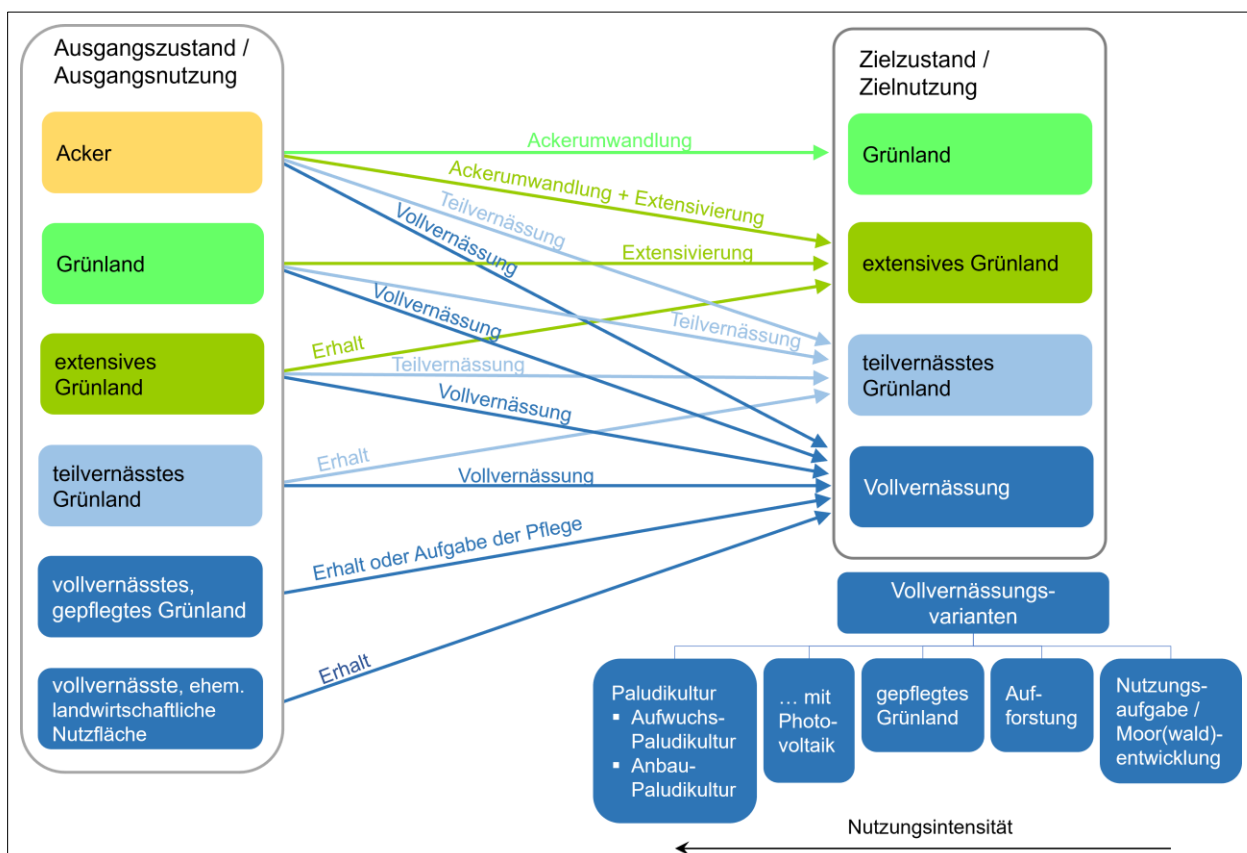


Abbildung 13: Schaubild zu Entwicklungspfad von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Beim Ausgangs- und Zielzustand nimmt der Entwässerungsgrad nach unten hin ab bzw. der Vernässungsgrad nach unten hin zu. Das Treibhausgas-Minderungspotenzial ist daher in der Entwicklung von links oben nach rechts unten am höchsten.

Tabelle 14: Übersicht zum Maßnahmenpaket „landwirtschaftliche Nutzflächen“. Erläuterungen: HH = Hochmoor, HN = Niedermoor, GH = Moorgley, G/H = flach überlagerter Torf, SDK = Sanddeckkultur, SMK = Sandmischkultur. ↔ Spanne der Emissionsfaktoren, min. = minimal anzunehmender Emissionsfaktor gem. TIEMEYER et al. (2020). Ø = Mittelwert aus den Spannen, max. = maximal anzunehmende Differenz. Farbliche Kennzeichnung der Klassen der Emissionsfaktoren: < 5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-35 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Maßnahmenpaket für landwirtschaftliche Nutzflächen			Boden- kategorie	THG-Emissionen gemäß HÖPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz- Biotoptypen DRACHENFELS (2021)
				Ausgangs- zustand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
Entwicklungsmaßnahme ohne Vernässung	Umwandlung von Acker in Grünland (ohne Extensivierung)		HH, HN, GH	40	39	1	AZ: A ZZ: GA/GI
			G/H, SDK	40	39	1	
			SMK	6	6	0	
	flachgründige Bodenbearbeitung		HH, HN, GH	39-40, Ø 40	30 ¹	10	AZ: GA/GI, A ZZ: GA/GI, A
			G/H, SDK	39-40, Ø 40	30 ¹	10	
			SMK	6	4 ¹	2	
	Extensivierung: Verzicht auf Düngung, Verzicht auf jährliche Nachsaat		HH, HN, GH	39	25-26, Ø 26	13	AZ: GA/GI ZZ: GM, GE
			G/H, SDK	39	12	27	
			SMK	6	4-6, Ø 5	1	
	kulturtechnische Maßnahmen zum Vergraben oder zum Abdecken von Torf, Sanddeckkultur mind. 40 cm	ohne Extensivierung	HH, HN, GH	39	20 ²	19	AZ: GA, GI ZZ: GA, GI
			G/H, SDK	39	20 ²	19	
		mit Extensivierung	HH, HN, GH	39	13 ³	26	AZ: GA, GI ZZ: GM, GE
			G/H, SDK	39	13	26	
		ohne Umwandlung, ohne Extensivierung	HH, HN, GH	40	20 ¹	20	AZ: A ZZ: A
			G/H, SDK	40	20 ¹	20	
		mit Umwandlung, ohne Extensivierung	HH, HN, GH	40	20 ¹	20	AZ: GA/GI ZZ: GA/GI
			G/H, SDK	40	20 ¹	20	
		mit Umwandlung, mit Extensivierung	HH, HN, GH	40	13	27	AZ: GA/GI ZZ: GE, GM
	G/H, SDK		40	13	27		
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Teilvernäs- sung bis zu 10 cm unter Flur – Grabenanstau, -einstau – Unterflurbewässerung – Berieselung			HH, HN, GH	↔ 25-26-39 Ø 30	↔ 19-25-26-39 Ø 27	Ø 3	AZ: GA, GI, GE, GM
			G/H, SDK	↔ 13-39 Ø 26	↔ 10-13-39 Ø 21	Ø 5	ZZ: GI, GE, GM, GN ⁺ , GF ⁺
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Vollvernässung (über 10 cm unter Flur) siehe Teilvernässung, zusätzlich: – Grabenverfüllungen – Rückbau von Entwässerungsein- richtungen – Kammerungen – Bau von Verwallungen – Einbau von Spundwänden		Anbau-Paludi- kultur	HH	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	5	24	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: NS/MWT
			HN, (GH)	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	↔ 5-10-14-19 Ø 12 min. 5	Ø 17 max. 24	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: NR ⁺ , NS, WA
		Photovoltaik	HH, HN	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	↔ 5-10-19 Ø 11 min. 5	Ø 18 max. 24	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: NR ⁺ , NS
		Aufwuchs- Paludikultur	HH, HN, GH	↔ 19-25-26-39 Ø 27	↔ 19-26(25-26) Ø 22 min. 5	Ø 5 max. 22	AZ: GI/GA, GE, GF, GN, GM ZZ: GN ⁺ , (GF ⁺)
		Grünland- pflege	HH, HN, GH	↔ 19-25-26 Ø 23	↔ 19-26(25-26) Ø 22, min. 5	Ø 1 max. 18	AZ: GE, GM, GN, GF ZZ: GN ⁺ , (GF ⁺)
		Aufforstung	HN, (GH)	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	↔ (10)-14-(18- 23) Ø 16, min. 10	Ø 13 max. 19	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: WA(, WE ⁺)
		Nutzungsauf- gabe mit Moor- waldentwick- lung	HH	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	16 Ø/min. 16	Ø/max. 13	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: WB(, BN)
			HN, (GH)	↔ (19-25-26)- 25-39-40 Ø 29	↔ (10)-14-(16- 18)-23) Ø 17, min. 10	Ø 12 max. 19	AZ: A, GI/GA, GE, (GF, GN, GM) ZZ: WA, WE ⁺ , (BN)
		Nutzungsauf- gabe mit Moo- rentwicklung	HH	↔ 19-25-26 Ø 23	5(-6) Ø/min. 5	Ø/max. 18	AZ: GE, GN, GF, GM ZZ: NS, MWT, (MH)
			HN	↔ 19-25-26 Ø 23	↔ 5-10-19 Ø 11, min. 5	Ø 12 max. 18	AZ: GE, GN, GF, GM ZZ: NR ⁺ , NS

Maßnahmenpaket für landwirtschaftliche Nutzflächen	Boden- kategorie	THG-Emissionen gemäß HöPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz- Biotoptypen DRACHENFELS (2021)
		Ausgangs- zustand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
(anschließende) Erhaltungsmaßnahmen zur Beibehaltung der Teil-/Vollvernässung: – technische Instandhaltung, Nachjustieren der Wasserstände, Monitoring	HH, HN, GH, G/H, SDK, SMK	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen ohne Vernässung: – Mahd oder Mulchmahd, mehrmals jährlich bis sporadisch nach Bedarf, Beweidung	HH, HN, GH, G/H, SDK, SMK	keine signifikante Minderung			

¹ Annahme, dass mit mächtigerer Deckschicht und einem Ausbleiben der Bodenbearbeitung von einer Halbierung der Emissionen ausgegangen wird.

² siehe unter ¹, nur wird hier von einer Abnahme um ein Drittel der Emissionen ausgegangen.

+ unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Untertypen

Bei der **Anbau-Paludikultur** werden Feuchtgebietspflanzen wie z. B. Röhricht-, Seggen-, Torfmoosarten, Sonnentau oder Erlen gezielt angebaut. Bei der Errichtung und dem Betrieb von **Photovoltaikanlagen** erfolgt nach einer Vollvernässung des Standortes nur noch die betriebsbedingte Pflege der Fläche. Für beide Vollvernässungsvarianten stellen Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, EU-Vogelschutzgebiete sowie die Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes eine Eingrenzung des Suchraums dar. Dies gilt auch für schutzwürdiges Grünland- und Sumpf-/Moor-Biotoptypen, die nicht für diese beiden Vollvernässungsvarianten zur Verfügung stehen sollen. Diese Ausschlussflächen sind als fachliche Empfehlung zu verstehen. Besonders geeignet für diese Vollvernässungsvarianten sind Flächen zudem, wenn sie auch außerhalb von Landschaftsschutzgebieten liegen. Zwar sind Auflagen und Nutzungseinschränkungen geringer als in den ausgeschlossenen Schutzgebietskategorien, es ist aber dennoch eine Prüfung auf Vereinbarkeit mit dem in der jeweiligen Landschaftsschutzgebietsverordnung verankerten Schutzzweck notwendig. Die in den Regionalen Raumordnungsprogrammen festgelegten Vorranggebiete für Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung stellen keinen kategorischen Ausschluss für Anbau-Paludikulturen dar, sind aber dennoch als erschwerender Faktor zu werten. Eine zusammenhängende Fläche von mindestens zehn Hektar stellt gemäß NORDT et al. (2022) für Anbau-Paludikulturen einen begünstigenden Faktor hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit dar.

Im Vergleich zur Grünlandpflege steht bei der **Aufwuchs-Paludikultur** die wirtschaftliche Nutzung im Vordergrund. Die Mahdfrequenz ist höher und der Mahdzeitpunkt richtet sich nicht unbedingt nach z. B. avifaunistischen Belangen oder nach spät blühenden Arten. Je nach Ausgestaltung der Bewirtschaftung können aber auch fließende Übergänge zur Grünlandpflege vorliegen. Besonders geeignet für Aufwuchs-Paludikultur sind Niedermoorböden, da diese aufgrund der nährstoffreicheren Torfe standortbedingt geeigneter für eine nährstoffbasierte Bewirtschaftung sind als die nährstoffarmen Hochmoorböden. Zudem beherbergt nasses Grünland auf Niedermoorstandorten artenreichere Grünlandgesellschaften als auf Hochmoorstandorten und ist damit aus naturschutzfachlicher Sicht erhaltenswerter. Da innerhalb dieser Variante keine Umwandlung von Grünland stattfindet, ist eine Lage innerhalb des Vorranggebietes „Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung“ gegenüber anderen Vollvernässungsvarianten als begünstigend einzustufen.

Bei der Vollvernässungsvariante „**Nutzungsaufgabe mit Moorentwicklung**“ wird die landwirtschaftliche Nutzung zugunsten einer neuerlichen Moorentwicklung aufgegeben. Aufgrund dessen ist die Lage außerhalb des Vorranggebietes

Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung vorzusehen. Besonders geeignet für diese Vollvernässungsvariante ist die Lage innerhalb von Schutzgebieten, da sich hier – eine Vereinbarkeit mit dem Schutzzweck vorausgesetzt – Synergien mit Arten-/Biotop-/Landschaftsschutz ergeben. Da innerhalb der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes eine geeignete, niedrigwüchsige Vegetationsstruktur für die Zielarten erhalten werden muss und infolge der freien Sukzession nach der Vernässung höherwüchsige Vegetationsbestände entstehen können, sollten Vernässungen mit Nutzungsaufgabe vorrangig außerhalb der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogramms erfolgen. Extensiv genutzte Hochmoorgrünlandflächen stellen sich artenärmer dar als vergleichbare Grünlandflächen auf Niedermoorstandorten. Sie neigen zudem zu einer aus landwirtschaftlicher und naturschutzfachlicher Perspektive problematischen Dominanz von Arten wie der Flatterbinse (BUCHWALD et al. 2010). Daher eignen sich die ohnehin schon aufwendiger zu erhaltenden Hochmoorgrünlandstandorte gegenüber Niedermoorstandorten besonders für diese Vollvernässungsvariante.

Im Vergleich zur Aufwuchs-Paludikultur steht bei der **Grünlandpflege** nicht die landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung der aufgewachsenen Biomasse, sondern die naturschutzfachliche Pflege im Vordergrund. Besonders geeignete Flächen sind solche innerhalb von Schutzgebieten mit Synergien mit Arten-/Biotop- und Landschaftsschutz sowie solche innerhalb der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogramms durch den Erhalt geeigneter Vegetationsstrukturen. Auf Niedermoorstandorten können artenreichere Grünlandgesellschaften einfacher erhalten werden als auf Hochmoorstandorten, daher eignen sich Niedermoorstandorten besonders für diese Variante der Vollvernässung. Auch die Lage innerhalb des Vorranggebietes Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung ist Grünlandpflege gegenüber Anbau-Paludikultur oder Photovoltaikanlagen als günstig zu werten.

Nutzungsform „ungenutzte Flächen“

Zu der Nutzungsform „ungenutzte Flächen“ gehören Flächen mit der tatsächlichen Nutzung (s. Anhang 1) „Moor“, „Heide“ und „Brache“. Zur Minderung der THG-Emissionen und zum Erhalt des Kohlenstoffspeichers sind bei entwässerten Flächen je nach Ausgangs- und angestrebten Zielzustand Maßnahmen zur Teil- oder Vollvernässung möglich (Tabelle 15). Die höchste THG-Minderung ist bei einer Vollvernässung stark entwässerter Flächen zu erwarten. Für Flächen mit bereits moortypischen Wasserständen sollten über Erhaltungsmaßnahmen wie etwa die technische Instandhaltung der Vernässungseinrichtungen die bestehenden Bedingungen aufrechterhalten werden.

Nutzungsform „(wiedervernässte) Torfabbaufflächen“

Der Entwicklungspfad bestehender Torfabbaufflächen wird von der behördlich festgelegten Folgenutzung bestimmt. In wiedervernässten Torfabbaufflächen können durch Entwicklungs- oder Erhaltungsmaßnahmen torfbildungsfördernde Wasserstände geschaffen werden. Hierzu gehört die Optimierung und Instandhaltung bestehender Vernässungseinrichtungen wie Verwallungen und Überläufe, ein aktives Wassermanagement mit der Umverteilung von Wasser innerhalb der Polder oder die Beruhigung großflächiger Wasserflächen (Tabelle 16). Die Beimpfung mit z. B. Torfmoosen mag zwar keinen großen Effekt bei der Minderung der THG-

Emissionen zeigen, trägt aber zur Förderung einer erneuten Torfbildung und damit einer langfristigen Kohlenstofffestlegung bei.

Nutzungsform „Wald“

In derzeitigen Waldbereichen lassen sich über Maßnahmen zur Teil- und Vollvernässung Optimierungen erreichen. Bei einer geeigneten Ausgangslage ist unter Beachtung der waldrechtlichen Regelungen eine Vollvernässung mit einer Umwandlung des Waldes zu offenen Lebensräumen oder auch eine Revitalisierung von Waldmooren möglich, was z. B. bei inzwischen bewaldeten degradierten Hochmooren mitunter unmittelbares Ziel der Maßnahme sein kann

Tabelle 15: Übersicht zum Maßnahmenpaket „ungenutzte Flächen“. Erläuterungen: HH = Hochmoor, HN = Niedermoor, GH = Moorgley, G/H = flach überlagerter Torf. ↔ Spanne der Emissionsfaktoren, min. = minimal anzunehmender Emissionsfaktor gem. TIEMEYER et al. (2020). Ø = Mittelwert aus den Spannen, max. = maximal anzunehmende Differenz. Farbliche Kennzeichnung der Klassen der Emissionsfaktoren: < 5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-35 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Maßnahmenpaket für ungenutzte Flächen	Bodenkategorie	THG-Emissionen gemäß HöPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz-Biotypen DRACHENFELS (2021)
		Ausgangszustand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Teilvernässung bis auf 10 cm unter Flur – Abschrägen von Torfstichkanten – Grabenanstau, -einstau	HH, GH	↔ (9-15-)21-22-25 Ø 19	↔ 5-9-15-21 Ø 13	6	AZ: (MWD), (MGF), MGT/MGZ/MGB, MP ⁺ , MD ZZ: NS/MWT/MS, MWD, MPF, MGF
	HN, GH	19-25-26 Ø 23	↔ 4-5-10-19-25-26 Ø 15	8	AZ: UH, GN ^{b+} , GF ^{b+} ZZ: NR, NS, UHF, GN ^{b+} , GF ^{b+}
	G/H	↔ 10-13 Ø 12	↔ 2-3-5-10-13 Ø 7	↔ 2-3-5-10-13 Ø 5	AZ: UH, GN ^{b+} , GF ^{b+} ZZ: NR, NS, UHF, GN ^{b+} , GF ^{b+}
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Vollvernässung (über 10 cm unter Flur), Maßnahmen siehe Teilvernässung, zusätzlich: – Grabenverfüllungen – Rückbau von Entwässerungseinrichtungen – Kammerungen – Bau von Verwallungen Einbau von Spundwänden	HH, GH	↔ (9-15-)21-22-25 Ø 19	↔ 4-5-6-15-21 Ø 10 min. 5	Ø 9 max. 14	AZ: (MWD), (MGF), MGT/MGZ/MGB, MP ⁺ , MD ZZ: NS, MWS/MWT/MS, MPF, MGF, MH, MZ
	HN, GH	↔ 19-25-26 Ø 23	↔ 4-5-10-19 Ø 10 min. 5	Ø 13 max. 18	AZ: UH, GN ^{b+} , GF ^{b+} ZZ: NR ⁺ , NS
	G/H	↔ 10-13 Ø 12	↔ 2-3-5-10 Ø 5	Ø 7	AZ: UH, GN ^{b+} , GF ^{b+} ZZ: NR, NS
(anschließende) Erhaltungsmaßnahmen zur Beibehaltung der Teil-/Vollvernässung: – technische Instandhaltung, Nachjustieren der Wasserstände, Monitoring	HH, HN, GH	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen ohne Vernässung, die einer natürlichen Waldentwicklung entgegenwirken sollen: – Beweidung, Entkusseln, Forstmulchen, Mulchen	HH, HN, GH	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen, die eine natürliche Waldentwicklung zulassen bzw. fördern – aktive Anlage von Moor- und Bruchwäldern – Schaffung von Waldgürteln und Pufferzonen	HH, HN, GH	keine signifikante Minderung, aber Nutzung der Funktion des Waldes als C-Speicher			

* unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Untertypen

^b Brachestadien

Tabelle 16: Übersicht zum Maßnahmenpaket „wiedervernässte Torfabbauflächen“. Erläuterungen: HH = Hochmoor, GH = Moorgley. Die in Klammern stehenden Referenz-Biotoptypen sind weniger häufig Ausgangs- oder Zielzustand, die mit Schrägstrich hintereinanderstehenden Biotoptypen weisen den gleichen Emissionsfaktor auf. ↔ Spanne der Emissionsfaktoren, min. = minimal anzunehmender Emissionsfaktor gemäß TIEMEYER et al. (2020). Ø = Mittelwert aus den Spannen, max. = maximal anzunehmende Differenz. Farbliche Kennzeichnung der Klassen der Emissionsfaktoren: < 5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-35 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Maßnahmenpaket für wiedervernässte Torfabbauflächen	Boden- kategorie	THG-Emissionen gemäß HÖPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz- Biotoptypen DRACHENFELS (2021)
		Ausgangszu- stand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
Entwicklungsmaßnahmen zur Vollvernässung (über 10 cm unter Flur) – Wasserumverteilung/-management – Erhöhung bestehender Verwallungen – Verstärkung bestehender Verwallungen durch Spundwände	HH, GH	↔ (9-15-) 21-22-25 Ø 19	↔ 4-5-6 (-19-21) Ø 10 min. 5	Ø 9 max. 14	AZ: (MWD), (MGF), MGT/MGZ/MGB, MP+, MD ZZ: MWS/MWT/MS, MIW, MH, (MPF), (MGF)
Entwicklungsmaßnahmen bei bestehender Vollvernässung – Beimpfung mit Torfmoosen und/oder Ammenpflanzen – Beruhigung großer Wasserflächen durch Wellenbrecher	HH, (GH)	5	4	1	AZ: MIW ZZ: MWS/MWT
(anschließende) Erhaltungsmaßnahmen zur Beibehaltung der Vollvernässung – technische Instandhaltung, Nachjustieren der Wasserstände, Monitoring	HH, (GH)	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen ohne Vernässung, die ei- ner natürliche Waldentwicklung entgegen- wirken sollen: – Beweidung, Entkusseln, Forstmulchen, Mulchen	HH, (GH)	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen, die – unter Beachtung der Genehmigungsaufgaben – in nicht ausrei- chend vernässbaren Bereichen eine natürliche Waldentwicklung zulassen – aktive Anlage von Moor- und Bruchwäl- dern – Schaffung von Waldgürteln und Pufferzo- nen	HH, (GH)	keine signifikante Minderung, aber Nutzung der Funktion des Waldes als C-Speicher			

* unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Untertypen

Tabelle 17: Übersicht zum Maßnahmenpaket „Wald“. Erläuterungen: HH = Hochmoor, HN = Niedermoor, GH = Moorgley, G/H = flach über-
lagerter Torf, SDK = Sanddeckkultur. ↔ Spanne der Emissionsfaktoren, min. = minimal anzunehmender Emissionsfaktor gemäß TIEMEYER et al.
(2020). Ø = Mittelwert aus den Spannen, max. = maximal anzunehmende Differenz. Farbliche Kennzeichnung der Klassen der Emissionsfakto-
ren: < 5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-35 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Maßnahmenpaket für Waldflächen	Boden- kategorie	THG-Emissionen gemäß HÖPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz- Biotoptypen DRACHENFELS (2021)
		Ausgangszustand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Teilvernässung bis auf 10 cm unter Flur – Grabenanstau, -einstau	HH	↔ 23-25 Ø 24	↔ (16)-23 Ø 21	Ø 3	AZ: WV, WP ZZ: (WB/BN), WV
	HN	25	↔ (10-14-16-18-23)- 25 Ø 22	Ø 3	AZ: WU/WP ZZ: (WA, WE+, BN), WU
	GH	↔ 23-25 Ø 24	↔ (5-10-14-16-18- 23-25 Ø 20	Ø 5	AZ: WV, WP/WU ZZ: (WB/BN, WN, WA, WE+), WU/WP, WV
Entwicklungsmaßnahme mit dem Ziel der Vollvernässung (über 10 cm unter Flur), Maßnahmen siehe Teilvernässung, zusätzlich: – Grabenverfüllungen – Rückbau von Entwässerungseinrich- tungen	HH	↔ 23-25 Ø 24	↔ 4-5-6-15-16-21 Ø 11 min. 5	Ø 13 max. 19	AZ: WV, WP WB/BN, MWS/ MWT/MS, NS, MIW, MPF, MGF, MH
	HN	25	↔ 4-5-10-14-16- 18-19-23 Ø 14 min. 5	Ø 10 max. 20	AZ: WU/WP ZZ: WA, WE+, BN, NS, NR
	GH				AZ: WV, WP/WU

Maßnahmenpaket für Waldflächen	Boden- kategorie	THG-Emissionen gemäß HöPER (2022) in t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹			Referenz- Biotoptypen DRACHENFELS (2021)
		Ausgangszustand (AZ)	Zielzustand (ZZ)	Minderung	
– Kammerungen – Bau von Verwallungen – Einbau von Spundwänden		↔ 23-25 Ø 24	↔ 4-5-6-10-14-15- 16-18-19-21-23 Ø 14 min. 5	Ø 14 max. 19	WA, WE ⁺ , WN, WB/BN, MWS/MWT /MS, NS, MIW, MPF, MGF, NR ⁺ , MZ ⁺
(anschließende) Erhaltungsmaßnahmen zur Beibehaltung der Teil-/Vollvernässung technische Instandhaltung, Nachjus- tieren der Wasserstände, Monitoring	HH, HN, GH	keine signifikante Minderung, aber Verhinderung höherer THG-Emissionen			
Pflegemaßnahmen ohne Vernässung Bekämpfung von Neophyten, Wald- umbau, Herabsetzen des Besto- ckungsgrades, Extensivierung	HH, HN, GH, G/H, SDK, SMK	keine signifikante Minderung			

* unterschiedliche Emissionsfaktoren für die Untertypen

4.6 Moorgebietsbezogene Datenblätter

Für die 277 Moorgebiete wurden auf den jeweiligen Datenblättern (siehe Teil C) weitere, in den folgenden Abschnitten dargestellten Rahmenbedingungen, Maßnahmenhinweise sowie Projektinformationen zusammengestellt, um einen besseren Überblick und Einschätzung zu den einzelnen Gebieten geben zu können.

4.6.1 Weitere begünstigende oder erschwere Faktoren

Um die Bewertung des Potenzials zur Anhebung der Wasserstände zur THG-Minderung übersichtlich zu gestalten, wurde eine begrenzte Anzahl an Hauptkriterien gewählt (vgl. Kap. 4.4.1). Ergänzende Informationen zu weiteren begünstigenden oder erschwere Faktoren wurden separat und ausschließlich für die Moorgebiete zusammengefasst.

Eine Übersicht über die Grundlagendaten, die bei den nachfolgend beschriebenen Faktoren verwendet wurden, gibt Anhang 3.

Naturschutz / Biodiversität

Den naturnäheren Mooren kommt eine hohe Bedeutung im Hinblick auf die biologische Vielfalt zu. Durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten – und Naturschutz (NLWKN) wurden ältere und aktuellere Biotopkartierungen zusammengestellt und besonders naturnahe Biotoptypen mit moortypischen Wasserständen herausgestellt (SAATHOFF 2022). Vorkommen von **bedeutsamen Moorbiotopen** in einem Gebiet sind begünstigend für Maßnahmen zur Anhebung des Wasserstandes zu werten, die zugleich auch dem Biotopschutz dienen. Die Neueinrichtung von Anbau-Paludikulturen schließen sie hingegen aus. Für jedes Moorgebiet wurde der Flächenanteil berechnet.

FFH-Lebensraumtypen, d. h. natürliche und naturnahe Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse gemäß der FFH-Richtlinie, sind besonders zu schützen und zu fördern. Entwässerungsbasierte FFH-Lebensraumtypen sind bereits im Kriterium „entwässerungsbasierte Schutzobjekte“ (Kap. 4.4.1.3) inkludiert. Die mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) abgestimmte Einordnung in moortypische, mooruntypische und als intermediär zu wertende FFH-Lebensraumtypen wurde von KOPPENSTEINER et al. (2023) übernommen. Als begünstigend wurden demnach moortypische FFH-Lebensraumtypen wie 3160, 4010, 7110, 7120, 7140,

7150, 91D0 und 91E0 gewertet, zu den ambivalent zu wertenden FFH-Lebensraumtypen zählten 3110, 6230, 6410 und 6430. Alle weiteren FFH-Lebensraumtypen sind als mooruntypisch einzustufen.

Liegen Informationen über eine **faunistische Bedeutung** eines Moorgebietes vor, so kann dies bei Tiergruppen mit Bindung an weniger nasse Lebensräume einer Optimierung der Wasserstände entgegenstehen. Für die Berechnung des Flächenanteils der für die Fauna bedeutsamen Bereiche innerhalb eines Moorgebietes wurden nur solche Flächen bewertet, bei denen ausreichende Bestandszahlen vorlagen, Flächen ohne oder mit nicht ausreichenden Bestandszahlen („Status offen“) wurden ausgeschlossen.

Ungenutzte Moore sind größtenteils über **Schutzgebiete für die Natur** wie etwa Naturschutzgebiete gesichert, teils ist auch eine Renaturierung konkret als Schutzzweck in der Naturschutzgebietsverordnung festgehalten. Bei FFH-Gebieten besteht über das Verschlechterungsverbot Handlungsbedarf, Beeinträchtigungen der natürlichen Lebensräume und Störungen der Arten, für die das Gebiet ausgewiesen wurde, zu vermeiden. In Schutzgebieten für die Natur können Synergien aus Moor-, Klima- und Naturschutz genutzt werden, gleichwohl schließen sie eine den Schutzziele zuwiderlaufende Nutzung aus. Für die Moorgebiete wurde der jeweilige Flächenanteil der verschiedenen Schutzgebietskategorien (Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Nationalparke und Biosphärenreservate) berechnet.

Bei **Flächen mit natürlicher Waldentwicklung** (NWE) sind Maßnahmen zur Anhebung der Wasserstände erschwert, da – mit Ausnahme des Nationalparks Harz – Erstinsandsetzungsmaßnahmen gemäß dem Runderlass des ML und des MU vom 01.07.2018 nur bis zum 31.12.2020 zulässig waren.

Über eine **Vor-Ort-Betreuung** kann ein zielgenaueres Gebietsmanagement erfolgen. So sind in Schutzgebieten die Niedersächsischen Landesforsten für Flächen in ihrem Eigentum verantwortlich. Landeseigene Flächen mit dem räumlichen Schwerpunkt in der Weser-Ems-Region betreut die Staatliche Moorverwaltung. Des Weiteren erfolgt eine Betreuung insbesondere naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen über Naturschutzstationen des NLWKN oder über Ökologische Stationen. Eine vorhandene Betreuung kann daher als begünstigender Faktor gewertet werden. Innerhalb der Moorgebiete wurde der Flächenanteil der naturschutzfachlich betreuten Flächen berechnet.

Boden

Bei der Versickerungsrate spielt die **Durchlässigkeit des mineralischen Untergrundes** an der Moorbasis eine wesentliche Rolle. Sie kommt in überwiegend sandgeprägten Gebieten und/oder in Gebieten mit niedrigem Grundwasserstand zum Tragen. Zur Einschätzung der Durchlässigkeit des Mineraluntergrundes wurde der Textabschnitt „Schichtaufbau“ in SCHNEEKLOTH et al. (1970-1983) verwendet. Als erschwerend für eine Anhebung der Wasserstände wurden „kiesig“ oder „Grobsand“ in Kombination mit „verbreitet“ oder „vorwiegend“ gewertet. Als begünstigend wurden Wortkombinationen „podsoliert“, „lehmig“ oder „tonig“ mit „verbreitet“ oder „vorwiegend“ eingeschätzt.

Eine geringe **Weißtorfmächtigkeit** kann in landwirtschaftlich geprägten Bereichen auf eine zunehmend unwirtschaftlich werdende Bewirtschaftung hinweisen, da der darunter liegende, gering durchlässige Schwarztorf zu Staunässe neigt. Aus dem Textabschnitt „Schichtaufbau“ aus SCHNEEKLOTH et al. (1970-1983) wurden Informationen zur Weißtorfmächtigkeit zusammengetragen. Ergänzt wurden diese durch die in den Karten des Niedersächsischen Moorschutzprogrammes (MU 1981) verzeichnete Weißtorfmächtigkeit der von BIRKHOLZ et al. (1980) untersuchten Hochmoore. Bei der Mächtigkeit ist zu beachten, dass diese durch Sackung, Schrumpfung und Schwund stark an Höhe verloren hat.

Um Moorböden landwirtschaftlich besser nutzbar zu machen, wurden diese u. a. tiefumgebrochen. Mit einem Pflug wurde hierzu das Torfprofil gekippt und mit dem Unterboden vermischt. So wurden stauende Torf- oder Unterbodenschichten durchbrochen und die Versickerungsraten erhöht. Diese Wirkung reicht auch in benachbarte Standorte hinein und wirkt sich somit degradierend auf die dort erhaltenen Torfprofile aus. Der **Anteil an Moor-Treposolen** kann daher als Indikator für den Entwässerungszustand eines Moorgebietes dienen und als erschwerender Faktor für eine Anhebung der Wasserstände gewertet werden.

Die Art der Folgenutzung von **Abtorfungsflächen** entscheidet mit darüber, wie mächtig die Resttorfauflage nach erfolgter Abtorfung ist oder ob anschließende Meliorationen wie Sandmischkulturen erfolgt sind. Je Moorgebiet wurde der Anteil der verschiedenen Folgenutzungsarten ermittelt. Die Folgenutzung „Naturschutz“ ist hinsichtlich des Ziels der Treibhausgasreduktion als begünstigend zu betrachten. Erschwerend auch im Hinblick auf den Wasserhaushalt im Umland (vgl. Kap. 4.3.2) aufgrund des sich weit überwiegend anschließenden Tiefumbruchs sind die Folgenutzungen „Ackerland“ und „Landwirtschaft“ zu werten. Im Unterschied dazu ist bei der Folgenutzung „Grünland“ in der Regel kein Tiefenumbruch erfolgt und deshalb eine Resttorfschicht erhalten geblieben.

Wasser

Die Lage von Moorgebieten innerhalb von Wasserschutzgebieten ist teils als begünstigend, teils als erschwerend und daher insgesamt als ambivalent zu werten. In den Datenblättern wird der Flächenanteil an **Schutz- und Gewinnungsgebiete für Grund- und Trinkwasser** je Moorgebiet angegeben.

Eine möglichst lange Wasserhaltung fördert grundsätzlich die Neubildung von Grundwasser. Lokal kann es jedoch durch natürliche vertikale Abdichtungsprozesse zu gleichbleibenden bis leicht abnehmenden Grundwasserneubildungsraten kommen.

Durch den Wegfall oder eine Extensivierung der Flächennutzung durch Teil- oder Vollvernässung ist mit geringeren

externen (landwirtschaftlichen) Einträgen von z. B. Pflanzenschutz- oder Düngemitteln (v. a. Nitrat) in Oberflächen- und Grundwasser zu rechnen. Steigende Wasserstände können zu veränderten Stoffdynamiken und zu einer Zunahme interner Einträge führen, überwiegend verursacht durch Veränderungen der Redoxbedingungen. Dazu zählen die Rücklösung von Eisenhydroxid in den Moorböden, oft einhergehend mit der Freisetzung der an den Eisenhydroxidoberflächen sorbierten Stoffen wie z. B. Phosphat. Auch mit einer erhöhten Freisetzung von gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC), Ammonium und Sulfat, unter Umständen auch Schwermetallen, muss, zumindest in angrenzenden Oberflächengewässern, gerechnet werden. Auch kann es zu einem vermehrten Austrag von Huminstoffen aus Moorflächen kommen, welche eine (unbedenkliche) Gelbfärbung des Wassers verursachen.

Absenktrichter um Trinkwassergewinnungsbrunnen können sich negativ auf den Wasserhaushalt angrenzender Moore auswirken und z. B. eine Vernässung degradierter Moore erschweren. Häufig unterscheiden sich jedoch der durch die Wasserentnahme entstandene Absenktrichter und das Trinkwassergewinnungsgebiet. Die Wasserschutzgebiete können somit nur eine Annäherung an Bereiche mit erschwerenden Rahmenbedingungen sowie Konfliktbereiche zwischen Klima- und Moorschutz und der Trinkwassergewinnung geben.

Vom NLWKN wurden **potenziell nutzbare Retentionsflächen** an ausgewählten niedersächsischen Gewässern identifiziert. Diese Flächen sind vom Gewässer getrennt, aber geeignet, um angebunden zu werden. Je Moorgebiet wurde der Anteil im Datenblatt angegeben. Bei einem hohen Anteil an potenziell nutzbaren Rückhalteflächen können insbesondere bei Niedermoorböden Synergieeffekte zwischen Hochwasserschutz und Moorschutz genutzt werden. Jedoch ist anzunehmen, dass diese identifizierten Retentionsflächen nicht den erforderlichen Flächen- und Wasserbedarf für umfangreiche Teil- und Vollvernässungen mit aktivem Wassermanagement decken zu können.

Für die Moorgebiete wurde der Anteil von Auen der WRRL-Prioritätsgewässer der **Programmkulisse des Aktionsprogramms Niedersächsische Gewässerlandschaften** ermittelt. Hier können Synergieeffekte zwischen Hochwasserschutz, Naturschutz und Klimaschutz auftreten. Gleichwohl kann die Gewährleistung der Durchgängigkeit bei großflächiger Vernässung auch ein Konfliktpotenzial darstellen.

Eine hohe Gewässerdichte ist hinsichtlich einer Anhebung der Wasserstände ambivalent zu werten. Die **Gewässer erster und zweiter Ordnung** weisen eine erhebliche Bedeutung für die Wasserwirtschaft auf; Gewässer zweiter Ordnung haben im jeweiligen Gebiet des Unterhaltungsverbandes eine überörtliche Bedeutung. Diese Gewässer weisen eine höhere Anzahl an Oberliegern auf, wodurch die rechtlichen Hürden für Maßnahmen in und an diesen höher sind als bei Gewässern dritter Ordnung. Ein dichtes Gewässernetz kann aber auch begünstigend wirken, da der zu vernässenden Fläche schneller Wasser zugeführt werden kann, sofern Einrichtungen zur Wasserstandsregulierung vorhanden sind oder mit vertretbarem Aufwand eingebaut werden können. Da die Gewässerdichte ambivalent zu werten ist, wird die mittlere Dichte an Gewässer- bzw. Verbandsgewässerslängen je Quadratkilometer je Moorgebiet im Datenblatt angegeben, jedoch nicht als „begünstigend“ oder „erschwerend“ im Hinblick auf eine Anhebung der Wasserstände eingeordnet.

Nutzung

Insbesondere in den Mooregebieten der niedersächsischen Küstenregion hat die **Milchviehhaltung** eine große ökonomische Bedeutung (JANSEN-MINBEN et al. 2022). In Gebieten mit einer hohen Milchviehdichte ist aufgrund der Nutzungskonflikte von erschwerenden Rahmenbedingungen für die Anhebung von Wasserständen auszugehen.

Um eine differenziertere Bewertung vornehmen zu können, wurden die auf Gemeindeebene vorliegenden Daten zur Milchviehdichte aus dem Thünen-Agraratlas (THÜNEN AGRARATLAS 2022) verwendet (Abbildung 14). Dieser Atlas bezieht u. a. Daten der Statistischen Ämter der Länder, Kreisdaten der Landwirtschaftszählung und Daten des AFiD-Panel Agrarstruktur gemäß GOCHT & RÖDER (2014) ein. Als erschwerender Faktor wurde eine Milchviehdichte von $0,7 \text{ GVE ha}^{-1}$ (vgl. JANSEN-MINBEN et al. 2022) bei einem Grünlandanteil der Gemeinden von über 35 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche gemäß InVeKoS-Daten (SLA 2023) definiert.

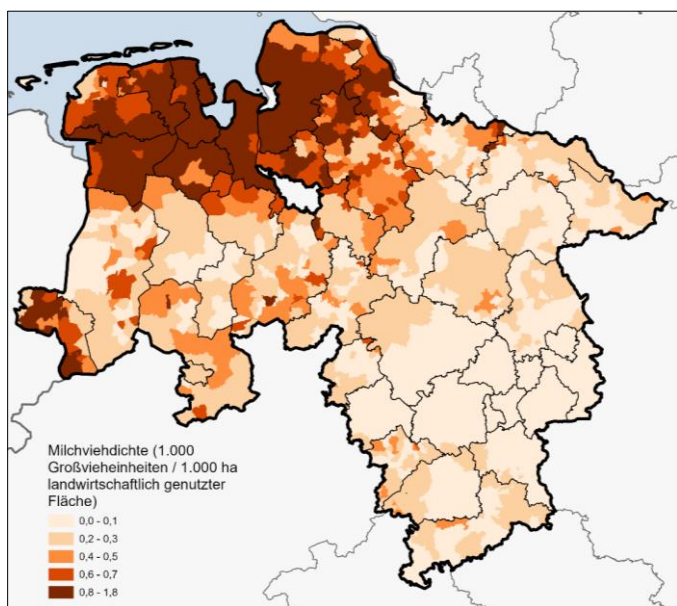


Abbildung 14: Milchviehdichte je Gemeinde. Daten entstammen dem Thünen-Agraratlas (2022): Diese wurde nach GOCHT & RÖDER (2014) auf Gemeindeebene mit Daten der Statistischen Ämter der Länder, Kreisdaten der Landwirtschaftszählung 2020, FDZ der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder, der Landwirtschaftszählung 2010/2020 und AFiD-Panel Agrarstruktur berechnet.

Vorranggebiete

Für verschiedene Vorranggebiete des Landes-Raumordnungsprogrammes (LROP) wurden die Anteile je Moorgebiet ermittelt, darunter Vorranggebiet Rohstoffe, Vorranggebiet Torferhalt, Vorranggebiet Trinkwasser, Vorranggebiet Wald sowie Vorranggebiet für Biotopverbund. Aus den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RRÖP) wurde das Vorranggebiet Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung einbezogen. Die Vorranggebiete sind je nach anvisiertem Maßnahmenpaket (vgl. Kap. 4.4.2) differenziert zu betrachten und daher nur mit ihrem Anteil und nicht wertend im Datenblatt aufgeführt.

Flurbereinigung

Flurbereinigung kann mit der Umverteilung von teils kleinpärzellierten Eigentumsverhältnissen bei der räumlichen Auflösung von Nutzungs- und Interessenskonflikten hilfreich sein (WREESMANN & HÖPER 2022). Es erfolgte die Berechnung des Flächenanteils von in Umsetzung befindlichen und geplanten Flurbereinigungsverfahren je Moorgebiet. Diese geben in Ergänzung zu den Eigentumsdaten Informationen zu einer potenziellen Flächenverfügbarkeit.

4.6.2 Gebietsübergreifende Maßnahmen

Der Klimawandel stellt den niedersächsischen Küstenraum vor große Herausforderungen (SPIEKERMANN et al. 2018, Projekt „Klimaoptimiertes Entwässerungsmanagement im Verbandsgebiet Emden“ KLEVER). Eine Anhebung der Zielwasserstände oder der lokale Rückbau von Schöpfwerken stellt aber auch bei eingedeichten Flussniederungen eine effektive Maßnahme des Moorbodenschutzes dar (ABEL et al. 2017). Bei Mooregebieten, in denen mehr als 10 % des Moorgebiets unterhalb des Meeresspiegels oder 25 % unter Vorfluterniveau liegen, wurde der Hinweis auf die Nutzung von Synergien mit Küsten- und Hochwasserschutz in den jeweiligen Datenblättern aufgenommen.

Nicht nur in den Küstenregionen, sondern in weiten Teilen des Landes sind Anpassungen an den Klimawandel erforderlich (vgl. Kap. 3.5). Bei von Hochmooren geprägten Mooregebieten wurde ab einem sommerlichen Defizit der klimatischen Wasserbilanz von 125 mm (NIKO 2024) in den jeweiligen Datenblättern der Hinweis auf die Notwendigkeit von Wassermanagement- und Wasserrückhaltmaßnahmen als Anpassung an den Klimawandel gegeben.

4.6.3 Vorbereitende bzw. flankierende Instrumente

Für die Transformation der landwirtschaftlichen Nutzung sind auf regionaler Ebene agrarstrukturelle Analysen notwendig (vgl. JANSEN-MINBEN et al. 2022). Hierbei werden neben Produktionsstrukturen auch ökonomische und soziale Strukturen erhoben, um gezielt Synergien zwischen agrarstruktureller Entwicklung und Moorbodenschutz nutzen und fördern zu können. Bei Mooregebieten mit vorhandener landwirtschaftlicher Nutzung wurde in den jeweiligen Datenblättern auf den Bedarf einer agrarstrukturellen Analyse verwiesen. Agrarstrukturelle Analysen sind jedoch nicht Bestandteil dieser Studie. Vor einer Umsetzung von Vernässungsmaßnahmen sind zudem eingehendere Untersuchungen von insbesondere Hydrologie und Stratigraphie im Rahmen von Machbarkeitsstudien notwendig. Zur Bewertung der zu erhebenden Grundlagendaten bieten TIEMEYER et al. (2017) einen Überblick auf verschiedenen räumlichen Betrachtungsebenen an. Für Waldmoore kann das Entscheidungsunterstützungssystem DSS-WAMOS (ZEITZ et al. 2009) genutzt werden und für Hochmoorstandorte wurde ein Abschätzungsrahmen für den Erfolg von Wiedervernässungsmaßnahmen entwickelt (HOFER et al. 2022b).

In Mooregebieten mit Naturschutzgebieten ohne bestehende Vor-Ort-Betreuung von Schutzgebieten durch Naturschutzstationen des NLWKN, Ökologische Stationen, Staatliche Moorverwaltung oder Niedersächsische Landesforsten wurde im Datenblatt der Hinweis auf die Etablierung eines gebietsbezogenen Managements gegeben.

Durch Einrichtung von Kooperationen zwischen unterschiedlichen Akteuren im ländlichen Raum sollen unterschiedliche Interessensgruppen zugunsten des Natur- und Moorschutzes zusammengeführt werden. Im Datenblatt wurde bei einem Anteil landwirtschaftlicher Flächen von mehr als 50 % der Hinweis auf einen möglichen Bedarf zur Einrichtung von Kooperationen gegeben.

Durch die Arrondierung zusammenhängender Flächen über Flurbereinigungsverfahren kann die Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz vereinfacht und Nutzungskonflikte entzerrt werden (WREESMANN & HÖPER 2022, BATHKE 2022). Wo in Managementplänen der Natura 2000-Gebiete

die Notwendigkeit einer Flurbereinigung vermerkt war, wo die Unteren Naturschutzbehörden im Zuge ihrer Beteiligung auf die Notwendigkeit hinwiesen oder dort, wo die Eigentümerstruktur in ungenutzten oder nur extensiv forst- oder landwirtschaftlich genutzten Mooren stark zersplittert ist, wurde auch im Datenblatt der Hinweis auf eine Flurbereinigung gegeben.

4.6.4 Umgesetzte oder geplante Projekte

Von bereits umgesetzten Projekten kann eine Strahlwirkung ausgehen, die weitere Projekte und Maßnahmenumsetzungen fördern können. So haben Akteure bereits zueinander gefunden oder es wurden bereits Grundlagendaten erhoben, die eine Beplanung angrenzender Flächen beschleunigt.

Informationen zu umgesetzten oder geplanten Projekten in Mooregebieten entstammen mehreren Quellen:

- Förderprojekte gemäß EFRE-Richtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ (KliMo)
- LIFE- und integrierte LIFE-Projekte im Bereich kohlenstoffreicher Böden
- MoorIS-Projektdatenbank
- Rückläufe der im Sommer 2023 und Frühjahr 2024 erfolgten Beteiligung der Landkreise und kreisfreien Städte
- Rückläufe aus einer Abfrage bei den Ökologischen Stationen
- Recherche bei Naturschutzverbänden und Naturschutzstiftungen
- Managementpläne von in Mooregebieten gelegenen FFH-Gebieten und EU-Vogelschutzgebieten
- Auswertung von Luftbildzeitreihen und DGM1, je nach Alter der Luftbilder konnten jüngst umgesetzte Maßnahmen nicht erfasst werden

Die in den Karten dargestellten und in den Maßnahmenblättern aufgeführten Informationen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Maßnahmen mit größeren Bodenbewegungen konnten etwa zielsicherer verortet werden als z. B. punktuelle Grabenstaue.

Aufgeführt in den Karten sind nur Maßnahmen zur Anhebung von Wasserständen, nicht aber reine Pflegemaßnahmen. Zudem wurde versucht, den tatsächlichen Wirkungsbereich abzugrenzen, nicht aber z. B. das gesamte Naturschutzgebiet, in dem die ggf. nur punktuelle Maßnahme stattgefunden hatte. Zur Wiedervernässung hergerichtete Flächen wurden erst dann in die Kartendarstellung aufgenommen, wenn eine erneute Optimierung des Zustandes nach Erstherrichtung erfolgt war. Ziel war es, tatsächlich ausreichend vernässte Bereiche abzubilden. Dort ist zwar der Bedarf zur (weiteren) Anhebung der Wasserstände gering, stattdessen ist der ausreichende Vernässungsgrad durch instand haltende Maßnahmen und begleitendes Monitoring zu erhalten.

4.6.5 Raumrelevante Planungen

Dort wo z. B. Trassenverläufe von geplanten Starkstromleitungen oder geplanten Autobahnabschnitten durch Mooregebiete verlaufen, wurde dies im Datenblatt des jeweiligen Mooregebiets aufgeführt. Des Weiteren wurden Hinweise auf raumrelevante Planungen im Zuge der Beteiligung der Unteren Naturschutzbehörden, der Regionalgespräche

sowie der Stellungnahmen zum Entwurf dieser Studie aufgenommen.

4.7 Priorisierung

Aus der Summe der Bewertungen des Treibhausgas-Minderungspotenzials und des Maßnahmenpotenzials wurde die Priorität zur Anhebung der Wasserstände zunächst für jede Rasterzelle ermittelt (Tabelle 18). Für die Betrachtung auf Mooregebiets- und Landesebene wurde die Skala der sich ergebenden Punktsomme von 2-10 in eine fünfstufige Skala umklassifiziert. Aus dieser wurde für jedes Mooregebiet der gewichtete Mittelwert berechnet, um die Mooregebiete in Gebiete geringer, mittlerer und hoher Priorität einteilen zu können und so auf Landesebene einen besseren Überblick zu erhalten. Als Grenzwerte zwischen Mooregebieten geringer, mittlerer und hoher Priorität wurden die 25-% und 75-%-Perzentile der Spannweite der ermittelten gewichteten Mittelwerte verwendet. Durch die Verwendung des 75-%-Perzentils statt einer Drittelung der Spannweite werden die Flächen, die oberste Priorität haben sollen, besonders herausgestellt.

Tabelle 18: Prioritäten und zugehörige Punktsommen aus dem THG-Minderungs- und Maßnahmenpotenzial.

Punkte summe	Kategorie	umklassifizierter Wert	Priorität zur Anhebung der Wasserstände
-	„blau“	-	Erhaltungspotenzial
10	-	5	hoch
9	-	4	mittel bis hoch
8	-		
7	-	3	mittel
6	-		
5	-		
4	-	2	gering bis mittel
3	-		
2	-	1	gering
-	„dunkelrot“	-	nachrangig

Die Farbgebung findet sich in Karte 6 wieder.

5 Ergebnisse

Im Folgenden werden die über die angewendete, zuvor erläuterte Methodik (Kap. 4) erzielten Ergebnisse beschrieben. Die Mooregebiete sind mit in Klammern gestellter laufender Nummer von Nordwest nach Südost identifizierbar (s. Teil B – Karte 1).

5.1 Betrachtungsraum der Potenzialstudie

In Niedersachsen sind nach KRBKat_GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023) insgesamt rund 545.900 Hektar kohlenstoffreiche Böden vorhanden (

Tabelle 20). Die in der Potenzialstudie betrachtete Gesamtheit der kohlenstoffreichen Böden ohne rund 32.500 Hektar Siedlungs-, Infrastruktur- und Pufferflächen (vgl. Kap. 4.1) umfasst 513.300 Hektar.

Rund ein Drittel davon sind Hochmoore, etwas weniger als ein Viertel Niedermoore. Zu den Bodenkategorien mit über 10 % Flächenanteil gehören zudem Moor-Trepssole und undifferenzierte Moorböden. Hochmoorböden treten vor allem im Nordwesten des Landes auf, Verbreitungsschwerpunkte sind neben den großen Hochmoorkomplexen der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und Stader Geest auch die Diepholzer Moorniederung sowie die Hannoversche Moorgeest. Großflächige Niedermoorböden treten vor allen in der Wesermünder Geest im Landkreis Cuxhaven auf, ansonsten sind sie landesweit insbesondere in den Niederungen anzutreffen. Moor-Trepssole sind vor allem in Westen Niedersachsens in den großflächigen Moorkomplexen der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest verbreitet. Flach überlagerte Torfe haben ihren Verbreitungsschwerpunkt an der Küste, wo sie v. a. mit Klei- und Kalkmarsch überlagert sind, sowie in küstennahen Bereichen der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und der Wesermünder Geest. Moorgleye fehlen weitestgehend im Küstenraum, sind jedoch im Tiefland weit verbreitet und finden sich dort v. a. am Rand größerer Moore. Sanddeckkulturen sind landesweit verbreitet, großflächigere Vorkommen finden sich in den Moorkomplexen der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und der Stader Geest. Organomarschen mit Niedermoorauflage weisen den geringsten Flächenanteil auf, ihr Vorkommen beschränkt sich auf den Küstenraum.

5.2 Moorgebiete

Bei der Abgrenzung der Moorgebiete (Kap. 4.1) wurden insgesamt 277 Moorgebiete herausgestellt, diese umfassen fast 65 % des Betrachtungsraumes (Tabelle 19, Abbildung 15). Während diese mit jeweils eigenen Datenblättern (Teil C) dargestellt wurden, erfolgte für die restlichen rund 35 % der außerhalb der Moorgebiete liegenden kohlenstoffreichen Böden eine allgemeinere Betrachtung von Einspar- und Maßnahmenpotenzialen auf einem jeweils zusammenfassenden Datenblatt je kohlenstoffreicher Bodenkategorie (Teil C).

Die Moorgebiete lassen sich je nach dominierender, kohlenstoffreicher Bodenkategorie in drei Gruppen unterteilen (Teil B – Karte 1). Die von mineralisch überlagerten

Moorböden geprägten Moorgebiete (Moorgebietsnummern 1, 3, 16-20, 23, 24, 26, 30) befinden sich im Niederungsbeereich zwischen Leda und Fehntjer Tief sowie in der Westjadermarsch und Jadermarsch (12, 14, 35, 36, 81). Moorgebiete mit großflächigen Hochmoorböden haben ihren Schwerpunkt nördlich des Oldenburgischen Münsterlandes (2, 6-8, 2, 28-29, 42, 49, 50, 60, 63, 72, 78, 79, 90), am Rande der Wesermarsch (76, 83, 85, 86, 93) in der Diepholzer Moorniederung (88, 98-101, 104, 107, 109, 11-113, 198-200), in der Hannoverschen Moorgeest (203, 224, 227-231, 233, 234), in der Niederung von Hamme und Oste (118-120, 122, 150, 152, 153) sowie im Norden der Wesermünder Geest (125, 127, 128).

Der Großteil der Moorgebiete ist 250-500 Hektar groß (Abbildung 16). Die Verteilung zwischen den Größenklassen 150-250 Hektar, 500-1.000 Hektar sowie 1.000-2.500 Hektar ist annähernd gleich. Die kleinste und größte Größenklasse weist jeweils die geringste Anzahl an Moorgebieten auf. Zu den größten Moorgebieten gehört das Ipweger Moor (85) mit 8.500 ha, das Moorgebiet westlich der Hamme und des Giehler Bachs (118) mit 7.400 ha und das Moor im Geeste-Tal (134) in der Wesermünder Geest mit 6.300 ha.

Tabelle 19: Anteil der Gebietskategorien am Betrachtungsraum der Potenzialstudie.

Gebietskategorie	Flächengröße in ha	Anteil in %
1 großflächige Moorgebiete	326.500	64
2a kleinflächigere Hoch- und Niedermoore	70.800	14
2b kleinflächigere, natürlicherweise oder durch Kultivierung entstandene, flach überlagerte Torfe sowie Sanddeckkulturen	12.100	2
2c weitere kohlenstoffreiche Böden (Moorgleye, Organomarschen mit Niedermoorauflage)	21.200	4
3 kohlenstoffreiche Böden mit geringerer Bedeutung für den Klimaschutz (Moor-Trepssole)	82.700	16
Summe	513.300	100

Tabelle 20: Flächengröße und -anteil der kohlenstoffreichen Bodenkategorien der KRBKat_GAPKondV (Entwurf) und des Betrachtungsraums der Potenzialstudie.

Bodenkategorien	KRBKat_GAPKondV (Entwurf) Flächengröße in Hektar	davon: Siedlungen und Infrastruktur sowie 5 m-Puffer um diese herum Flächengröße in Hektar	Gesamtheit der in der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden	
			Flächengröße in Hektar	Flächenanteil in %
Hochmoor	180.500	11.100	169.400	33
Niedermoore	124.200	9.200	115.000	22
Moor (undifferenziert)	65.800	3.300	62.500	12
flach überlagertes Torf	49.700	4.400	45.300	9
Moorgleye	22.200	1.100	21.100	4
Organomarsch mit Niedermoorauflage	1.800	200	1.600	< 1
Sanddeckkultur	15.300	1.400	13.900	3
Moor-Trepsol	86.200	1.800	84.400	16
Summe	545.900	32.500	513.300	100

Gegenüber der BHK50KSoVS wurde die KRBKat_GAPKondV (Entwurf) verwendet und ein Puffer von 5 m Breite um Siedlung und Infrastruktur erzeugt, der nicht mit in den Betrachtungsraum der Potenzialstudie einfließt.

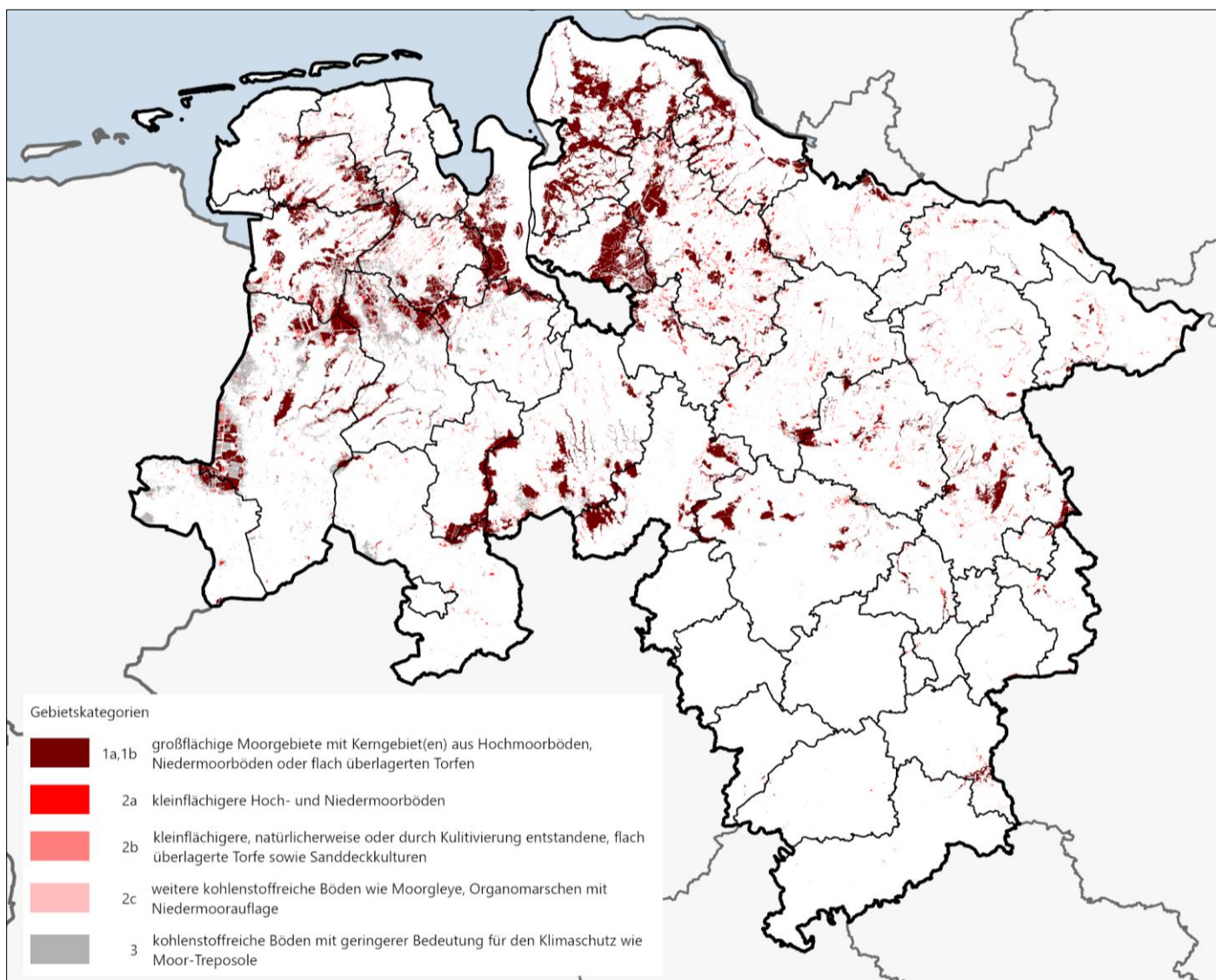


Abbildung 15: Einteilung des Betrachtungsraums in die sechs Gebietskategorien.

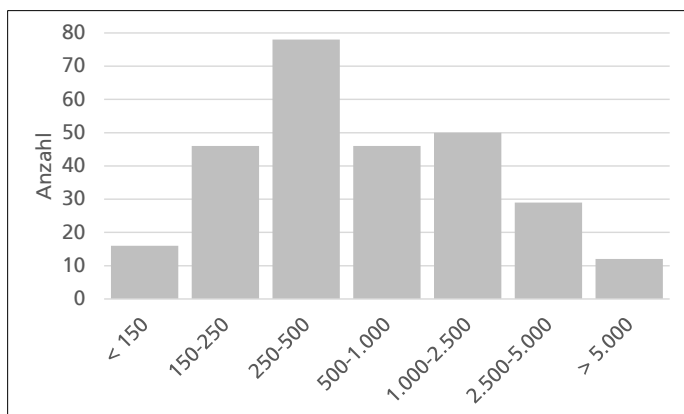


Abbildung 16: Verteilung verschiedener Größenklassen (in Hektar) bei den Moorgebieten.

Lebende Moore waren siedlungsfeindliche Räume und somit wurden historisch Grenzen zwischen Siedlungen, Kommunen oder höheren Verwaltungsebenen bevorzugt durch diese „Ödlandflächen“ gezogen. Von den 277 Moorgebieten liegen 103 in je zwei Landkreisen. Insgesamt 16 Moorgebiete liegen in je drei Landkreisen, das ostfriesische Moorgebiet „Lengener Moor“ (28) liegt sogar in vier Landkreisen. Dies setzt sich auch zwischen Niedersachsen und den angrenzenden Bundesländern fort. Zwischen Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen ist es das Gildehauser Venn (39) und das Dümmermoor (89), die beide ihren

Flächenschwerpunkt in Niedersachsen haben, sowie das Openweher Moor (107), welches auch einen nennenswerten Flächenanteil auf der Seite des nordrhein-westfälischen Kreises Steinfurt hat. Die Niederung des Großen Bruchs (276) erstreckt sich vom niedersächsischen Schladen-Werla bis Oschersleben in Sachsen-Anhalt. Der Drömling (274) liegt zu großen Teilen auf sachsen-anhaltinischer Seite. Das Niedermoor bei Radenbeck (271) nördlich von Wolfsburg befindet sich zwar unmittelbar an der Grenze zu Sachsen-Anhalt, setzt sich dort jedoch jenseits des Grünen Bandes nicht fort. Die Niedermoore entlang der Dumme (256), darunter auch die Moore bei Wustrow (257) sowie weiter östlich das Niedermoor am Landgraben (258) bei Lübbow finden sich beiderseits der niedersächsisch-sachsen-anhaltinischen Grenze.

Die Marschrandmoore zwischen Buxtehude und Winsen (Luhe) (185, 188, 194, 197) setzen sich in Hamburg fort. Die grenznahen Moore (46, 51, 53) zwischen der Grafschaft Bentheim, dem Emsland, dem südlichen Landkreis Leer und den Niederlanden zählten einst zum größten zusammenhängenden Moorkomplex Westeuropas – dem Bourtanger Moor. Das über 2.000 Hektar große, wiedervernässte Bargerveen ist auf niederländischer Seite übriggeblieben, auf deutscher Seite finden sich mehrere größere, aber verstreut liegende Hochmoorreste.

5.3 Treibhausgas-Minderungspotenzial

Fast 50 % der betrachteten kohlenstoffreichen Böden weisen hohe **THG-Emissionen** von über 30 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ auf (Tabelle 21), etwas weniger als ein Drittel der Flächen emittieren 10-30 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ und ein Fünftel weist niedrige THG-Emissionen von unter 10 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹.

Grundsätzlich weisen Flächen mit derzeit hohen Emissionen das höchste Potenzial für eine Minderung der THG-Emissionen auf. Großflächige Bereiche hoher Emissionen finden sich im Nordwesten des Landes (Abbildung 17) in den zusammenhängenden Moorkomplexen der Wesermünder Geest, der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest sowie jeweils an deren Grenzbereichen zum Küstenraum.

Während Bereiche mit hohen Emissionen immer mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung gleichzusetzen sind, ist dies umgekehrt für Bereiche mit niedrigen THG-Emissionen nicht unmittelbar ableitbar. Dies liegt in den niedrigen Emissionen von Sanddeck- und vor allem Sandmischkulturen begründet, welche, mit Ausnahme von sehr intensiv genutzten Sanddeckkulturen, gegenüber Moorböden deutlich geringere THG-Emissionen aufweisen. So stellen sich weite Teile der Grafschaft Bentheim, des Emslandes sowie entlang des Küstenkanals als Bereiche mit geringen THG-Emissionen dar (Abbildung 17). Hierbei handelt es sich um intensiv landwirtschaftlich genutzte, großflächige Moor-Treposesole. Die Emissionsfaktoren gehen jedoch auf Sandmischkulturen der 1970er Jahre zurück und gelten somit nicht für neue angelegte Moor-Treposesole.

Torfabbauf Flächen weisen aufgrund des fehlenden Bewuchses ebenfalls geringe THG-Emissionen von 5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ auf. So zeichnen sich die verbliebenen Torfabbaustätten wie etwa die Esterweger Dose (60), das Große Moor bei Barnstorf (98) oder das Tote Moor (227) am Steinhuder Meer als Flächen geringer THG-Emissionen ab. Auch vegetationsarme Initialstadien auf zur Folgenutzung „Wiedervernässung“ hergerichteten, ehemals abgebauten Hochmoorflächen zeigen nur geringe THG-Emissionen. Bereiche, in denen die niedrigen Emissionen auf hohe Wasserstände zurückgehen, finden sich in naturnahen Hoch- und Niedermooren, darunter auch die wiedervernässten Hochmoore der Diepholzer Moorniederung (u. a. 104) und der Wesermünder Geest (u. a. 127) im Landkreis Cuxhaven.

Insgesamt belaufen sich die jährlichen THG-Emissionen der in der Potenzialstudie betrachteten Flächen auf rund 13,7 Mio. t CO₂-Äq. (Tabelle 22). Während der Anteil der Moor-Treposesole an den THG-Emissionen gegenüber deren Flächenanteil geringer ist, ist der Anteil an den landesweiten THG-Emissionen bei allen anderen kohlenstoffreichen Bodenkategorien höher und hebt die Bedeutung dieser Bodenkategorien für den Klimaschutz hervor.

Der Anteil von Flächen mit geringem und hohem **Kohlenstoffspeicher** ist mit 53 % bzw. 47 % fast gleichverteilt (Tabelle 21). Flachgründige Torfauf lagen finden sich außerhalb der Moorböden in Randbereichen größerer Moorkomplexe bei Moorgleyen, aber auch in den Torfabbaustätten, wo das Torfprofil bis auf geringe Resttorfauf lagen abgetragen wurde (Abbildung 18). Größere Bereiche und Anteile natürlicherweise geringer Torfmächtigkeiten sind entlang der Wümme oder in den Tälern der Oldenburger Geest vorhanden. Großflächig zusammenhängende Moorflächen mit einem hohen Kohlenstoffspeicher befinden sich z. B. am Rand der Wesermarsch, in der Hammeniederung und in den Niederungen der Wesermünder Geest. Ein (noch) nicht bezifferbares Potenzial ist den Bereichen außerhalb der BHK50TM

Tabelle 21: Flächengrößen und -anteile des THG-Minderungspotenzials sowie der Kriterien THG-Emissionen und Kohlenstoffspeicher im Betrachtungsraum der Potenzialstudie.

	Flächengröße in Hektar	Flächenanteil in %
THG-Emissionen		
hoch	248.900	48
mittel	153.100	30
gering	111.300	22
Kohlenstoffspeicher		
hoch	242.800	47
gering	270.500	53
davon außerhalb BHK50TM	70.200	14
THG-Minderungspotenzial		
hoch	147.700	29
mittel	259.600	50
gering	106.000	21
Summe jeweils	513.300	100

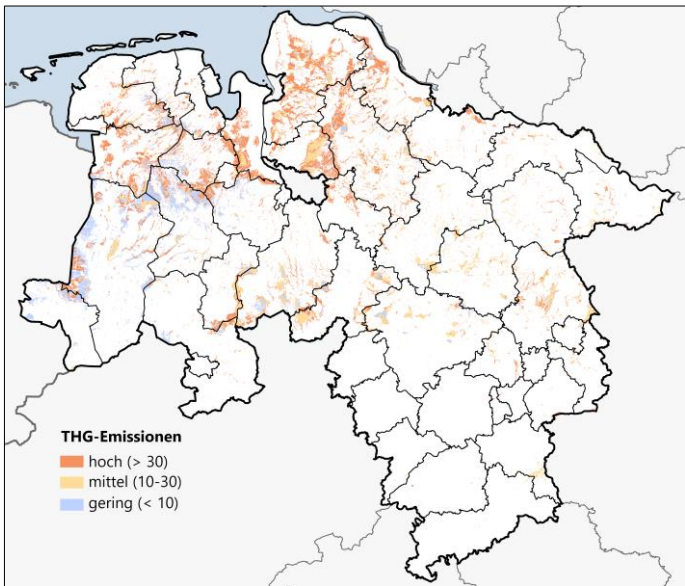


Abbildung 17: Klassifizierte THG-Emissionen (t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹) im Betrachtungsraum der Potenzialstudie.

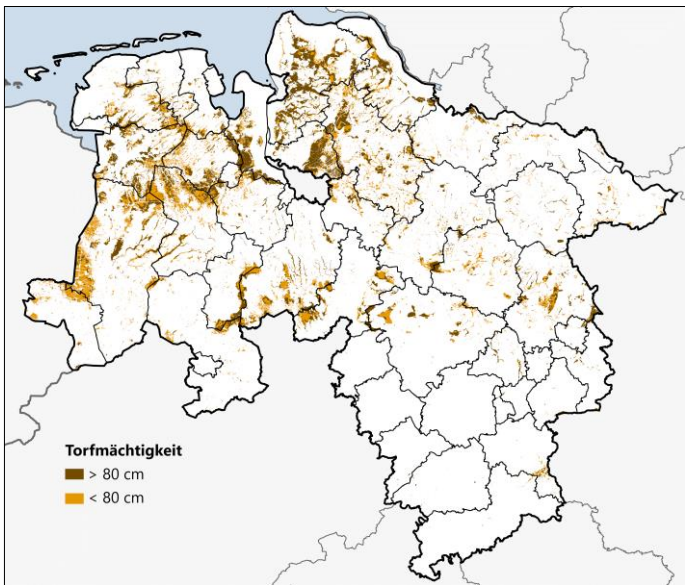


Abbildung 18: Klassifizierte Torfmächtigkeit im Betrachtungsraum der Potenzialstudie.

Tabelle 22: THG-Emissionen der verschiedenen Bodenkategorien im Betrachtungsraum der Potenzialstudie.

Bodenkategorie	Flächengröße in Hektar	%	THG-Emissionen in t CO ₂ -Äq. a ⁻¹	%
Hochmoor	169.400	33	4.752.600	35
Niedermoor	115.000	22	3.768.900	27
Moor (undifferenziert)	62.500	12	1.769.400	13
flach überlagerter Torf	45.300	9	1.615.000	12
Moorgley	21.100	4	723.300	5
Organomarsch mit Niedermoorauflage	1.600	< 1	61.100	< 1
Sanddeckkultur	13.900	3	514.000	4
Moor-Treposol	84.400	16	527.400	4
Summe	513.300	100	13.731.700	100

Unterschiede zu HÖPER (2024a) resultieren aus folgenden Gegebenheiten: (I) KRBKat_GAPKondV (Entwurf) statt BHK50KSoVS, (II) aktuellere ATKIS-Daten (Stand 11.12.2023) und (III) aktuellere Schutzgebietsabgrenzungen (Stand 01/2024).

zuzuweisen, in denen noch keine Angaben zu Torfmächtigkeiten vorliegen. Dies trifft auf etwa 14 % der Fläche zu.

Ein hohes **THG-Minderungspotenzial** liegt auf rund 30 % der in der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden vor (Tabelle 21). Diese Bereiche weisen sowohl hohe THG-Emissionen als auch höhere Torfmächtigkeiten auf und befinden sich vor allem im Norden und Nordwesten Niedersachsens (Teil B – Karte 2). Rund 50 % der betrachteten kohlenstoffreichen Böden weisen ein mittleres THG-Minderungspotenzial auf, hierzu gehören vor allem die kleineren Moorflächen im Osten des Landes. Ein geringes THG-Minderungspotenzial liegt im Westen Niedersachsens sowie entlang des Küstenkanals vor. Hierzu zählen sowohl Flächen mit geringer, etwa durch Torfabbau reduzierten Torfauflage und zugleich geringen THG-Emissionen durch Wiedervernässung aber auch großflächige Bereiche mit Moor-Treposolen.

5.4 Maßnahmenpotenzial

5.4.1 Rahmenbedingungen

5.4.1.1 Bereiche mit moortypischen Wasserständen

Bereiche, für die nach BECHTOLD et al. (2014) oder über moortypische Wasserstände indizierende Biotoptypen anzunehmen ist, dass nur ein Erhaltungs- und kein unmittelbarer Vernässungsbedarf besteht, belaufen sich auf Rasterzelebene auf insgesamt rund 1.600 Hektar. Sie finden sich landesweit verteilt, weisen aber einen Schwerpunkt östlich der Weser auf (vgl. Teil B – Karte 3).

5.4.1.2 Bewertung der Standorteigenschaften

Die Bewertung der Standorteigenschaften des Betrachtungsraums der Potenzialstudie ist in Teil B – Karte 3, dargestellt. Die dazugehörigen Flächengrößen sind in Tabelle 23 aufgeführt, Tabelle 24 zeigt die Flächengrößen für die einzelnen Kriterien.

Tabelle 23: Flächengrößen der Potenziale zur Anhebung der Wasserstände hinsichtlich der Standorteigenschaften.

Potenzial zur Anhebung der Wasserstände	Flächengröße in Hektar	Flächengröße in %
hoch	68.500	13
mittel bis hoch	351.700	69
mittel	40.500	8
gering bis mittel	1.200	< 1
gering	49.800	10
Zwischensumme	511.700	> 99
Kategorie „blau“	1.600	< 1
Summe	513.300	100

Bezugseinheit sind die 150 x 150 m-Rasterzellen.

Torfauflage: In die rund 10 % des Betrachtungsraums umfassende dunkelrote Kategorie fallen u. a. die großflächigen Moor-Treposole im Bourtanger Moor und am Küstenkanal sowie zahlreiche kleinflächige kohlenstoffreiche Böden

ohne Kontakt zu Moorböden. In diesen Bereichen wurden etwaige stauende Torfschichten oder Stauschichten im Untergrund durchbrochen. Dadurch und durch das begleitend angelegte Entwässerungssystem wurden diese Bereiche tiefgründig entwässert. Eine effektive Anhebung der Wasserstände ist durch dieses erhöhte Versickerungspotenzial schwierig bzw. nicht umsetzbar. Mäßig günstige Standorteigenschaften weisen ggf. solche Moor-Treposole auf, die in Kontakt zu Moorböden stehen bzw. mit diesen verzahnt sind. In solchen Bereichen können neben gestörten auch noch intakte Stauschichten vorhanden sein. Alle weiteren Flächen weisen hinsichtlich der Torfauflage günstige Standorteigenschaften auf.

Klimatische Wasserbilanz: Hinsichtlich der jährlichen klimatischen Wasserbilanz weisen einige Hochmoore der Hannoverischen Moorgeest (203, 208, 227, 228-234), sowie Hochmoore der Südheide (267, 268, 270, 272) mit einer jährlichen klimatischen Wasserbilanz von unter 50 mm nur mäßig günstige Standorteigenschaften auf. Dieser geringe Überschuss geht vor allem auf die defizitären Niederschläge im Sommerhalbjahr zurück, sodass die Wasserverfügbarkeit in diesen Bereichen im Sommer nicht gegeben ist. Im Grenzbereich zu Sachsen-Anhalt liegen auch für Niedermoores, darunter das Große Bruch (276), der Drömling (274) und die Dumme-Niederung (255, 256), ungünstigere klimatische Bedingungen mit einem Defizit von mindestens 25 mm vor.

Regionale Relieflage: Großflächige Senkenlagen finden sich in den Niederungen von Ems, Leda, Jümme, Weser, Hamme, Aller und Elbe, in der Ostfriesischen Seemarsch und der Harburger Elbmarsch sowie im Bereich der Diepholzer Moorniederung im Weser-Hase-Urstromtal (Abbildung 8). Zu den Senken mit geringerer Ausdehnung zählen die zahlreichen Niederungen weiterer Fließgewässer. Fast 55 % der betrachteten kohlenstoffreichen Böden befinden sich in einer Senkenlage. Dies spiegelt die Bedeutung dieser hydrologisch begünstigten Senken bei der Moorbildung wider. Senken sind in zweifacher Hinsicht hydrologisch begünstigt – oberirdisch wie auch unterirdisch strömt diesen Gebieten Wasser zu. Durch Verhinderung des Abflusses dieser Zuströme oder auch durch eine Erhöhung des Zustroms kann eine Anhebung der Wasserstände herbeigeführt werden.

Regionale Höhenlage: Unter dem Meeresspiegel befinden sich Bereiche rund um Emden und in den Emsmarschen westlich von Leer, westlich der Weser nördlich von Bremen,

Tabelle 24: Flächengrößen der Bewertungskategorien je Kriterium der Standorteigenschaften.

Kriterien	Bewertungskategorie					
	grün		gelb		dunkelrot	
	Hektar	%	Hektar	%	Hektar	%
Torfauflage	437.800	85	24.100	5	49.800	10
klimatische Wasserbilanz ^a	443.300	86	18.600	4		
regionale Höhenlage ^a	80.200	16	381.700	74		
regionale Reliefage ^a	276.100	54	185.800	36		
lokale Höhenunterschiede ^a	422.900	83	39.000	7		
^a Flächenanteile beziehen die 1.600 Hektar der Kategorie „blau“ (Teilschritt 2.1.1) und die 49.800 Hektar der Kategorie „dunkelrot“ (Teilschritt 2.1.2) mit ein. Bezugsseinheit sind die 150 x 150 m-Rasterzellen.						

in den Harburger Elbmarschen sowie in der Oste-Niederung nördlich von Bremervörde. Weitere, jedoch kleinflächiger ausgeprägte, unter Vorfluterniveau liegende Bereiche existieren über das ganze Land verteilt. Sie nehmen insgesamt weniger als ein Fünftel des Betrachtungsraums ein. Insbesondere in küstennahen Bereichen oder in eingedeichten Flüssen erfolgt die Entwässerung über Pumpwerke mit eingestellten Wasserständen. Eine Anhebung der Wasserstände ist in diesen Arealen mit vergleichsweise einfachen Mitteln möglich, da diese Bereiche bereits hydrologisch begünstigt und gleichwohl hinsichtlich Küsten- und Hochwasserschutz beachtenswert sind.

Lokale Höhenunterschiede: Größere Höhenunterschiede sind dort vorhanden, wo in Hochmoorgebieten Torfstichkanten etwa an Siedlungsachsen verblieben sind. Dies betrifft u. a. das Stadtgebiet von Papenburg sowie die Siedlungsachsen von Worpswede und Gnarrenburg. Auch Bereiche mit erhalten gebliebenen Resttorfblöcken in einer tiefer abgetorften Umgebung wie etwa der Meerkolk im Emsland, das Dustmeer im Vehnemoor sowie das Lengener Meer bei Wiesmoor wurden als nur mäßig günstig eingestuft. Neben diesen anthropogen bedingten Höhenunterschieden finden sich aber auch an Moorrändern im Niederungsbereich im Übergang zur Terrasse oder zum Hang geneigte Flächen. Große Höhenunterschiede oder geneigte Flächen stellen bei der gleichmäßigen Einstellung von Wasserständen eine Herausforderung dar.

Gesamtüberblick: Großflächig ungünstige Standorteigenschaften durch geringe Torfaufgaben oder gestörte Torfprofile sind auf rund 10 % der betrachteten kohlenstoffreichen Böden anzutreffen, u. a. im Bourtanger Moor, in den Hochmoorkomplexen beidseits des Küstenkanals sowie in Moorrandbereichen im Weser-Hase-Urstromtal. Diese sind in Teil B – Karte 3 in dunkelroter Farbe dargestellt. Ein mittleres Potenzial weisen aufgrund der klimatisch ungünstigeren Lage die Hochmoore der Hannoverschen Moorgeest auf. In dem stärker atlantisch geprägten Teil der im Rahmen der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden, sind es die Bereiche mit anthropogen verursachten Höhenunterschieden, die ein geringeres Potenzial zur Anhebung der Wasserstände bedingen. Das höchste Potenzial zur Wasserstands-anhebung ist in küstennahen Senkenlagen wie etwa zwischen Leda, Jümme, Fehntjer Tief und Großem Meer, der Wesermarsch, der Niederung der Geeste und dem Land Hadeln in den Harburger Elbmarschen zu finden. Diese Bereiche sind in Karte 3 mit blaugrüner Farbe gekennzeichnet und nehmen rund ein Achtel der betrachteten kohlenstoffreichen Böden ein. Der mit rund 70 % weit überwiegende Teil der im Rahmen der Potenzialstudie betrachteten kohlenstoffreichen Böden weist im Hinblick auf die großräumig betrachteten Standorteigenschaften ein mittleres bis hohes Potenzial auf. Dies spiegelt die – noch immer –

hydrologisch günstigen Standorteigenschaften wider, die zu den großflächigen Moorbildungen in Niedersachsen führten.

5.4.1.3 Bewertung der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte

Die Bewertung der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte im Betrachtungsraum der Potenzialstudie ist in Teil B – Karte 4, dargestellt, die Flächengrößen in Tabelle 25. Die Flächengrößen der Kriterien sind in Tabelle 26 aufgeführt, sie beziehen sich auf den Teil des Betrachtungsraums, der außerhalb der Kategorien „dunkelrot“ und „blau“ liegt und somit nur 90 % des ursprünglichen Betrachtungsraums umfasst.

Flächengröße: Da Kleinstflächen bereits bei der Bereinigung von Fragmenten, die bei der Verschneidung verschiedener Datensätze im GIS entstanden sind, ausgeschlossen wurden, ist der Anteil an Flächen < 1 Hektar mit rund 900 Hektar gering. Grund hierfür ist, dass bei der Erstellung der Karte „Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf)“ (LBEG 2023) Flächen < 1 Hektar bereits nicht berücksichtigt wurden. Bei Kleinstflächen steht der Aufwand zur Anhebung der Wasserstände in keinem Verhältnis zu den dafür anfallenden Kosten.

Abstand zum Außenrand: Etwas mehr als 55 % der kohlenstoffreichen Böden liegen innerhalb eines Bereiches von weniger als 100 m zum Außenrand, darunter fallen zum einen stark fragmentierte Bereiche, zum anderen aber auch linear ausgebildete Niedermoore in schmalen Talniederungen der Geest. Rund 40 % liegen zwischen 100 und 500 m entfernt zum Rand der Flächen der kohlenstoffreichen Böden und weniger als 10 % liegen weiter als 500 m vom Rand entfernt.

Tabelle 25: Flächengrößen der Potenziale zur Anhebung der Wasserstände hinsichtlich Raumwiderständen und Nutzungskonflikte.

Potenzial zur Anhebung der Wasserstände	Flächengröße in Hektar	Flächenanteil in %
hoch	24.200	5
mittel bis hoch	98.400	19
mittel	328.400	64
gering bis mittel	10.900	2
gering	< 100	< 1
Zwischensumme	461.900	> 90
Kategorie „dunkelrot“	49.800	10
Kategorie „blau“	1.600	< 1
Summe	513.300	100

Bezugsseinheit sind die 150 x 150 m-Rasterzellen.

Kriterien	Bewertungskategorie					
	grün		gelb		rot	
	Hektar	%	Hektar	%	Hektar	%
Flächengröße	461.000	100	.	.	900	< 1
Abstand zum Rand	31.000	7	170.900	37	260.000	56
Flächenverfügbarkeit	64.200	14	14.200	3	383.500	83
entwässerungsbasierte Schutzobjekte	403.400	87	58.400	13	100	< 1
Nutzungsintensität	92.700	20	.	.	369.200	80
Abstand zu Siedlungen	360.000	78	97.300	21	4.600	1
Flächenanteile beziehen sich auf den Teil des Betrachtungsraumes, der außerhalb der Kategorie „blau“ (Teilschritt 2.1.1, 1.600 Hektar) und der Kategorie „dunkelrot“ (Teilschritt 2.1.2, 48.900 Hektar) liegt. Bezugsseinheit sind die 150 x 150 m-Rasterzellen.						

Tabelle 26: Flächengrößen der Bewertungskategorien je Kriterium der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte.

Flächenverfügbarkeit: Rund 14 % der kohlenstoffreichen Böden sind Teil von mindestens 20 Hektar großen Flächenkomplexen im Eigentum der öffentlichen Hand, weitere drei Prozent liegen innerhalb von 5-20 Hektar großen Flächenkomplexen im Eigentum der öffentlichen Hand und/oder im Eigentum von Naturschutzstiftungen, -verbänden oder Kirchen. Zu den großflächig zusammenhängend verfügbaren Bereichen zählen etwa die Tinner Dose (52), die Esterweger Dose (60), die Hammeniederung (118), das Hahnenknooper Moor (133) und das Ostenholzer Moor (218). Bei etwas über 80 % der betrachteten kohlenstoffreichen Böden ist die Flächenverfügbarkeit unklar oder die verfügbaren Flächen unter 5 Hektar groß.

Entwässerungsbasierte Schutzobjekte: Mit weniger als 100 Hektar liegt ein verschwindend geringer Anteil eindeutig entwässerungsbasierter Schutzobjekte, wie mesophiles Grünland frischer Standorte, innerhalb des Betrachtungsraums der Potenzialstudie. Rund ein Fünftel fällt in die Kategorie „gelb“ und umfasst v. a. die Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes, die unter Umständen nicht mit einer Vollvernässung vereinbar ist. Ein großflächiger Überstau zur Brutzeit muss vermieden werden und die Möglichkeit der landwirtschaftlichen Nutzung oder Pflegenutzung muss grundsätzlich gewährleistet sein.

Nutzungsintensität: Für fast 20 % des Betrachtungsraums der Potenzialstudie ist aufgrund der Biotopausstattung oder der Standortverhältnisse eine fehlende Nutzung oder zumindest eine herabgesetzte Bewirtschaftbarkeit wahrscheinlich.

Es ist anzunehmen, dass die Bereitschaft für eine (weitere) Anhebung der Wasserstände höher ist als bei land- und forstwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Flächen. Dies betrifft vor allem die großflächigen ungenutzten Hochmoor-komplexe sowie extensiv bewirtschaftete bzw. gepflegte und/oder (teil)vernässte Schutzgebiete wie in der Dümmer- oder Hammeniederung (89, 118).

Siedlungsnähe: Rund 1 % der kohlenstoffreichen Böden liegen in einem Abstand von 25 m zu Siedlungen, rund 20 % befinden sich in einem weiteren Abstand von 125 bzw. 150 m zu Siedlungen, etwas weniger als 80 % weisen einen noch größeren Abstand zu Siedlungen auf. Bei den Mooren weisen das Große Wildenlohsmoor (79), die Mooregebiete rund um Wiesmoor (7, 8, 22), das Moor bei Schweie (81) sowie die Mooregebiete zwischen Worpsswede, Lilienthal und Buchholz (119, 120, 122) hohe Anteile geringer Abstände der kohlenstoffreichen Böden zu Siedlungen auf.

Gesamtüberblick: Das höchste Potenzial zur Anhebung der Wasserstände mit geringen Raumwiderständen und geringen Nutzungskonflikten findet sich in den großflächigen, unzerschnittenen, ungenutzten Moorkomplexen. Zu den

rund 5% des Betrachtungsraums der Potenzialstudie (Tabelle 25) zählen die wiedervernässten Torfabbauflächen im Bourtangener Moor (46, 51, 53), die Moore der Diepholzer Moorniederung, die wiedervernässten Torfabbauflächen entlang des Küstenkanals (42, 60, 63, 90), die ungenutzten Moorflächen sowie die wiedervernässten Torfabbauflächen der ostfriesischen Zentralmoore (2, 6, 7, 22, 28), die großflächigen Moorbereiche entlang der Hamme (118), das Mosaik aus wiedervernässten Torfabbauflächen und ungenutzten Moorflächen am westlichen Rand der Wesermünder Geest (127, 131, 133, 138) sowie die Moore der Wümme-Niederung (161, 166, 172, 173). Unter anderem entlang der Siedlungsachsen von Papenburg, Wiesmoor und Gnarrenburg, den zersiedelten Bereichen im Großen Wildenlohsmoor (79) sowie im Kurzen Moor (122) zwischen Worpsswede, Lilienthal und Buchholz liegen die höchsten Raumwiderstände und höchsten Nutzungskonflikte vor. Den mit 64 % höchsten Anteil nehmen Flächen mit mittlerem Potenzial zur Anhebung der Wasserstände ein.

5.4.2 Maßnahmenpotenzial je Nutzungsform

Das für die 277 Mooregebiete ermittelte Maßnahmenpotenzial ist in Teil B – Karte 5, dargestellt. Für jedes Mooregebiet sind zudem die Anteile des geringen, mittleren und hohen Maßnahmenpotenzials in einem separaten Datenblatt aufgeführt (Teil C).

Da Flächen mit sehr ungünstigen Standorteigenschaften weit überwiegend außerhalb der Mooregebiete vorkommen bzw. großflächige Moor-Trepssole nicht mit in die Bildung der Mooregebiete eingegangen sind, findet sich ein geringes Maßnahmenpotenzial in der Gesamtbetrachtung überwiegend dort, wo unmittelbar angrenzend großflächige Bereiche mit geringer Torfauflage oder gestörtem Torfprofil liegen. Der Anteil geringen Maßnahmenpotenzials ist daher durchweg niedrig.

Insgesamt weisen mit 152.300 Hektar rund 50 % der einem Maßnahmenpotenzial zugewiesenen Flächen innerhalb der Mooregebiete ein hohes Potenzial auf (Tabelle 27), ein mittleres Potenzial zeigen etwas über 40 %, ein geringes Potenzial haben demnach unter 10 % inne.

Innerhalb der Nutzungsform „landwirtschaftliche Nutzflächen“ ist der Anteil mittleren und hohen Potenzials etwa gleich verteilt (Tabelle 27). Bereiche mit geringem Maßnahmenpotenzial liegen etwa im zersiedelten Großen Wildenlohsmoor (79) vor. Großflächig hohe Maßnahmenpotenziale weisen dagegen die küstennahen Marschen auf: u.a. Emsmarsch, Wesermarsch und Harburger Elbmarsch, außerdem mehrere Niederungen in der Wesermünder Geest sowie die

Tabelle 27: Flächengrößen und -anteile der Maßnahmenpotenziale der Nutzungsformen in den Mooregebieten.

Nutzungsform	Potenziale	Flächengröße in Hektar			Flächenanteil von (c) an der jeweiligen Nutzungsform in %	Flächenanteil von (c) an Mooregebieten in %
		(a) inkl. Projektflächen ¹	(b) Projektflächen ¹	(c) exkl. Projektflächen ¹		
landwirtschaftliche Nutzflächen	geringes Potenzial	4.000	< 100	4.000	2	1
	mittleres Potenzial	105.600	700	104.900	49	34
	hohes Potenzial	109.400	4.300	105.100	49	34
ungenutzte Flächen	geringes Potenzial	700	< 100	700	2	< 1
	mittleres Potenzial	10.000	500	9.500	23	3
	hohes Potenzial	37.500	5.600	31.900	76	10
wiedervernässte Torfabbauf Flächen	geringes Potenzial, Erhaltung	10.500	2.900	7.600	41	2
	geringes Potenzial	4.100	200	3.900	21	1
	hohes Potenzial	7.200	300	6.900	37	2
Wald	geringes Potenzial	1.300	< 100	1.300	5	< 1
	mittleres Potenzial	17.300	100	17.200	64	6
	hohes Potenzial	9.600	1.200	8.400	31	3
Bereiche mit moortypischen Wasserständen		1.200	100	1.100	.	< 1
Bereiche mit ungünstigen Standorteigenschaften		300	.	300	.	< 1
Flächen ohne Maßnahmenpotenzialzuordnung (u.a. Torfabbau, Gewässer)		7.800	.	7.800	.	2
Summe		326.500	15.900	310.600	.	100

¹ Projektflächen mit Anhebung des Wasserstandes, Bezugseinheit sind die 150 x 150 m-Rasterzellen.

Hammeniederung. Ebenfalls hohe Maßnahmenpotenziale, aber geringere Flächenausdehnung, finden sich in den Radetälern im Emsland (55, 58, 67), in der Dümmerniederung (89), im Meerbruch (226) am Steinhuder Meer sowie in Niederungen in der Südheide.

Im Nordwesten Niedersachsens zeigt sich hinsichtlich einer Anhebung der Wasserstände ein Nutzungskonflikt mit der Milchviehwirtschaft (s. Kap. 4.6.1). Die Milchviehdichten sind in den küstennahen Bereichen zwischen Ems- und Wesermündung in den Landkreisen Leer, Emden, Aurich, Wittmund, Friesland, Ammerland, Wesermarsch und Cuxhaven landesweit mit am höchsten. Gegenüber der ebenfalls hohen Milchviehdichte in der Grafschaft Bentheim zeichnet sich der Nordwesten des Landes durch einen hohen Grünlandanteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche aus.

Innerhalb der Schutzgebiete ist zwar das Maßnahmenpotenzial für Vollvernässung hoch, das tatsächlich umsetzbare Potenzial wird jedoch geringer ausfallen. Entweder wurden bereits großflächig Vernässungsmaßnahmen umgesetzt wie in der Dümmerniederung (89) oder in der Hammeniederung (118) oder eine Umsetzung ist in den Managementplänen für die Natura 2000-Gebiete festgeschrieben und wird kurz- bis mittelfristig umgesetzt.

Bei den **ungenutzten Flächen** überwiegt das hohe Potenzial mit rund 75 % deutlich. Flächen mit hohem Maßnahmenpotenzial finden sich quer durch das Land verteilt vor allem im Kernbereich größerer Moorflächen. Bereiche mit mittlerem Potenzial treten u.a. in den fragmentierten Moorflächen des Bourtanger Moores (46, 51, 53), in den Mooregebieten angrenzend an den Küstenkanal (42, 60, 75, 78, 79) und des Gnarrenburger Moores (153) sowie in den kleineren,

ungenutzten Moorflächen der Wesermünder Geest (137), die in Grünlandkomplexe eingebettet sind, auf.

Aus den über Basis-DLM, DOP, und DGM1 aktualisierten Daten von FRANK et al. (2021) ergeben sich rund 6.600 Hektar bestehende **Torfabbauflächen** sowie rund 600 Hektar, auf denen Torfabbau genehmigt, aber noch nicht begonnen wurde. Dem Industrieverband Garten (IVG)¹ zufolge, liegen noch für rund 8.000 Hektar Torfabbaugenehmigungen vor, von denen aber nur noch unter 2.000 Hektar aktiv im Abbau sind. Die aktive Abbaufäche ist somit deutlich geringer als die aus den Grundlagendaten ermittelte Fläche, die die gesamte Abbaustätte mit u.a. auch noch nicht abschließend hergerichteten Flächen umfasst, auf denen jedoch kein weiterer Abbau mehr stattfindet. Die Folgenutzung der Torfabbaufächen ist mit über 70 % auf Naturschutz festgelegt (Tabelle 28), wovon wiederum der Großteil wiedervernässt und somit nach Beendigung des Torfabbaus in einen vollvernässten Zustand versetzt werden wird. Ein hohes Maßnahmenpotenzial weisen daher vor allem die Flächen mit einer Folgenutzung Grünland auf (siehe Teil C – Datenblätter), sofern sie eine Resttorfauflage aufweisen. Torfabbaufächen mit der Folgenutzung Grünland finden sich u.a. am Ostrand der Esterweger Dose (60), im Rüdershauser Moor (83) in der Wesermarsch, im Gnarrenburger Moor (153) und im nördlichen Kehdinger Moor (179).

Bei den wiedervernässten Torfabbaufächen überwiegen die ausreichend vernässten Flächen mit etwas über 40 %, knapp ein Viertel ist zwar ausreichend vernässt, weist aber eher zu hohe Wasserstände auf. Ein Optimierungsbedarf hinsichtlich zu großer Wasserflächen ist vor allen in jüngeren, wenig mit Torfmoosen und anderen Moorpflanzen besiedelten wiedervernässten Torfabbaufächen, darunter etwa im Bourtanger

¹ Mdl. Mitteilung des IVG nach aktuellen Abfragen der Mitgliedswerke.

Tabelle 28: Folgenutzung von Torfabbauflächen.

Folgenutzung	Fläche (ha)	Anteil (%)
Ackerland	190	3
Landwirtschaft	250	4
Grünland	620	9
Forstwirtschaft	10	< 1
Naturschutz	4.610	70
Sonstiges	880	13
Zwischensumme bestehender Abbau	6.560	100
genehmigt, aber noch nicht begonnen	560	
Summe	7.120	

Diese umfassen sowohl Flächen, die noch nicht wiedervernässt oder für sonstige Folgenutzungen vorbereitet wurden als auch aktive Abbauflächen.

Moor (51, 53), in der Esterweyer Dose (60), im Vehnemoor, im Großen Moor bei Barnstorf (98), im Nördlichen Wietingsmoor (101) oder im Teufelsmoor (118) gegeben (Abbildung 19). Durch Wellenschlag wird eine Ansiedlung von Torfmoosen erschwert, die Besiedlung mit Gefäßpflanzen, welche als Wuchshilfe dienen können, geht nur langsam vonstatten.

Etwas über ein Drittel zur Folgenutzung „Wiedervernässung“ hergerichteten Torfabbauflächen weist eine noch unzureichende Vernässung für eine neuerliche Moorentwicklung auf. Ein hoher Anteil findet sich ebenfalls im Bourtanget Moor (53) und der Esterweyer Dose (60), aber auch im Campemoor (88), im Uchter Moor (200), im Toten Moor (227), im Gnarrenburger Moor (153) und im Grienenbergsmoor (138) bei Hagen im Bremischen. Die Gründe hierfür sind vielfältig, darunter u.a., dass die Flächen mitunter noch nicht vollständig vernässt sind, da sich nahegelegene Teilbereiche noch in Abtorfung befinden und eine ausreichende Vorflut benötigt wird. Oder es liegt ein Wechsel der Folgenutzung von Landwirtschaft zu Naturschutz mit Wiedervernässung vor, wo die Vernässung der Abbauflächen vor

großen Herausforderungen steht, da vielfach der mineralische Untergrund der Moore in Annahme eines Tiefumbruchs angeschlitzte wurde, um die Abbauflächen stärker entwässern zu können. Auch die Lage im Bereich von flach aufragenden Mineralkuppen mit geringerer Torfaufgabe verursacht einen zu trockenen Zustand der Wiedervernässungsflächen. Ein Nebeneinander von zu nassen und zu trockenen Flächen birgt durch Umverteilung von Wasser innerhalb einer ehemaligen Abbaustätte ein insgesamt hohes Maßnahmenpotenzial für den Gesamtkomplex.

Das mittlere Maßnahmenpotenzial überwiegt mit über 60 % innerhalb der Nutzungsform „Wald“. Großflächig hohe Maßnahmenpotenziale sind überwiegend auf landesweit verbreitete, schmale, bewaldete Niederungen sowie bewaldete Teilbereiche von Hochmooren im Südosten Niedersachsens beschränkt, zu letzten zählen das Ostenholzer Moor

(218), das Gifhorner Moor (270) und der Drömling (274). Im Norden Niedersachsens weist ein größerer Moorwaldkomplex im Bederkesaer Moor (130) ein hohes Maßnahmenpotenzial auf.

5.4.3 Gebietsübergreifende Maßnahmen sowie vorbereitende und flankierende Instrumente

Zu den Mooregebieten, in denen Synergien mit Küsten- und Hochwasserschutz genutzt werden sollten, zählen vorrangig alle küstennahen Mooregebiete im Bereich der Emsmarschen im Rheiderland (17, 18, 19), Südbrookmerland (3) und Moormerland (4, 16, 20), der Leda- und Jümmeniederung (23, 24, 26, 27, 30), der ostfriesischen Seemarsch westlich von Wilhelmshaven (11, 12, 14, 33, 34), der Wesermarsch (26, 38, 76, 81-86, 93) und der Harburger Elbmarsch (179, 181, 185, 188).

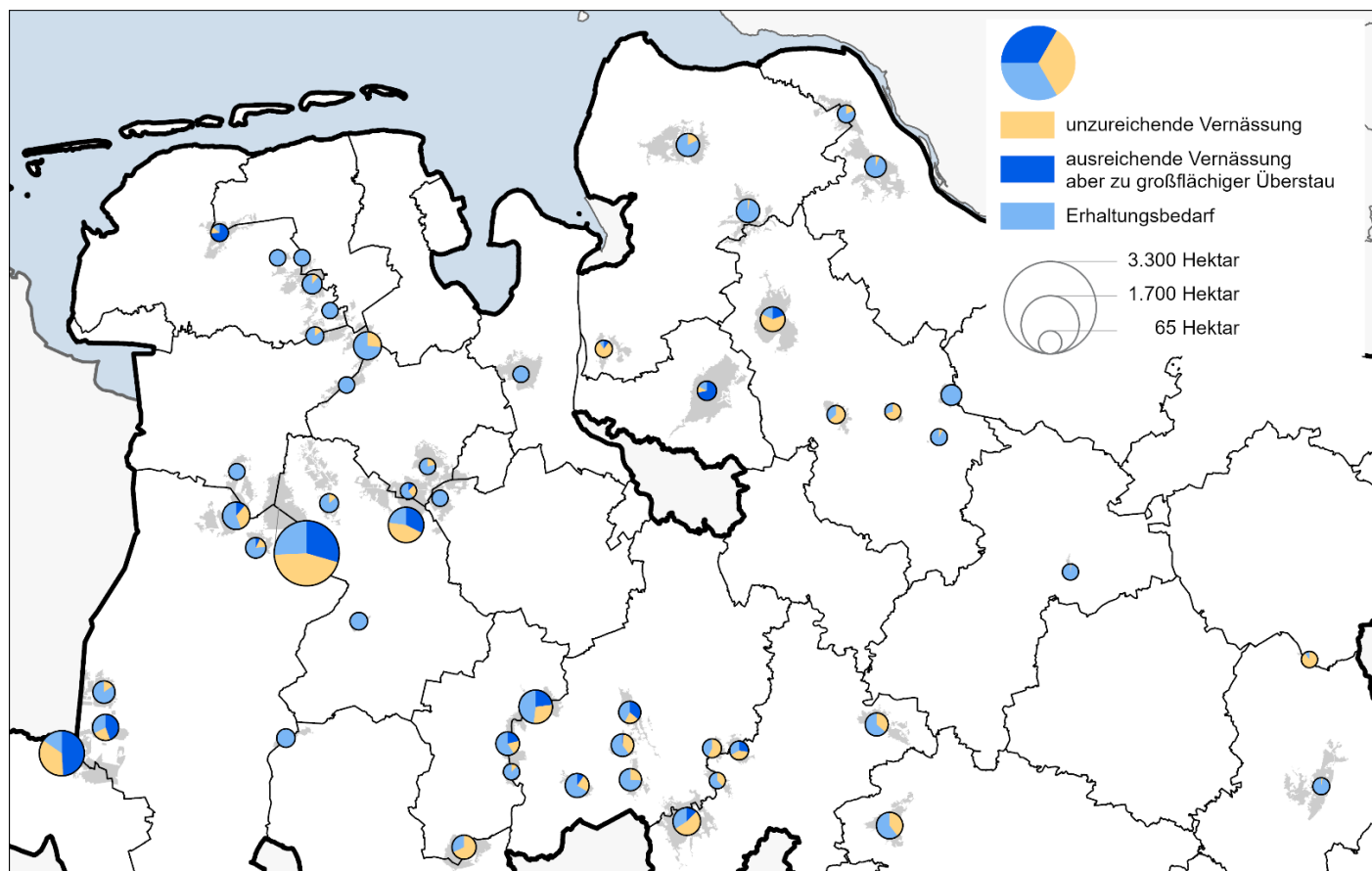


Abbildung 19: Maßnahmenpotenzial von hergerichteten Torfabbauflächen in Mooregebieten mit industriellem Torfabbau.

Aber auch in den Niederungen von Lune (137), Geeste (129, 131, 134) und Oste (140, 141, 149) ist die Nutzung von Synergien zwischen Moorbodenschutz sowie Küsten- und Hochwasserschutz zu bedenken. Zu den weiter landeinwärts gelegenen Mooregebieten, in denen Hochwasserschutz und Moorbodenschutz synergetisch wirken sollten, gehören u.a. das Große Moor bei Gifhorn (270), das südliche Bourtanger Moor (53) oder die Hochmoore am Küstenkanal (41, 45, 49, 60, 63).

Die Notwendigkeit von Wassermanagement- und Wasser-rückhaltemaßnahmen als Anpassung an den Klimawandel besteht insbesondere im Osten und Südosten Niedersachsens in den Regionen Hannover (u.a. 227, 228-231) und Braunschweig (u.a. 266, 268, 270), wo die Mooregebiete im Mittel ein sommerliches Defizit der klimatischen Wasserbilanz von - 125 mm aufweisen.

Zu den landwirtschaftlich geprägten Mooregebieten zählen vor allem die Mooregebiete nördlich des Küstenkanals zwischen Leer, Wiesmoor und Westerstede (u.a. 20-22, 72, 73), der Wesermarsch (26, 38, 76, 81-86, 93), die Mooregebiete der Stader Geest (u.a. 134, 137), der Oste- (140, 141, 149) und der Hammeniederung (118, 152, 153). Insbesondere in diesen landwirtschaftlich geprägten Mooregebieten ist der Bedarf einer agrarstrukturellen Analyse und der Einrichtung von Kooperationen gegeben.

Zu den Mooregebieten, bei denen in Schutzgebieten die Etablierung eines gebietsbezogenen Managements sinnvoll wäre, zählen z. B. das Ipweger Moor (85) oder die Esterweger Dose (60), wo der Kernbereich des Mooregebietes nach Beendigung des Torfabbaus vollends dem Naturschutz zur Verfügung steht.

Für zahlreiche Mooregebiete wurden durch die Unteren Naturschutzbehörden, im Rahmen der Regionalgespräche sowie im Zuge der Stellungnahmen zum Entwurf dieser Studie Hinweise auf die Notwendigkeit von Flurbereinigungsverfahren gegeben und die Flurbereinigung daher als besonders sinnvolles Instrument herausgestellt.

5.4.4 Projekte

Auf rund 16.000 Hektar innerhalb des Betrachtungsraums der Potenzialstudie wurden bereits Maßnahmen zur effektiven Wasserstandsanhhebung umgesetzt. Vielfach umfassen die eigentlichen Projektgebiete jedoch auch angrenzende Mineralböden. Die **umgesetzten Projekte** fanden zu rund 40 % auf ungenutzten Flächen statt. Knapp ein Drittel der umgesetzten Projekte befand sich innerhalb von landwirtschaftlichen Flächen, ein Fünftel innerhalb von wiedervernässten Torfabbauflächen und der restliche Anteil von unter 10 % innerhalb von Wald-Flächen.

Die umgesetzten Projekte befinden sich zu rund 90 % innerhalb von Schutzgebieten, etwa in den Mooren zwischen Diepholz und Hannover in den Hochmooren der Diepholzer Moorniederung (101, 104, 105, 109, 200) oder in der Hannoverischen Mooregeest, wo insbesondere in den vergangenen Jahren Vernässungsmaßnahmen im Rahmen des LIFE+ Projektes „Hannoversche Mooregeest“ (228-231) umgesetzt wurden. Im Westen Niedersachsens zwischen Ems und Weser wurden in mehreren Hochmoorgebieten durch die Staatliche Moorverwaltung degenerierte Flächen vernässt, darunter großflächige Maßnahmen im Hahnenmoor (87) im Emsland sowie in Hochmoorresten des Bourtanger Moores (46, 51, 53). Außerdem optimierte bzw. optimiert die Staatliche Moorverwaltung weiterhin wiedervernässte

Torfabbauflächen im Stapeler Moor (28) und im Hochmoor Klinge (7) bei Wiesmoor. Die Hahnenknooper Moore (133) südlich von Bremerhaven und das Hohe Moor (182) zwischen Bremervörde und Stade stellen Projektschwerpunkte im Nordosten des Landes dar. Im südlichen Teil Niedersachsens zählen die Hochmoore im Solling (260) zum Naturschutzschwerpunkt.

Großflächige Vernässungen von Niedermoorböden mit dem Ziel des Wiesenvogelschutzes erfolgten am Fehntjer Tief (16), rund um den Dümmer (89), in den Huntewiesen (85), am Meerbruch (226) am Steinhuder Meer und in der Hammeniederung (118). Großflächigere Vernässungen von Hochmoorgrünland mit dem Ziel der Moorentwicklung wurden im Veenhusener Königsmoor (21), im Großen Moor bei Aurich (2), im Lichtenmoor bei Nienburg (203) und im NSG Ochsenweide bei Esens (9) umgesetzt. In bewaldeten Mooren wurden vor allem durch die Niedersächsischen Landesforsten Maßnahmen umgesetzt.

Bei Flächen mit bereits umgesetzten Maßnahmen bedarf es zwar aktuell keiner kurzfristigen Optimierung, jedoch ist der hydrologisch günstige Zustand durch geeignetes Monitoring zu überwachen und durch geeignete Erhaltungsmaßnahmen zu bewahren. Hier zählen etwa die technische Instandhaltung oder die Anpassung der Wasserstände nach Rückquellung vernässter Torfe oder nach Höhenwachstum der torfbildenden Vegetation.

Vor allem im Zuge der Managementplanung für Schutzgebiete des Natura 2000-Netzes sind kurz-, mittel oder langfristig Maßnahmen zur Optimierung des Wasserhaushalts vorgesehen. Ein erster Schritt ist oftmals erst die flächenkonkrete Machbarkeitsprüfung, eine flächenscharfe Abgrenzung geplanter Maßnahmen war nur zu einem kleineren Anteil der vorliegenden Managementpläne vorhanden.

Zu weiteren **geplanten Projekten** zählen Vernässungsmaßnahmen im Zuge von Flurbereinigungen wie etwa in Westoverledingen bei Papenburg (29) oder gesamtheitliche Gebietsentwicklungskonzepte wie im Neuenlander Moor (93) bei Ganderkesee.

5.4.5 Raumrelevante Planungen

Zu den raumrelevanten Planungen, die Moorböden und weitere kohlenstoffreiche Böden betreffen können, gehören v.a. diverse Infrastrukturvorhaben wie etwa der Bau der sogenannten Küstenautobahn A20 zwischen Westerstede in Ostfriesland und Bad Segeberg in Schleswig-Holstein. Auch verlaufen geplante Energiekorridore wie etwa von der Erdkabel-Verbindung zwischen Schleswig-Holstein und Nordrhein-Westfalen (Vorhaben 48), von der Elbe-Weser-Leitung, des Rhein-Main-Links, NordWestLinks oder SüdWestLinks durch Bereiche mit kohlenstoffreichen Böden.

5.5 Priorisierung

Aus der Summe aus THG-Minderungs- und Maßnahmenpotenzial konnten maximal 10 Punkte erreicht werden. Den höchsten Anteil mit rund 20 bis fast 50 % am Mooregebiet an so bewerteten Rasterzellen weisen folgende Gebiete (in alphabetischer Reihenfolge) auf (vgl. Teil B – Karte 6): Ahlersmoor (115), Bookholzberger Moor (93), Großes Ehlandmoor (140), Hammelwarder Moor (84), Hochmoor bei Wymeer (18), Krähenmoor (202), Moor bei Ditzum (17), Moor bei Meyerburg (144), Rahrdrumer Moor (33), Wehdener Moor (129) und Wiedeler Moor und Niedermoores bei Moorhausen (34). Sie

liegen allesamt in der nordwestlichen Hälfte Niedersachsens. Zu den Mooregebieten mit Anteilen zwischen 10 und 20 % an mit 5 Punkten bewerteten Rasterzellen zählen weitere Moore in der Wesermarsch (86), am Rand der Wesermünder Geest (129, 132), der Harburger Elbmarsch (179, 194), der Wümmeniederung (121) und im ostbraunschweigischen Flachland (277).

Während der Anteil an mit insgesamt 8-9 Punkten bewerteten Rasterzellen und damit mittlerer bis hoher Priorität im Großteil der insgesamt 277 Mooregebiete überwiegt, weisen einige Moore der Wümmeniederung (176, 177), der Südheide (236, 240-244, 249) sowie nahe der Lüchower Niederung (258) einen Anteil von über 90 % der mittleren Priorität mit einer Punktschätzung von 5-7 auf. In diesen Mooregebieten ist der Anteil an Flächen mit hohem THG-Minderungspotenzial gegenüber den Mooregebieten mit höheren Anteilen hoher Priorität geringer.

Der Anteil geringer bis mittlerer Priorität bzw. mit 3-4 Punkten bewerteten Rasterzellen liegt nur bei etwas über 10 % der Mooregebiete bei einem Flächenanteil von über 10 % am jeweiligen Mooregebiet. Dazu gehören etwa Mooregebiete mit Hinweisen auf moortypische Wasserstände (z. B. 212) oder Hochmooregebiete wie im Bourttanger Moor (51, 53), in der Esterweger Dose (60) oder im Westen der Diepholzer Moorniederung (98, 99) denen geringere THG-Emissionen durch eine (noch) geringe Vegetationsdeckung oder eine bereits erfolgte Wiedervernässung sowie geringe Raumwiderstände und Nutzungskonflikte durch eine hohe Flächenverfügbarkeit und geregelte Folgenutzungen gemein sind.

Bei der Betrachtung der **Prioritäten auf Mooregebietsebene** (s. Abbildung 20) zählen Mooregebiete im küstennahen Raum in den Emsmarschen (17-19, 23, 24), in der Wesermarsch (76, 85, 86, 93), am Rand der Wesermünder Geest (114, 123), in der Osteniederung (140), in den Harburger

Elbmarschen (188, 194, 197) zu denen mit landesweit betrachtet hoher Priorität. Weit überwiegend wurden in diesen küstennahen Mooregebieten hoher Priorität noch keine flächenrelevanten Maßnahmen umgesetzt. Weitere Mooregebiete hoher Priorität liegen an der Terrassenkante der Ems (40, 44, 48), in den Raddetälern im Emsland (55, 58, 67), in der Wesermünder Geest (125, 128, 131, 132, 134-136) sowie einzelne Moore in der Hohen Heide und Südheide (159, 173 237) und in der Hannoverschen Moorgeest (202, 224, 226, 229) sowie im Drömling (274). In den rund 84.000 Hektar umfassenden Mooregebieten hoher Priorität (Tabelle 29) findet sich ein hohes THG-Minderungspotenzial mit zugleich günstigen Bedingungen für eine Minderung der THG-Emissionen, sei es durch günstige naturräumliche Eigenschaften oder durch geringe Raumwiderstände wie einer fehlenden oder geringen Nutzungsintensität oder verfügbaren, großräumigen Flächen.

Etwas über 50 % der Mooregebietsflächen gehören zur mittleren Prioritätsklasse. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt im Nordwesten Niedersachsens in der Stader Geest (u.a. 117, 118, 127, 130, 137-139, 149, 152, 153), der Hunte-Leda-Moorniederung (u.a. 49, 78, 79, 90) und im Bereich der Ostfriesischen Zentralmoore (u.a. 2, 6, 7, 22, 28, 72).

Tabelle 29: Flächengrößen der Prioritätsklassen.

Prioritätsklasse	Flächengröße in Hektar	Flächenanteil in %
hoch	83.700	26
mittel	172.600	53
niedrig	70.200	21
Summe	326.500	100

Die Prioritätsklassen wurden über die 25- und 75%-Perzentile des gewichteten Mittelwerts gebildet.

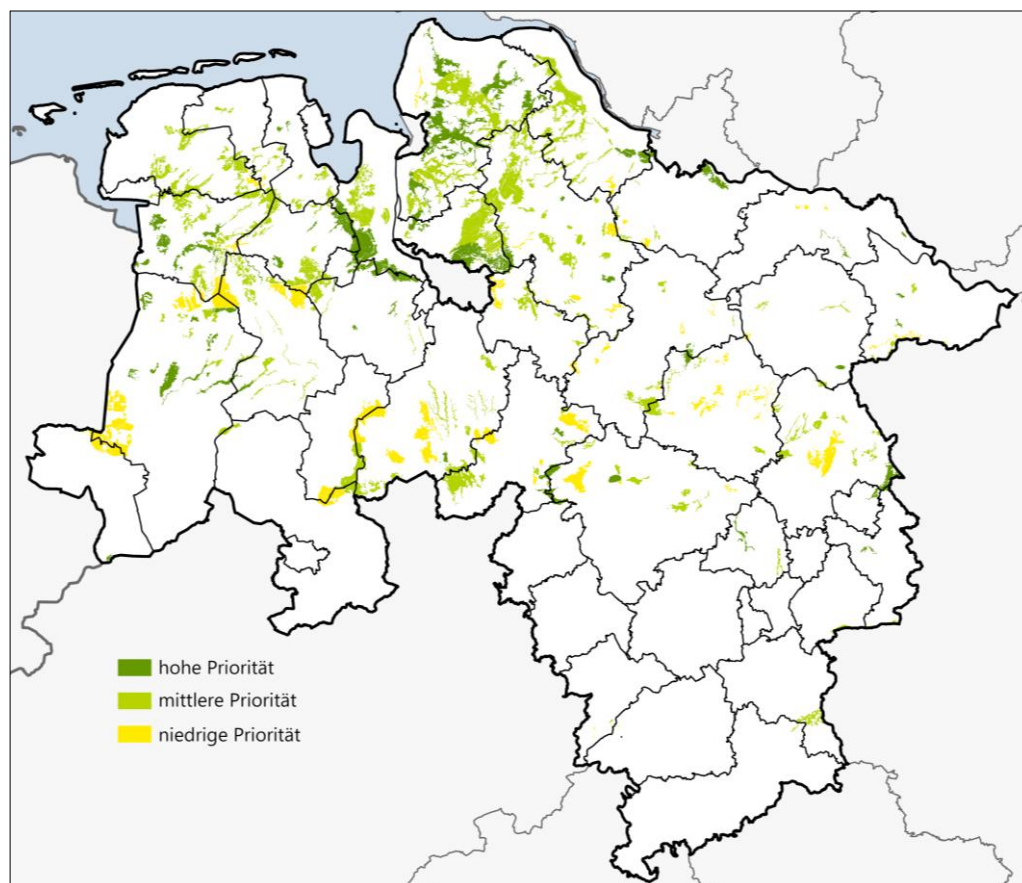


Abbildung 20: In die drei Prioritätsklassen eingeordnete Mooregebiete.

Zu den Mooregebieten mit landesweit betrachtet niedriger Priorität zählen zum einen die noch immer vom Torfabbau geprägten Hochmoorkomplexe wie das Bourtanger Moor (46, 51, 53), die Esterweger Dose (60), das Große Moor bei Barnstorf (98), das Campemoor (88), das Tote Moor (227) und das Lichtenmoor bei Nienburg (203). Zum anderen gehören Hochmoore der Diepholzer Moorniederung (101, 104, 105, 109, 113, 198), der Hannoverschen Moorgeest (203, 204, 207, 230) sowie zahlreiche Moore in der Hohen Heide und

Südheide (214, 215, 217, 238, 239, 240-246, 249, 270) in diese Prioritätsklasse. Diese Mooregebiete umfassen insgesamt rund 70.200 Hektar. Die niedrige Priorität ist u. a. zurückzuführen auf im Vergleich zum atlantisch geprägten Nordwesten Niedersachsens weniger günstige Standorteigenschaften. Auch sind einige kleinflächigere und/oder stärker fragmentierte Mooregebiete enthalten, die so größeren Raumwiderständen ausgesetzt sind. Hinsichtlich des THG-Minderungspotenzials umfassen Mooregebiete dieser Prioritätsklasse sowohl Bereiche mit abbau- und herrichtungsbedingt als auch natürlicherweise niedrigen THG-Emissionen. Zudem sind hier auch Flächen enthalten, in denen wie etwa in der Diepholzer Moorniederung bereits viele Moorschutzmaßnahmen umgesetzt wurden, die zu einem geringen THG-Minderungspotenzial beigetragen haben.

6 Diskussion

6.1 Datengrundlagen

6.1.1 Kulisse der kohlenstoffreichen Böden

Kohlenstoffreiche Böden sind dynamische Standorte. Unter natürlichen Bedingungen akkumulieren sie Biomasse und durch ihre Vertorfung kommt es zu einer Mächtigkeits- und damit Höhenzunahme. Unter entwässerten Bedingungen führen die Prozesse der Sackung, der Schrumpfung und des Schwunds zu Massen- und damit Höhenverlusten. Somit befinden sich die organischen Böden in Niedersachsen in ihrer Ausdehnung in einem kontinuierlichen Wandel.

Die Potenzialstudie kann daher nur so aktuell wie ihre Datengrundlagen sein. So liegen mit der KRBKat_GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023) zwar Flächengrenzen vor, weitere Flächeninformationen hierzu befinden sich jedoch noch in Erarbeitung durch das LBEG. Das für Flächen mit unbekannter Torfmächtigkeit angenommene geringe THG-Minderungspotenzial kann tatsächlich auch ein mittleres oder hohes THG-Minderungspotenzial sein. In der Folge bleibt das THG-Minderungspotenzial in Teilbereichen mit Unsicherheiten behaftet. Zudem sind die Flächenabgrenzungen der Bodenkategorien der KRBKat_GAPKondV (Entwurf) (LBEG 2023) als vorläufig zu betrachten. So besteht etwa im Rahmen des ANDI-Antragsverfahrens die Möglichkeit, Flächen aus der GLÖZ 2-Kulisse prüfen zu lassen. Solche Änderungen können nicht mehr in die Potenzialstudie aufgenommen werden. Nur über eine spätere Aktualisierung könnten neue Daten berücksichtigt werden.

6.1.2 Landesweite Biotopkartierung

Die Daten der landesweite Biotopkartierung fanden bei mehreren Arbeitsschritten Verwendung, so etwa zur Einschätzung des Bedarfs zur Anhebung der Wasserstände, bei der Bewertung der Nutzungsintensität, bei der Einschätzung des Optimierungsbedarfs wiedervernässter

Torfabbauflächen und nicht zuletzt bei der Ermittlung der THG-Emissionen. Der verwendete Datensatz umfasste bis 2020 erhobene Daten. Datensätze, die zum Zeitpunkt noch nicht durch den NLWKN fachlich geprüft waren oder seitdem neu erhobene Biotoptypendaten wie jüngst etwa für eine Vielzahl der Natura 2000-Gebiete im Rahmen der Managementplanerstellung, sind somit nicht enthalten. Bei einer Einbeziehung aktuellerer Datensätze können sich daher abweichende Bewertungsergebnisse ergeben.

6.1.3 Treibhausgasemissionen

Die niedrigen Emissionswerte von Sanddeck- und Sandmischkulturen (HÖPER 2022) könnten zu der Aussage verleiten, dass diese Kultivierungsmaßnahmen dem Klimaschutz dienen. Dies ist jedoch differenziert zu betrachten. Die in HÖPER (2015) dargestellten Emissionsfaktoren gehen auf Messungen von Sandmischkulturen der 1970er Jahre zurück, wo der Großteil des Kohlenstoffes der oberen Dezimeter bereits innerhalb der ersten Jahrzehnte freigesetzt wurde (KUNTZE 1987). Durch regelmäßige Bearbeitung der Bodenkrume werden bei der Sandmischkultur regelmäßig Torfanteile aus den schräggestellten Torfprofilen miteingemischt und der Oxidation unterworfen. Auch ringsum an den umgebenden Gräben liegen die Torfbalken frei und unterliegen der Freisetzung von CO₂. Während ein Unterpflügen des abgedeckten Torfes je nach Mächtigkeit der Sanddeckschicht entfällt, ist das Torfprofil unter der Deckschicht entlang der Gräben weiterhin der Oxidation ausgesetzt. Auch für diese kultivierten Moorstandorte stellt sich daher die Frage nach einer Minderung der THG-Emissionen. Diese könnte durch eine Anhebung der Wasserstände bis an die Deckschicht der Sanddeckkultur sowie bis an die Oberfläche bei den Moor-Trepsolen erreicht werden, soweit die hydrologischen Bedingungen noch gegeben sind und ein Wasseranstau, z. B. aufgrund noch nicht durchbrochener Stauschichten, möglich ist. Zur Minderung des Gasaustausches von Bodenluft und Atmosphäre kann eine nur flachgründige Bodenbearbeitung beitragen. Einen Beitrag zur THG-Minderung könnte auch eine zusätzliche Abdeckung, um eine in den Torf eingreifende Bodenbearbeitung zu unterbinden, leisten (HÖPER 2024b).

Von der Lage innerhalb von Naturschutzgebieten kann nur bedingt auf die tatsächlichen THG-Emissionen geschlossen werden. So dürfte der von HÖPER (2024a) für innerhalb von Naturschutzgebieten gelegenen, ungenutzten Hochmoorflächen ohne vorliegende Biotoptypenkartierungen angenommene Emissionsfaktor mit 9 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ zu niedrig angesetzt sein, da degenerierte Hochmoorbiotoptypen Emissionsfaktoren von 20-25 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ aufweisen (HÖPER 2022). Innerhalb von Schutzgebieten, in denen keine konkreten Biotoptypendaten vorliegen, wird das Treibhausgas-Minderungspotenzial offener Moorflächen daher unterschätzt.

Vegetationsarme- oder freie Torfabbauflächen oder junge Wiedervernässungsflächen weisen geringe THG-Emissionen auf. Dieser Zustand ist jedoch nur temporär. Mit zunehmender Besiedlung sind den Flächen dann höhere THG-Emissionsfaktoren zuzuweisen. Es ist für solche Flächen daher von einer Unterschätzung des THG-Minderungspotenzials auszugehen.

6.2 Grenzen der Potenzialstudie

6.2.1 Zwischen Landesmaßstab und Gebietsbezogenheit

Um ganz Niedersachsen unter den gleichen Voraussetzungen betrachten zu können, musste auf landesweit verfügbare Datensätze zurückgegriffen werden. In diesen fehlen maßstabsbedingt Informationen zu lokalen Gegebenheiten, die von entscheidender Bedeutung für das tatsächliche Maßnahmenpotenzial sein können. Dies können etwa kleinflächig geringere Torfauflagen in Torfstichbereichen sein, die sich in den auf den Maßstab 1 : 50.000 ausgelegten Bodenkarten nicht wiederfinden und die Vernässbarkeit vor Ort mitunter fraglich erscheinen lassen. Außerdem können dies zu berücksichtigende artenschutzrechtliche Belange sein, die sich in den landesweiten Datensätzen nicht abbilden. Auch konnten z. B. nur regional verfügbare Daten zur Wasserverfügbarkeit keinen Eingang in die landesweite Studie finden, sodass die Hydrologie v. a. über Reliefparameter abgebildet werden musste. Auf der anderen Seite können sich aber auch begünstigende Faktoren wie etwa Privatinitiativen auf dem Landesmaßstab nicht abzeichnen, da für diese Flächen zunächst höhere Raumwiderstände angenommen werden müssen. Zugleich sollte die Potenzialstudie innerhalb der herausgestellten Mooregebiete gebietsbezogene Informationen abbilden, die teils wiederum auf flurstückbezogene Informationen aus der Beteiligung der Landkreise und kreisfreien Städte zurückgingen. In den erfolgten Regionalgesprächen konnten Akteure der moorreichen Regionen zudem regionalspezifische Aspekte und Kenntnisse einbringen. Die weitergehende Betrachtung der einzelnen Moore muss auf Gebietsebene erfolgen, wo u. a. agrar- und ggf. forststrukturelle sowie hydrogeologische Gegebenheiten bei der Beurteilung der lokalen Potenziale berücksichtigt werden können. Zudem bedarf es einer gebietsbezogenen Überprüfung des auf landesweiter Ebene und mit landesweit verfügbaren Datensätzen ermittelten Maßnahmenpotenzials.

Der landesweite Blick auf die Moorflächen und weiteren kohlenstoffreichen Böden hat u. a. zur Folge, dass schmale Flächen wie etwa fließgewässerbegleitende Niedermoorflächen bei der Bewertung gegenüber großflächigeren Moorflächen ungünstiger bewertet werden. Zugleich können gerade Moorflächen in schmalen Bachtälern mitunter mit einfachen Mitteln und mit geringen Auswirkungen auf die Umgebung vernässt werden.

6.2.2 Einordnung zu weiteren moorbezogenen Potenzialstudien

Das F+E-Vorhaben „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie“ umfasste einen ersten Teil (FKZ 3519 800 300), welcher die Ergebnisse einer Literaturrecherche und zweier Expertenworkshops enthält (NITSCH & SCHRAMEK 2021) sowie einen zweiten Teil (FKZ 3519 800 30A) in welchem bundesweit Potenzialgebiete mit hohen Umsetzungschancen und zugleich hohen potenziellen maximalen Effekte identifiziert werden sollten (KOPPENSTEINER et al 2023, Abschlussbericht in Vorb.).

Die Bearbeitung der Potenzialstudie „Moore in Niedersachsen“ und die Abschlussphase des F+E Vorhaben "Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2" erfolgte zeitlich parallel. In beiden Projekten wurden Potenziale bzw. Potenzialgebiete ermittelt, allerdings bestehen Unterschiede hinsichtlich des verwendeten Auswertungsansatzes: Während im F+E-Vorhaben die Potenziale

zur Vernässung im Allgemeinen bewertet wurden, sollten im Rahmen der Potenzialstudie zusätzlich zu Potenzialen zur Anhebung des Wasserstandes im Allgemeinen auch für einzelne Maßnahmenpakete die Potenziale abgeschätzt werden. Auch in dem im Jahr 2023 gestarteten Projekt „Roadmap zur Vernässung organischer Böden in Deutschland“ (RoVer) soll eine differenzierte Betrachtung hinsichtlich möglicher Handlungsoptionen erfolgen.

Aufgrund der unterschiedlichen Betrachtungsebenen kamen innerhalb der beiden Projekte auch unterschiedliche Grundlagendaten zur Anwendung. So konnten im F+E-Vorhaben nur solche Daten Eingang in die Bewertung finden, die im überwiegenden Teil der Bundesländer zur Verfügung standen, um eine bundesweite Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Daten zur Flächenverfügbarkeit konnten innerhalb dieses Projektes daher nur sehr eingeschränkt genutzt werden. Für die Potenzialstudie lagen hingegen Informationen zu sämtlichen Flächen der öffentlichen Hand für die Bewertung der Potenziale vor. Zudem standen zur Bearbeitung der Potenzialstudie Informationen zur Torfmächtigkeit niedersächsischer kohlenstoffreicher Böden (LBEG 2022c), zur aktuellen Ausdehnung der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen (LBEG 2023) sowie landesweite Biotopdaten (NLWKN 2022) zur Verfügung, welche aufgrund der vergleichenden Betrachtung auf Bundesebene im Rahmen des F+E-Vorhaben nicht genutzt werden konnten. Ein wichtiger Unterschied ist, dass in RoVer die Moor-Treposeole keinen nachrangigen Status haben, sondern gleichgestellt mitgeführt werden. Es findet zudem die der BHK50 zugrundeliegende Kulisse Verwendung und nicht die in der Potenzialstudie verwendete KRBKat_GAPKondV (Entwurf).

Unterschiedliche Grundlagendaten, Betrachtungsräume und Wichtungen können zu unterschiedlichen Aussagen in der Potenzialstudie und dem F+E-Vorhaben führen. Diese sind immer im Kontext zur Zielsetzung des jeweiligen Projektes und den verwendeten Grundlagendaten zu sehen.

7 Ausblick und Fazit

7.1 Grenzenlose Moore

Moore machen an administrativen Grenzen nicht Halt – seien es Landkreis-, Landes- oder Bundesgrenzen. In vergangenen Jahrhunderten stellten vor allem die großen Moorkomplexe für die Menschen kaum zu durchquerende Hindernisse dar und wurden als unfruchtbares Ödland wahrgenommen. Erst im Zuge der Kultivierung erfolgte eine Aufteilung der Moore, sodass durch sie heutzutage oftmals geradlinige, am Reißbrett aufgeteilte Grenzen verlaufen. Tiere und Pflanzen sowie Wasser nehmen diese willkürlich gezogenen Grenzen jedoch nicht wahr – zur Erarbeitung von gemeinsamen Entwicklungskonzepten und zur Umsetzung von Maßnahmen ist daher eine grenzüberschreitende Zusammenarbeit notwendig. Dies erfordert enge Abstimmungsprozesse und die Regelung von Zuständigkeiten zwischen den Flächenanrainern.

Als Beispiel für eine Zusammenarbeit zwischen Niedersachsen und den angrenzenden Niederlanden ist die Grenzregion im Bourtanger Moor zu nennen. So wurden im Internationalen Naturpark Bourtanger Moor-Bargerveen, der Teile des Emslandes und der Grafschaft Bentheim sowie der niederländischen Provinz Drenthe umfasst, innerhalb des INTERREG VA-Projektes „Grenzenlos Moor - grenzeloos veen“ gemeinsam Impulse zur Entwicklung des Natur-, Lebens- und

Wirtschaftsraums gesetzt. Als Naturpark-Region „Moor ohne Grenzen“ wurde die deutsche Seite im Jahr 2023 zudem als LEADER-Region für die aktuelle EU-Förderperiode ausgezeichnet.

Während sie einst die innerdeutsche Grenze teilte, ist die Natur- und Kulturlandschaft des Drömlings seit dem Jahr 2023 als bundesländerübergreifendes UNESCO-Biosphärenreservat anerkannt. Dies würdigt die langjährige Zusammenarbeit zwischen Niedersachsen und Sachsen-Anhalt in der von Feuchtwäldern und Feuchtwiesen geprägten Region.

Als Beispiel einer grenzübergreifenden Vor-Ort-Betreuung von Schutzgebieten ist das Oppenweher Moor am Südrand der Diepholzer Moorniederung zu nennen, wo auch der nordrhein-westfälische Teil durch den BUND Diepholzer Moorniederung betreut wird, um eine ganzheitliche Gebietsentwicklung zu erreichen.

Nicht zuletzt erfolgte im Zuge der Erstellung von Managementplänen zur Sicherung und Weiterentwicklung der Schutzgebiete des Natura 2000-Netzwerkes eine enge Zusammenarbeit der zuständigen Unteren Naturschutzbehörden. Die Umsetzung und Fortschreibung dieser Pläne werden auch zukünftig die grenzüberschreitende Zusammenarbeit fördern und fördern.

7.2 Klimawandel und Wasserhaushalt

Die klimawandelbedingten Veränderungen im Niederschlagsgeschehen sind regional unterschiedlich ausgeprägt. In den küstennahen, stark atlantisch geprägten Regionen sind die Bedingungen für eine Anhebung der Wasserstände mit nach wie vor deutlichen Überschüssen in der Wasserhaushaltsbilanz als günstig einzuschätzen. Mit zunehmender Kontinentalität mit ohnehin schon defizitären Wasserbilanzen im Sommerhalbjahr machen sich langanhaltende Trockenperioden im Sommerhalbjahr künftig besonders negativ bemerkbar. Aber auch langanhaltende Niederschlagsperioden sowie die Zunahme von Starkregenereignissen im Winterhalbjahr stellen Vernässungsmaßnahmen landesweit vor technische Herausforderungen. Den Auswirkungen der zukünftig häufiger auftretenden Wetterextreme muss projektbezogen durch ein angepasstes Wassermanagement entgegengetreten werden. In wiedervernässten Torfabbauflächen oder in durch den Bau von Dämmen vernässten Moorflächen erhöhen langanhaltend nasse Witterungsperioden und/oder Starkregenereignisse durch Wasserdruck aus der vernässten Fläche die Gefahr von Damm- und Grundbrüchen (BLANKENBURG et al. 2022). Reparaturen solcher Brüche sind aufwendig und kostenintensiv, sodass v. a. bei einer anvisierten Vernässung bei verbliebenen großflächigeren Resttorfblöcken ein zukunftssicherer Erhalt von Beginn an mitgedacht werden muss.

Die Folgen des Klimawandels mit dem Anstieg des Meeresspiegels und der Zunahme von Extremwetterereignissen wie Starkregen, Dauerregen oder Sturmfluten stellt den niedersächsischen Küstenraum vor große Herausforderungen (SPIEKERMANN et al. 2018, Projekt „Klimaoptimiertes Entwässerungsmanagement im Verbandsgebiet Emden“ KLEVER). Die Entwässerung des eingedeichten, teils unter dem Meeresspiegel gelegenen Küstenraumes erfolgt bislang über Siele und Schöpfwerke, die modernisiert und deren Kapazitäten erhöht werden müssen. Durch lokale Anhebung von Zielwasserständen der Vorfluter könnte der Erhalt kohlenstoffreicher Böden gefördert werden; Speicherlösungen könnten Wasser für Trockenperioden zurückhalten und das

Entwässerungssystem entlasten (SPIEKERMANN et al. 2018, AHLHORN & MEYERDIRKS 2010). Diese Synergieeffekte mit dem Moorbodenschutz sollten bei der Erstellung des Generalplans Klimaanpassung in Siel- und Schöpfwerksgebieten Berücksichtigung finden.

Generell bedarf es auf Landschaftsebene eines Umdenkens hinsichtlich der Zielsetzung der Wasserwirtschaft von der Entwässerung hin zu einem Rückhalt von Wasser. Hierbei können Moore eine wichtige Rolle einnehmen. Gleichzeitig muss der Landschaftswasserhaushalt so gesteuert werden, dass auch die Bedarfe anderer Nutzungsfelder – etwa für Trinkwasser oder die landwirtschaftliche Beregnung zur Sicherung der Nahrungsmittelversorgung – berücksichtigt werden. Es bedarf somit eines gezielten Wassermanagements und damit wird die Wasserwirtschaft vor eine enorme Herausforderung gestellt.

7.3 Auslaufender Torfabbau

Im vergangenen Jahrhundert hat der Torfabbau beginnend mit dem Handtorfstich über die Entwicklung zum industriellen Torfabbau insgesamt über 50.000 Hektar (FRANK et al. 2021) der großflächigen Hochmoorkomplexe geprägt. Heute hat sich dieses Bild gewandelt – die Mehrheit der Flächen ist wiedervernässt, bestehende Torfabbaugenehmigungen liegen laut IVG nur noch für rund 8.000 Hektar vor, davon sind nur noch unter 2.000 Hektar aktiv im Abbau.

Die Nationale Moorschutzstrategie sieht das mittelfristige Ende des Torfabbaus in Deutschland vor. Die Torfnutzung soll im Hobbybereich bis 2026 enden und im Erwerbsgartenbau ist ein weitgehender Ersatz des Torfes bis 2030 vorgesehen. Zwischenzeitlich hat der Niedersächsische Landtag im Dezember 2023 ein Verbot von neuen Torfabbaugenehmigungen beschlossen. Damit kann davon ausgegangen werden, dass der Torfabbau bis auf kleinräumige Ausnahmen in den nächsten Jahren ausläuft. Die bestehenden Abbaugenehmigungen mit über das Jahr 2030 hinausreichenden Fristen werden rohstoffseitig im Wesentlichen vorzeitig erschöpft sein.

Die Substratindustrie steht daher vor großen Herausforderungen zur Substitution niedersächsischer Torfe. Einen (begrenzten) Beitrag für eine Übergangslösung, um weitere Torfimporte aus den baltischen Staaten mit zusätzlichen transportbedingten Emissionen zu vermeiden, könnte etwa die Verwertung des landwirtschaftlichen Oberbodens bei der Hochmoorsanierung (Handlungshinweise s. OptiMoor: HUTH et al. 2023, GeoBerichte 45: GRAF et al. 2022) sein, da dieser für die schnellere Entwicklung einer moortypischen Vegetation und zur Verringerung von CH₄-Emissionen vor Wiedervernässung abgetragen werden kann. Torfmoos-Biomasse sowie andere Rohstoffe aus der Anbau-Paludikultur könnten hingegen bei einer Produktion im industriellen Maßstab Weißtorfimporte dauerhaft ersetzen.

Die Nutzung des vorhandenen Knowhows und der Spezialmaschinen der Abbaufirmen bei Erhalt und Pflege der wiedervernässten Torfabbauflächen oder bei der Vernässung degradierter Moorflächen wäre ein wertvoller Beitrag für die Umsetzung der ermittelten Potenziale.

Mit der Folgenutzung „Grünland“ mit einer extensiven landwirtschaftlichen Nutzung ohne Vollvernässung ist eine langsame, aber beständige Torfzehrung der verbliebenen Resttorfaufgabe verbunden. Zudem reduziert Staunässe die Bewirtschaftbarkeit und damit einhergehend die naturschutzfachliche Wertigkeit durch Ausbildung hochwüchsiger Dominanzbestände. Eine Umstellung auf eine nasse

Bewirtschaftungsweise oder auch auf Freiflächen-Photovoltaik könnte, vorbehaltlich der Aspekte der abgehandelten Eingriffsregelung, in Erwägung gezogen werden.

7.4 Transformation der landwirtschaftlichen Nutzung

Landwirtschaftlich genutzte Hochmoore und Niedermoore weisen das höchste THG-Minderungspotenzial auf und sind für einen Großteil der THG-Emissionen verantwortlich. Zur Minderung der THG-Emissionen ist eine Anhebung der Wasserstände notwendig. Eine optimale Minderung wird durch mittlere Jahreswasserstände von 10 cm unter bis über Flur erreicht (TIEMEYER et al. 2020). Dies stellt sowohl die konventionelle als auch die ökologische Landwirtschaft vor große Herausforderungen: Wassergesättigte oder rückquellende Torfe sorgen für eine Abnahme der Befahrbarkeit mit etablierter Maschinenteknik und Trittfestigkeit für Nutztierassen, es kommt zur Ertrags- und Qualitätsminderung der bislang gängigen Nutzpflanzen, zu Beeinträchtigungen im Rahmen der tierischen Erzeugung und schlussendlich zu erheblichen ökonomischen Beeinträchtigungen der Betriebe. Dementsprechend ist es wichtig, die Bewirtschaftenden sowie Eigentümerinnen und Eigentümer beim Transformationsprozess und bei der Erschließung neuer Wertschöpfungswege zu unterstützen.

Der Paradigmenwechsel von entwässerungsbasierter Nutzung hin zu moorbodenschonender bzw. im Idealfall torferhaltender Nutzung ist gleichzeitig mit hohen Investitionen verbunden, da vorhandene Kulturen und Nutzungsweisen an ihre Grenzen stoßen. Ein Ansatz kann daher die Umstellung auf Paludikulturen sein, soweit sich diese auch als wirtschaftlich tragfähig darstellt. Paludikultur vereint mehrere Vorteile: Der Landwirtschaft wird eine Anbaualternative geboten, die Ziele des Klimaschutzes werden erreicht und es werden nachwachsende Rohstoffe erzeugt. Neben ihrem Beitrag zum Klimaschutz können Anbau-Paludikulturen, insbesondere Torfmoos-Kulturen auf Hochmoorflächen, auch als Ersatzlebensraum oder als Refugium von gefährdeten Moorpflanzen dem Naturschutz dienen (GAUDIG & KREBS 2016, REICH et al. 2019).

Durch mehrere Forschungsvorhaben und Pilotprojekte stehen Erfahrungswerte zur Einrichtung, zum Anbau und zur Beerntung von Anbau-Paludikulturen zur Verfügung. In Niedersachsen sind dies die Sphagnum-Bank „Provinzialmoor“ im Emsland, eine Vermehrungsfläche für Torfmoose für Renaturierungszwecke und die Torfmooskultivierungsfläche „Drenth“ im Emsland (Projekt Torfmooskult: SCHMILEWSKI & KÖBBING 2016; GRAF et al. 2017, Projekt SubstratMoos: KÖBBING 2018, Projekte MoosKult und KlimDivMoos: REICH et al. 2019), die Sphagnumfarm „Barver“ in der Diepholzer Moorniederung (Projekt CANAPE: HOLTHUIS & HOFER 2021), die Sphagnumfarm „Hankhauser Moor“ bei Oldenburg (Projekt MOOSGRÜN: KREBS et al. 2012; AUTORENKOLLEKTIV 2016, GAUDIG et al. 2018, Projekt MOOSWEIT: DAUN et al. 2023, Projekt OptiMoos: GAUDIG et al. 2023), der Versuchspolder zur Niedermoor-Paludikultur im Hohenbökener Moor (Projekt NAPALU, Projekt „Produktketten aus Niedermoorbiomasse“) und der Versuchspolder zur Niedermoor-Paludikultur bei Berderkesa (Projekt NAPALU, Projekt RoNNi).

Gleichwohl fehlt aktuell noch die praktische Umsetzung in einem wirtschaftlich relevanten Maßstab. So erfordern betriebliche Entscheidungen existenzieller Reichweite eine Sicherheit hinsichtlich der Absatzmärkte und der zu erzielenden Deckungsbeiträge, die zurzeit fehlen. Zugleich findet

sich für die zu erzeugenden Produkte erst ab einem bestimmten Absatzvolumen ein entsprechendes Interesse auf der Abnehmerseite. Einen weiteren Schritt in diese Richtung geht bei den Torfmoos-Kulturen das Projekt MOOSland, welches die großflächige Umsetzung und die Einführung von Torfmoos-Biomasse in Gartenbaubetrieben zum Ziel hat.

Weiterhin bestehen Fragen hinsichtlich der landwirtschaftlichen Subventionen und Förderungen sowie einzuholenden Genehmigungen (SCHÄFER et al. 2022, DVL & GMC 2021). So ist bei der Anlage von Anbau-Paludikulturen auf Grünland die Einholung einer Genehmigung zur Umwidmung von Dauergrünland in eine Dauerkultur notwendig und es besteht die Pflicht, eine Ersatzfläche zu schaffen. Dies behindert die flächige Umstellung der landwirtschaftlichen Nutzung auf Anbau-Paludikulturen. Aber auch bei gepflegtem, teil- oder vollvernässtem Naturschutzgrünland zieht ein ausreichend großer Anteil von mit Röhricht- und Riedarten bewachsenen Fläche Kürzungen für den Gesamtbetrieb nach sich.

Derzeit noch bestehende Engpässe bei der Beschaffung von Impfmateriel für großflächig anzulegende Torfmooskultivierungen können mittel- bis langfristig über Bioreaktoren erzeugt werden (PRAGER et al. 2023). Diese können auch bei der Beimpfung von wiedervernässten, ungenutzten Hochmooren Verwendung finden.

Eine sozialverträgliche, gerechte Umstellung von einer entwässerungsbasierten Nutzung kohlenstoffreicher Böden hin zu einer moorbodenschonenden bzw. im Idealfall torferhaltenden Nutzung bedarf einer gesamtgesellschaftlichen Anstrengung analog zu dem Kohleausstieg in den Braunkohlerevieren (JANSEN-MINBEN et al. 2022, SCHÄFER et al. 2022).

7.5 Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf wiedervernässtem Moor

Mit der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Januar 2023 ist die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) auf entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Moorböden förderfähig, vorausgesetzt die Moorböden werden dauerhaft wiedervernässt. Seitdem ist ein steigendes Interesse an dieser Nutzung zu verzeichnen.

Mit PV-FFA auf wiedervernässten Moorböden werden mehrere positive Beiträge zum Klimaschutz kombiniert: Mit Solarenergie kann einerseits regenerative Energie erzeugt und die Nutzung fossiler Energieträger vermieden werden, andererseits kann durch die Wiedervernässung der Ausstoß von CO₂ aus dem entwässerten Moorboden gemindert werden.

Bei der Planung und Errichtung von PV-FFA auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden sind jedoch mehrere Aspekte zu berücksichtigen (vgl. GMC 2022): (I) Um keine Stauschichten zu zerstören, müssen die baulichen Maßnahmen zur Flächeneinrichtung bodenschonend und torferhaltend etwa durch eine bodenkundliche Baubegleitung erfolgen. (II) Eine flächendeckende, torfbildende Vegetation kann einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Hierzu müssen Aufständerrhöhe, Reihenabstände und Anordnung so gewählt werden, dass ausreichend Licht den Boden erreicht. (III) Die Wartung der Anlagen und auch die Rückbaubarkeit sind bereits eingangs mitzuplanen. Von der Errichtung von PV-FFA kann zudem eine Hebelwirkung für großflächigere Wiedervernässungsmaßnahmen ausgehen (GMC 2022), indem angrenzende Flächen als hydrologische Einheit mitvernässt werden und diese dann aber z. B. dem

Naturschutz dienen. (IV) In bestimmten Bereichen soll dem Naturschutz oder auch anderen Arten der „Nutzung“ ein Vorrang einräumt werden.

Der wirtschaftliche Hintergrund der PV-FFA kann als Vorteil betrachtet und die Errichtung von PV-FFA auf entwässerten Moorböden mit deren Vernässung als strategische Chance genutzt werden. So kann mitunter eine Vollvernässung von landwirtschaftlich genutzten Flächen erzielt werden, die auf anderem Wege nicht erreichbar und vernässbar wären.

Die Potenzialstudie hat jedoch nicht das Ziel, potenzielle Standorte oder Flächenkulissen für PV-FFA auszuweisen, es werden nur einschränkende Raumwiderstände und Zielkonflikte aufgezeigt. Hierzu zählen etwa Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, EU-Vogelschutzgebiete, Waldökosysteme sowie die Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes. Bei dem Ausschluss dieser Schutzgebiete und der Programmkulisse handelt es sich um eine Eingrenzung eines Suchraumes für diese Maßnahme, nicht jedoch um eine flächenbezogene Regelung.

7.6 Fazit

Mit der hier vorliegenden Potenzialstudie für die Moore Niedersachsens hat das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz eine Grundlage für einen dringend erforderlichen Baustein zum Moorschutz und Klimaschutz erstellen lassen. Die Bedeutung der Moore für den Klimaschutz wurde in der jüngeren Vergangenheit in Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit erkannt. Eine Umsetzung der geforderten Maßnahmen zum Klimaschutz ist aber deutlich komplexer als dies häufig dargestellt wird. Daher ist eine Potenzialstudie eine zentrale Voraussetzung u. a. für die gezielte Bündelung der vorhandenen Mittel.

Im Ergebnis werden klare Tendenzen auf Landesebene sichtbar. Diese basieren einerseits auf der Verteilung von naturräumlichen Standortbedingungen, wie einem günstigen Klima in Küstennähe, andererseits sind es auch regional unterschiedliche kulturgeschichtliche Entwicklungen, die sich durchprägen. In der Summe lassen sich für zukünftige politische Entscheidungen und Strategien Schwerpunkte, für die auf den Weg zu bringenden Maßnahmen, erkennen.

Zugleich wird anhand der detaillierten Analyse der Standortbedingungen, der Nutzungskonflikte und Raumwiderstände die Dimension der formulierten Zielsetzung deutlich. Insbesondere für eine Transformation der entwässerungsbasierten Landwirtschaft sind die derzeit verfügbaren Instrumente noch nicht ausreichend. Für die Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zur Minderung der THG-Emissionen werden Finanzierungen in einem erheblichen Umfang nötig sein.

Auch wenn die allgemeinen Ansprüche an solch eine Studie hoch sein mögen, so ist es angesichts der für die Erarbeitung der Potenzialstudie gewählten landesweiten Betrachtung nicht möglich, dass hierbei schon Planungsgrundlagen im regionalen Maßstab erstellt, raumordnerische Entscheidungen über dargestellte Nutzungskonflikte getroffen und landesweite Strategien für die Erreichung des politischen Ziels der Klimaneutralität und den Moorschutz formuliert werden. Allerdings kann die Potenzialstudie eine fachlich neutrale Grundlage für genau diese Aufgaben bieten.

8 Literatur

- Abel, S., Trepel, M. & W. Wichtmann (2017): Bericht über das Fachgespräch „Wasserwirtschaft und Moorschutz“ am 6. Und 7. Juni 2017 in Ammersbek, Schleswig-Holstein. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 47: 157 - 164, Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2938>
- Ahlhorn, F. & J. Meyerdirks (2010): Speichern statt pumpen. Abschlussbericht. Online unter: <https://www.nationalpark-wattenmeer.de/wp-content/uploads/2020/06/abschlussbericht-speichern-statt-pumpen.pdf>
- Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) (2018): AFIS-ALKIS-ATKIS Anwendungsschema. Online unter: <https://www.adv-online.de/icc/extdeu/nav/a63/binarywriterservlet?imgUid=6001016e-7efa-8461-e336-b6951fa2e0c9&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111>
- Autorenkollektiv (2016): Schlussbericht „Torfmooskultivierung auf Hochmoorgrünland; Teilvorhaben 1: Umsetzung und Optimierung der Torfmooskultivierung auf Hochmoorgrünland“. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz FK 08NR223.
- Barthelmes, A., Abel, S., Barthelmes, K.-D., Couwenberg, J., Kaiser, M., Reichelt, F., Tanneberger, F. & H. Joosten (2021): Evaluierung von Moor-Wiedervernässungen in Deutschland – Ergebnisse, Erfahrungen und Empfehlungen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 171: 121-148.
- Bathke, M. (2022): Bewertungsbericht zur Fördermaßnahme „Flächenmanagement für Klima und Umwelt“ (FKU). Programm zur Förderung im ländlichen Raum 2014 bis 2020 in Niedersachsen und Bremen (PFEIL). Online unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn064825.pdf
- 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. Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 3319–3339. Online unter: <https://doi.org/10.5194/hess-18-3319-2014>
- Birkholz, B., Schmatzler, E. & H. Schneekloth (1980): Untersuchungen an niedersächsischen Torflagerstätten zur Beurteilung der abbauwürdigen Torfvorräte und der Schutzwürdigkeit im Hinblick auf deren optimale Nutzung. Naturschutz u. Landschaftspflege in Nieders. Hannover: 402 S.
- Blankenburg, J. (2015): Die landwirtschaftliche Nutzung von Mooren in Nordwestdeutschland. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band Beiheft 5: 39 - 58, Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2095>
- Blankenburg, J., Hennings, H. H & W. Schmidt (2001): Bodenphysikalische Eigenschaften und Wiedervernässung. In: Kratz, R. & Pfadenhauer, J. (Hrsg.): Ökosystemmanagement für Niedermoore – Strategien und Verfahren zur Renaturierung: 81-91. Stuttgart (Ulmer).
- Blankenburg, J., Niemeyer, F., Kulp, H.-G., Beuster, T., Germer, P. & M. Graf (2022): Technische Maßnahmen. Geo-Berichte 45: 25-48. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Bock, M., Böhner, J., Conrad, O., Köthe, R. & A. Ringeler (2007): Methods for creating Functional Soil Databases and applying Digital Soil Mapping with SAGA GIS. - In: Hengl, T. et al. (Eds.) Status and prospect of soil information in south-eastern Europe: soil databases, projects and applications. - EUR 22646 EN, 149-163, Scientific and Technical Research series, Office for Official Publications of the European Communities; Luxemburg.
- Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H., & R. Stoneman (2016): Peatland Restoration and Ecosystem Services. Science, Policy and Practice. Cambridge: 510 S.
- Buchwald, R., Rath, A. & M. Willen (2010): Projekt „Wiederherstellung artenreichen Hochmoorgrünlandes durch eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung unter besonderer Berücksichtigung der Flatterbinsen-Problematik“. Abschlussbericht (2010). Online unter: <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-23063.pdf>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMLE) (Hrsg.) (2017): Aufnahmeanweisung für die Kohlenstoffinventur 2017 im Rahmen der Treibhausgasberichterstattung nach §41a BWaldG. Kohlenstoffinventur 2017. Online unter: https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Downloads/Ci2017/ci2017_0_anweis20170612_fin.pdf
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2022): Nationale Moorschutzstrategie. 199. Oktober 2022. 57 S. Online unter: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moor-schutzstrategie_bf.pdf
- Conrad, O. (2002): Module Vertical Distance to Channel Network. Online unter: https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/2.1.3/ta_channels_3.html
- Convention on Wetlands. (2021). Global guidelines for peatland rewetting and restoration. Ramsar Technical Report No. 11. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- Daun, C., Huth, V., Gaudig, G., Günther, A., Krebs, M. & G. Jurasinski (2023): Full-cycle greenhouse gas balance of a Sphagnum paludiculture site on former bog grassland in Germany. STOTEN, 877, 162943; Online unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162943>
- Drachenfels, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2023. – Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs. Heft A/4, 336 S.. ISSN: 0933-1247. Online unter: <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/kartierschlüssel-biotoptypen/kartierschlüssel-fuer-biotoptypen-in-niedersachsen-45164.html>
- European Environment Agency (EEA) (2023): EEA greenhouse gases — data viewer. Online unter: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

- Frank, S., Caspers, G., Höper, H. & W. Schäfer (2021): Karte der Flächen mit industriellem Torfabbau in Niedersachsen. – GeoBerichte 38: 31 S.. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_38_2021
- Gaudig, G. & M. Krebs (2016): Torfmooskulturen als Ersatzlebensraum - Nachhaltige Moornutzung trägt zum Artenschutz bei. Biologie in unserer Zeit (Hrsg.), Band 46 (4), S 251–257. <https://doi.org/10.1002/biuz.201610600>
- Gaudig, G., Brötzmann, D., Brust, K., Buchwald, R., Daun, C., Emmel, M., Fritz, C., Gebbe, R., Jurasinski, G., Käärmelahti, S., Krebs, M., Lüdtke, M., Muster, C., Prager, A., Quadra, G.R., Temmink, R.J.M., Wahren, A., Wichmann, S. & H. Joosten (2023): Torfmooskultivierung optimieren: Wassermanagement, Klimabilanz, Biodiversität & Produktentwicklung (OptiMOOS), Abschlussbericht des Verbundprojektes. 125 S.
- Gaudig, G., Krebs, M., Prager, A., Wichmann, S., Barney, M., Caporn, S. J. M., Emmel, M., Fritz, C., Graf, M. & A. Grobe (2018): Sphagnum farming from species selection to the production of growing media - a review. Mires and Peat 20, Article 13 1–30. Online unter: <https://doi.org/10.19189/MaP.2018.OMB.340>
- Gehrt, E., Benne, I., Evertsbusch, S., Krüger, K. & S. Langner (2021): Erläuterung zur BK50 von Niedersachsen. – GeoBerichte 40: 282 S. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_40_2021
- German Environment Agency (2023): National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2021. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change 2023 German Environment Agency.
- Gocht, A. & N. Röder (2014): Using a Bayesian estimator to combine information from a cluster analysis and remote sensing data to estimate high-resolution data for agricultural production in Germany. International Journal of Geographical Information Science (Hrsg.). Online unter: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658816.2014.897348>
- Goebel, W. (Bearb.) (1996): Klassifikation überwiegend grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen. – Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) 112: 492 S.
- Graf, M., Bredemeier, B., Grobe, A., Köbbing, J. F., Lemmer, M., Oestmann, J., Rammes, D., Reich, M., Schmilewski, G., Tiemeyer, B. & Zoch, L. (2017): Torfmooskultivierung auf Schwarztorf: ein neues Forschungsprojekt in Niedersachsen. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 47: 109 – 128. Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2936>
- Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion) (2022): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. – GeoBerichte 45: 117 S. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F. & J. Couwenberg (2020): Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. Nat Commun. 2024 Apr 12;15(1):3180. Online unter: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47604-x>
- Günther, J. (2012): Die Moorbrandkultur und der Buchweizenanbau als eine frühe Form der landwirtschaftlichen Hochmoornutzung in Nordwestdeutschland. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 42: 57 – 70. Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2961>
- Hofer, B., Wreesmann, H., Huth, V., Bartel, A. & G. Jurasinski (2022a): Renaturierung landwirtschaftlich genutzter Flächen. In: Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. GeoBerichte 45: 59–73. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Hofer, B., Rosinski, E. & J. Blankenburg (2022b): Abschätzungsrahmen für den Erfolg von Wiedervernäsungsmaßnahmen auf Hochmoorstandorten. In: Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. GeoBerichte 45: 21–25. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Holthuis, J.-U. & B. Hofer (2021): Sphagnumfarm Barver: Planung und Einrichtung einer Torfmooskultur auf Hochmoorgrünland – erste Erfahrungen. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 51: 61 – 90, Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-5339>
- Höper, H. & E. Gehrt (2022): Karten der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000. – Geofakten 37: 12 S. Online unter: https://doi.org/10.48476/geofakt_37_1_2022
- Höper, H. (2015): Treibhausgasemissionen aus Mooren und Möglichkeiten der Verringerung. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band Beiheft 5: 133 – 158. Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2929>
- Höper, H. (2022): Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen. – Geofakten 38: 23 S. Online unter: https://doi.org/10.48476/geofakt_38_1_2022
- Höper, H. (2024a): Landesweite Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie aus der Torfproduktion und -gewinnung in Niedersachsen. – Geofakten 45: 17 S. Online unter: https://doi.org/10.48476/geofakt_45_1_2024
- Höper, H. (2024b): Einschätzung zur Eignung und Wirkung kulturtechnischer Maßnahmen bei der Minderung der Treibhausgasemissionen von landwirtschaftlich genutzten Moorböden. Textbeitrag zur Einbindung in die Potenzialstudie. 2 S.. Unveröffentlicht.
- Huth, V., Bartel, A., Günther, A., Heinze, S., Heise-Grunwald, H., Hofer, B., Rosinski, E., Schikora, H.-B., Söchting, H.-P., Ullrich, K., Wolf, S. & G. Jurasinski (2023): Erprobung und Entwicklung der Hochmoorsanierung auf landwirtschaftlich vorgegenutzten Standorten zur Erhöhung der Biodiversität und Kohlenstoffspeicherung (OptiMoor) – Online-Kurzfassung (zuletzt bearbeitet am 22.08.2023)

- Intergovernmental Panel in Climate Change (IPCC) (2018): 1,5°C Globale Erwärmung. Ein IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5°C gegenüber vorindustriellem Niveau und die verbundenen globalen Treibhausgasemissionspfade im Zusammenhang mit einer Stärkung der weltweiten Reaktion auf die Bedrohung durch den Klimawandel, nachhaltiger Entwicklung und Anstrengungen zur Beseitigung von Armut.“ Online unter: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/07/SR1.5-SPM_de_barrierefrei.pdf
- Jansen-Minßen, F., Klinck, L. & A. Krause (2022): Zukunft der Moorstandorte in der Küstenregion Niedersachsens. Fakten, Fragen, Handlungsansätze. 51 S. Online unter: <https://www.gruenlandzentrum.org/wp-content/uploads/2022/11/Faktencheck.pdf>
- Jasiewicz, J. & T. F. Stepinski (2013): Geomorphons – a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology* (Hrsg.), Volume 182, S. 147 – 156. Online unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169555X12005028>
- Kalinski, K., Höper, H., Kruse-Dörgeloh, H., Lange, G., Schröder, U., Tegge, A. & I. Vogel (2021): Modellprojekt „Gnarrenburger Moor“. Abschlussbericht. Online unter: https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/180067/Abschlussbericht_Modellprojekt_Gnarrenburger_Moor.pdf
- Köbbing, J. F. (2018): Abschlussbericht Projekt "Großflächige Torfmooskultivierung als Folgenutzung nach Schwarztorf-Abbau und ihr Potenzial zur nachhaltigen Produktion eines Substratausgangsstoffes als Torfersatz" (SubstratMoos). Förderkennzeichen des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz: 105.1-3234/1-13-2, unveröffentlicht.
- Koppensteiner, W., Wegmann, J., Ischebeck, M., Laggner, A. & B. Tiemeyer (2023): Ermittlung von Potenzialgebieten für Moorschutzmaßnahmen in Deutschland. *Natur und Landschaft* 98: 94–103. Online unter: <https://doi.org/10.19217/NuL2023-03-01>
- Krebs, M., Gaudig, G. & H. Joosten (2012): Sphagnum farming on bog grassland in Germany – First results. Online unter: <https://www.moorwissen.de/files/doc/publikationen/Krebs%20et%20al.%20%282012%29%20Sphagnum%20farming%20on%20bog%20grassland%20in%20Germany.pdf>
- Kuntze, H. (1987): Prozesse der Bodenentwicklung auf Sandmischkulturen. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band 17: 41 – 49. Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-5915>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2017): Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50.000 (BK50N). Online unter: <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=989>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022a): Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1: 50.000 mit versiegelten Flächen (vereinfachte Kategorien) (BHK50). Online unter: <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1027>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022b): Kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen 1: 50.000 mit Bedeutung für den Klimaschutz ohne versiegelte Flächen (BHK50KSoVS). Online unter: <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1026>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022c): Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1: 50.000 - Torfmächtigkeit (BHK50TM). Online unter: <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1517>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2023): KRBKat_GAPKondV (Entwurf) - Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf). - <ENT-WURF_Karte_Moorbodenkategorien_GAPKondV-KRB_2023_11_22.shp>, Stand: 13.10.2023.
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2019): Reliefklassifikationsindex (10 m Rasterdaten) (TCI_{low}). Online unter: <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ikxcms/default.aspx?pgid=1236>
- Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) (2022): MoorIS: Ein Moorinformationssystem für Niedersachsen. Moorprojekte in Niedersachsen. Stand 06.07.2023. Online unter: <https://mooris-niedersachsen.de/?pgId=12>
- Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) (2023): Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM). Online unter: <https://opengeodata.lgln.niedersachsen.de/#bdlm>
- NIBIS® Kartenserver (2022a): Moore in Niedersachsen - Kartenwerk von Schneekloth et al.. - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- NIBIS® Kartenserver (2022b): Treibhausgasemissionen der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen (BHK50THG). - Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.
- Niedersächsisches Kompetenzzentrum Klimawandel (NIKO) (2024): Klimatische Wasserbilanz. Online unter: https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/NIKLI/kwb.zip
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2023): Wiesenvogelschutzprogramm. Erweiterte Eckpunkte. Online unter: <https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/160143>
- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) (2022): Biotop- und Lebensraumtypen der Moore. Online unter: https://www.umweltkartenniedersachsen.de/Download_OE/Naturschutz/NML/Biotop_LRT_Moore.zip
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt (MU) (1981): Niedersächsisches Moorschutzprogramm. Teil 1. Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutze der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore mit näheren Festlegungen für rund drei Viertel der noch vorhandenen geologischen Hochmoorfläche in Niedersachsen vom 1. Dezember 1981. 37 S.

- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) (Hrsg.) (2019): Klimawirkungsstudie Niedersachsen. Wissenschaftlicher Hintergrundbericht. 187 S. Online unter: [https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/143865/Klimawirkungsstudie Niedersachsen_2019_.pdf](https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/143865/Klimawirkungsstudie_Niedersachsen_2019_.pdf)
- Niemeyer, F., Kulp, H.-G., Janinhoff-Verdaat, N. Beuster, T. & P. Germer (2022): Renaturierung ungenutzter naturnaher und degenerierter Flächen. In: Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. GeoBerichte 45: 85–93. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Nitsch, H. & J. Schramek (2021): Grundlagen für eine Moorschutzstrategie der Bundesregierung – Endbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben. Bundesamt für Naturschutz & Institut für Ländliche Strukturforschung (Hrsg.). Frankfurt am Main. 162 S. Online unter: https://www.ifls.de/fileadmin/user_upload/Abschlussbericht_F_E_Grundlagen_Moorschutzstrategie_bf-4.pdf
- Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & J. Neuberger (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centrum-Schriftreihe (Hrsg.). Online unter: https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumentation/GMC%20Schriften/2022-05_Nordt%20et%20al_Paludikultur%20Leitfaden.pdf
- Prager, A., Decker E., Heck, M., Joosten, H., Kohl, M., Krebs, M., Lamkowski, P., Lüth, V., Melkova, I., Posten, C., Reski, R., Schade, C., Schäfer, M., Schnittler, M., Schreiter, H. & G. Gaudig (2023): Züchtung und Massenvermehrung von Torfmoosen zur industriellen Produktion eines nachwachsenden Substratausgangsstoffes für den Gartenbau (MOOSzucht). Online unter: https://www.moorwissen.de/files/doc/Projekte%20und%20Praxis/MOOSzucht/Abschlussbericht_MOOSzucht_2023_website.pdf
- Rasper, M. (2004): Hinweise zur Berücksichtigung von Naturschutz und Landschaftspflege bei Grundwasserentnahmen. – Informationsdienst Naturschutz Nds. 4/2004: 199–230.
- Reich, M., Zoch, L., Grobe, A., Tiemeyer, B. & J. Oestmann (2019): Auswirkungen großflächiger Torfmooskultivierung nach Schwarztorf-Abbau auf Biodiversität und Treibhausgasfreisetzung: Abschlussbericht 2019. Online unter: https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-33305_01-Hauptbericht.pdf
- Riedel, T., Stümer, W., Hennig, P., Dunger, K. & A. Bolte (2019): Wälder in Deutschland sind eine wichtige Kohlenstoffsенке. Online unter: https://literatur.thuenen.de/digibib_extern/dn061187.pdf
- Saathoff, W. (2022): Moore mit besonderer Bedeutung für den Biotopschutz. Online unter: <https://mooris-niedersachsen.de/?pgId=121>
- Sbresny, J. (2017): Ableitung einer Nutzungsebene und Zuordnung von Versiegelungsklassen aus den ATKIS-Daten von 2015 Niedersachsen. Unveröffentlicht.
- Schäfer, A., Nordt, A., Peters, J. & S. Wichmann (2022): Abschlussbericht „Entwickeln von Anreizen für Paludikultur zur Umsetzung der Klimaschutzziele 2030 und 2050. Umweltbundesamt (Hrsg.), CLIMATE CHANGE 44/2022. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/cc_44-2022_entwickeln_von_anreizen_fuer_paludikultur_zur_umsetzung_der_klimaschutzziele_2030_und_2050.pdf
- Schäfer, W. (2002): Bodenphysikalische Eigenschaften von Torfen niedersächsischer Moorböden unter Berücksichtigung ihrer Pedogenese. Arbeitshefte Boden 2002(3): 59 – 75.
- Schmatzler, E. (2015): Moornutzung und Moorschutz in Niedersachsen – Geschichtlicher Rückblick und zukünftige Entwicklung. In: TELMA - Berichte der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Band Beiheft 5: 19 – 38. Online unter: <https://doi.org/10.23689/fidgeo-2925>
- Schmilewski, G. & J. F. Köbbing (2016) Opportunities and Challenges of farming Sphagnum as a growing media constituent in Germany. Proc. 15th Int. Peat Congress Kuching. Abstract A-242: 654-657
- Schneekloth, H. & S. Schneider. (1971): Die Moore in Niedersachsen, Teil 2 - Bereich des Blattes Braunschweig der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200.000). Göttingen: 83 S.
- Schneekloth H. & J. Tüxen (1975): Die Moore in Niedersachsen - Teil 4: Bereich des Blattes Bremerhaven der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 198 S.
- Schneekloth H. & S. Schneider (1970): Die Moore in Niedersachsen - Teil 1: Bereich des Blattes Hannover der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 60 S.
- Schneekloth H. & S. Schneider (1972): Die Moore in Niedersachsen - Teil 3: Bereich des Blattes Bielefeld der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 96 S.
- Schneekloth H. (1981): Die Moore in Niedersachsen - Teil 7: Bereich der Blätter Neumünster, Helgoland, Emden und Lingen der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 96 S.
- Schneekloth, H. & J. Tüxen (1978): Die Moore in Niedersachsen - Teil 5: Bereich des Blattes Hamburg-West der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200.000). – Göttingen: 220 S.
- Schneekloth, H. & J. Tüxen (1979): Die Moore in Niedersachsen - Teil 6: Bereich des Blattes Hamburg-Ost der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200.000). – Göttingen: 92 S.
- Schneekloth, H., Jensen, U. & H.-J. Beug (1983): Die Moore in Niedersachsen - Teil 8: Bereich der Blätter Kassel und Goslar der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 88 S.

- Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung (SLA) (2023): Feldblöcke, Schläge Ende Antragsphase 2023, Aktuelle Schläge. Online unter: <https://sla.niedersachsen.de/landentwicklung/LEA/>
- Spiekermann, J. Ahlhorn, F., Bormann, H. & J. Kebschull (2018): Zukunft der Binnenentwässerung: Strategische Ausrichtung in Zeiten des Wandels. Eine Betrachtung für das Verbandsgebiet des I. Entwässerungsverbandes Emden. Online unter: https://uol.de/fileadmin/user_upload/proj/klever/KLEVER/KLEVER-Ergebnisbroschuere.pdf
- Ssymank, A., Ullrich, K., Vischer-Leopold, M., Belting, S., Bernotat, D., Bretschneider, A., Rückriem, C. & Schiefelbein, U. (2015): Handlungsleitfaden „Moorschutz und Natura 2000“ für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten. Online unter: [https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-11/Handlungsleitfaden Moorschutz und Natura-2000 Ssymank et al 2015 .pdf](https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-11/Handlungsleitfaden_Moorschutz_und_Natura2000_Ssymank_et_al_2015_.pdf)
- Stegink-Hindrichs, L., Höper, H. & M. Graf: Hydrologische Kernprozesse von Hochmooren. In: Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. GeoBerichte 45: 13–20. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Tanneberger, F., Moen, A., Barthelmes, A., Lewis, E., Miles, L., Sirin, A., Tegetmeyer C. & H. Joosten (2021): Mires in Europe—Regional Diversity, Condition and Protection. Diversity 2021, 13, 381. Online unter: <https://doi.org/10.3390/d13080381>
- Tiemeyer, B., Bechtold, M., Belting, S., Freibauer, A., Förster, C., Schubert, E., Dettmann, U., Frank, S., Fuchs, D., Gelbrecht, J., Jeuther, B., Laggner, A., Rosinski, E., Leiber-Sauheitl, K., Sachteleben, J., Zak, D. & M. Drösler (2017): Moorschutz in Deutschland – Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen. Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. BfN-Skripten 462: 319 S.. Online unter: <https://doi.org/10.19217/skr462>
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Gensior, A., Giebels, M., Glatzel, S., Hoffmann, M., Heinichen, J., Höper, H., Jurasinski, G., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, K., Peichl-Brak, M. & M. Drösler (2020): A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. – Ecological Indicators 109, Artikel 105838. Online unter: <https://doi.org/10.1016/j.ecoind.2019.105838>
- Umweltbundesamt (UBA) (2023): Berichtserstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2023 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2021. Online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/28_2023_cc_berichterstattung_unter_der_klimarahmenkonvention.pdf
- Wittnebel, M, Frank, S. & B. Tiemeyer (2022): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Thünen Working Paper 212: 78 S.. Online unter: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn066305.pdf
- Wreesmann, H. & H. Höper (2022): Voraussetzungen und Herausforderungen in der Umsetzung. GeoBerichte 45: 100–105. Online unter: https://doi.org/10.48476/geober_45_2022
- Zeitz, J., Luthardt, V., Hasch, B., Lotsch, H., R. Meer-Uhlherr (2009): DSS-WAMOS: „Eine Decision Support System“ – gestützte Managementstrategie für Waldmoore. Endbericht. Online unter: https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-23634_02.pdf

9 Anhang

Anhang 1: Bedeutung der Tatsächlichen Nutzung gemäß AFIS-ALKIS-ATKIS Anwendungsschema (AdV 2018).

Nutzungs-kategorie	ATKIS-Objektart (Kennung)	Definition gemäß AdV 2018
Heide	Heide (43004)	'Heide' ist eine Fläche mit typischen Sträuchern, Gräsern und geringwertigem Baumbestand
Moor	Moor (43005)	'Moor' ist eine unkultivierte Fläche, deren obere Schicht aus verrotten oder zersetzten Pflanzenresten besteht
Brache	Unland und vegetationslose Fläche (43007) Fläche zurzeit unbestimmbar (43008)	'Unland/Vegetationslose Fläche' ist eine Fläche, die nicht dauerhaft landwirtschaftlich genutzt wird, wie z. B. Fels-, Sand- oder Eisflächen, Uferstreifen längs von Gewässern und Sukzessionsflächen. 'Fläche zurzeit unbestimmbar' ist eine Fläche, deren Merkmale hinsichtlich der Zuordnung zu den Objektarten gegenwärtig nicht bestimmt werden können.
Grünland	Landwirtschaft (43001) mit Vegetationstyp Grünland (1020) mit Vegetationstyp Streuobstwiesen (1021)	'Landwirtschaft' ist eine Fläche für den Anbau von Feldfrüchten sowie eine Fläche, die beweidet und gemäht werden kann, einschließlich der mit besonderen Pflanzen angebauten Fläche (einschließlich landwirtschaftlichem Brachland)
Acker	Landwirtschaft (43001) mit Vegetationstyp Ackerland (1010) mit Vegetationstyp Hopfen (1012) mit Vegetationstyp Gartenland (1030) mit Vegetationstyp Baumschule (1031) mit Vegetationstyp Obstplantagen (1050)	
Gehölz	Gehölz (43003)	'Gehölz' ist eine Fläche, die mit einzelnen Bäumen, Baumgruppen, Büschen, Hecken und Sträuchern bestockt ist.
Laubwald	Wald (43002) mit Vegetationstyp Laubholz (1100)	'Wald' ist eine Fläche, die mit Forstpflanzen (Waldbäume und Waldsträucher) bestockt ist. 'Laubholz' beschreibt den Bewuchs einer Vegetationsfläche mit Laubbäumen.
Nadelwald	Wald (43002) mit Vegetationstyp Nadelholz (1200)	'Wald' ist eine Fläche, die mit Forstpflanzen (Waldbäume und Waldsträucher) bestockt ist. 'Nadelholz' beschreibt den Bewuchs einer Vegetationsfläche mit Nadelbäumen.
Mischwald	Wald (43002) mit Vegetationstyp Laub- und Nadelholz (1300)	'Wald' ist eine Fläche, die mit Forstpflanzen (Waldbäume und Waldsträucher) bestockt ist. 'Laub- und Nadelholz' beschreibt den Bewuchs einer Vegetationsfläche mit Laub- und Nadelbäumen.
Gewässer	Fließgewässer (44001) Stehendes Gewässer (44006)	'Fließgewässer' ist ein geometrisch begrenztes, auf dem Festland fließendes Gewässer, das die Wassermengen sammelt, die als Niederschläge auf die Erdoberfläche fallen oder in Quellen austreten, und in ein anderes Gewässer, ein Meer oder in einen See transportiert oder ein in einem System von natürlichen oder künstlichen Bodenvertiefungen verlaufendes Wasser, das zur Be- und Entwässerung an- oder abgeleitet wird oder ein geometrisch begrenzter, für die Schifffahrt angelegter künstlicher Wasserlauf, der in einem oder in mehreren Abschnitten die jeweils gleiche Höhe des Wasserspiegels besitzt. 'Stehendes Gewässer' ist eine natürliche oder künstliche mit Wasser gefüllte, allseitig umschlossene Hohlform der Landoberfläche ohne unmittelbaren Zusammenhang mit 'Meer'.
Torfabbau	Tagebau, Grube oder Steinbruch (41005) mit dem Abbaugut Torf (4010)	'Tagebau, Grube, Steinbruch' ist eine Fläche, auf der oberirdisch Bodenmaterial abgebaut und für die Förderung des oberirdischen Abbaugutes genutzt wird. Rekultivierte Tagebaue, Gruben, Steinbrüche werden als Objekte entsprechend der vorhandenen Nutzung erfasst. 'Torf' ist ein Abbaugut, das aus der unvollkommenen Zersetzung abgestorbener pflanzlicher Substanz unter Luftabschluss in Mooren entstanden ist.
Siedlung	diverse, vgl. SBRESNY (2017)	

Anhang 2: Übersicht über die verschiedenen angewendeten Distanzpuffer.

Schritt	Distanzpuffer
Erstellung des Betrachtungsraumes	– 5 m Breite – um Siedlung und Infrastruktur
Bewertung des Abstands vom Außenrand	– 100 m und 500 m Breite – um die Grenze des Betrachtungsraumes
Bewertung der Flächenverfügbarkeit (hier: Hilfsschritt zur Identifizierung nahe beieinandergelegener Flächenkomplexe)	– 10 m Breite – um die Flächen der öffentlichen Hand sowie von Naturschutzverbänden, -stiftungen und Kirche
Bewertung des Abstands zu Siedlungen	– 25 m, 125 m (Hochmoor), 150 m Breite (alle anderen Bodenkategorien) – um Siedlung und Infrastruktur

Anhang 3: Verwendete Daten

Datensatz	Quelle	Primärdaten / Sekundärdaten	Auflösung	Aktualität / Stand	Verwendung für
Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf)	LBEG	Primärdaten	.	13.10.2023	Karte 1, Kap. 4.1
Digitales Landschaftsmodell (Basis-DLM), Datensätze „sied02_f“, „sied04_f“, „ver01_f“, „veg01_f“, „veg02_f“, „veg03_f“, „veg04_f“	LGLN	Primärdaten	1 : 5.000	12.2023	Karte 1, Kap. 4.1, Karte 4, Kap. 4.4.1.3, Kap. 4.6.1, Teil C
Treibhausgasemissionen der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen (BHK50THG)	LBEG	Sekundärdaten	1:50.000	12.12.2022	Karte 2, Kap. 4.3.2
Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1: 50.000 - Torfmächtigkeit (BHK50TM)	LBEG	Sekundärdaten	1 : 50.000	01.06.2022	Karte 2, Kap. 4.3.2, Karte 3, Kap. 4.4.1.2
Abtorfungsflächen	FRANK et al. (2021)	Sekundärdaten	1:50.000	2021	Karte 2, Kap. 4.3.2, Kap. 4.6.1, Teil C
Biotop- und Lebensraumtypen der Moore	NLWKN	Sekundärdaten	1 : 5.000	1995-2020	Kap. 4.4.1.1, Kap. 4.4.1.3, Kap. 4.4.2, Kap. 4.6.1, Karte 3, Karte 4, Karte 5, Teil C
Wasserstände gemäß Bechtold et al. (2014)	Thünen-Institut	Sekundärdaten	100 m x 100 m	2020	Kap. 4.4.1.1, Karte 3, Karte 4, Karte 5, Teil C
klimatestische Wasserbilanz (Jahr, Klimaszenarien, 2031-2060, "Klimaschutz"-Szenario (RCP2.6), "Kein-Klimaschutz"-Szenario (RCP8.5))	NIKO	Sekundärdaten	1.000 m x 1.000 m	06.2024	Karte 3, Kap. 4.4.1.2, Teil C
Digitales Geländemodell mit einer Gitterweite von 1,0 m (DGM1)	LGLN	Primärdaten	1 m x 1 m	2015-2022 je nach Region	
Reliefklassifikationsindex (engl. Terrain Classification Index for Lowlands - TCI _{low}) gemäß BOCK et al. (2007)	LBEG	Sekundärdaten	10 m x 10 m	11.2019	
Eigentumsdaten	LGLN	Primärdaten	flächen-scharf	12.2023	Karte 4, Kap. 4.4.1.3, Kap. 4.6.1, Teil C
EU-Vogelschutzgebiete (VSG) in Niedersachsen	NLWKN	Primärdaten	1 : 50.000	01.2023	Karte 4, Kap. 4.4.1.3, Kap. 4.6.1, Teil C
Wiesenvogelschutzprogramm Kulisse (Nds. Weg)	MU	Sekundärdaten	1 : 5.000	05.2023	Karte 4, Kap. 4.4.1.3, Kap. 4.6.1, Teil C
niedersächsische Projektgebiete des Integrierten LIFE-Projektes „GrassBirdHabitats“	MU	Sekundärdaten	.	02.2024	Kap. 4.6.4, Teil C
Projektgebiete des LIFE-Projektes „Wiesenvögel“	MU	Sekundärdaten	.	02.2023	
Naturschutzgebiete	NLWKN	Primärdaten	1:25.000	31.12.2023	Kap. 4.6.1, Teil C
FFH-Gebiete	NLWKN	Primärdaten	1:50.000	22.12.2022	
Landschaftsschutzgebiete	NLWKN	Primärdaten	1:25.000	31.12.2023	
Biosphärenreservate	NLWKN	Primärdaten	1:25.000	31.12.2023	
Nationalparke	NLWKN	Primärdaten	1:25.000	31.12.2023	

Datensatz	Quelle	Primärdaten / Sekundärdaten	Auflösung	Aktualität / Stand	Verwendung für
Programmkulisse des Aktionsprogramms Niedersächsische Gewässerlandschaften - Auen der WRRL-Prioritätsgewässer	NLWKN	Sekundärdaten	1:50.000	11.2018	
Retentionskataster - Suchräume mit Berücksichtigung der Landnutzung	NLWKN	Sekundärdaten	1:5.000	03.2022	
Betreuungsgebiete der Vor-Ort-Betreuung von Schutzgebieten	NLWKN	Primärdaten	.	12.07.2023	
Fauna (ohne Avifauna) - wertvolle Bereiche in Niedersachsen	NLWKN	Sekundärdaten	1:50.000	06.2015	
Gastvögel - wertvolle Bereiche 2018	NLWKN	Sekundärdaten	1:25.000	12.2020	
Brutvögel - wertvolle Bereiche 2010 (ergänzt 2013)	NLWKN	Sekundärdaten	1:25.000	05.2015	
Wasserschutzgebiete	NLWKN	Primärdaten	1:5.000	24.04.2024	
Niedersächsisches Moorschutzprogramm Teil I	MU	Primärdaten		1981	
Gewässernetz	MU	Primärdaten	.	05.2023	
Vorranggebiete des LROP	ML	Primärdaten	1:500.000	2022	
Vorranggebiet Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung der RROP	ML	Primärdaten	1:50.000	2024	
Flurbereinigungsverfahren in Niedersachsen 2023	SLA	Primärdaten	.	2023	
Feldblöcke, Schläge Ende Antragsphase 2023, Aktuelle Schläge	SLA	Primärdaten	Feldblock	2023	
Thünen Agraratlas (2022): Landwirtschaftliche Nutzung Version 2022.	Thünen-Institut	Sekundärdaten	Gemeinde	2022	
Die Moore in Niedersachsen. Teile 1-8	SCHNEEKLOTH et al.	Sekundärdaten	.	1971-1983	Kap. 4.1, Karte 1, Teil C

Anhang 4: Bedeutung der Kürzel der Bodenkategorien.

Kürzel	Bodenkategorie
HH	Hochmoor
HN	Niedermoor
GH	Moorgley
G/H	flach überlagerter Torf
SDK	Sanddeckkultur
SMK	Sandmischkultur

Anhang 5: Bedeutung der Codes der FFH-Lebensraumtypen (DRACHENFELS 2021)

Code	Bezeichnung der Lebensraumtypen	prioritärer Lebensraum
3110	Oligotrophe, sehr schwach mineralische Gewässer der Sandebenen (<i>Littorelletalia uniflorae</i>)	
3160	Dystrophe Seen und Teiche	
4010	Feuchte Heiden des nordatlantischen Raums mit <i>Erica tetralix</i>	
6230	Artenreiche montane Borstgrasrasen (und submontan auf dem europäischen Festland) auf Silikatböden	x
6410	Pfeifengraswiesen auf kalkreichem Boden, torfigen und tonig-schluffigen Böden (<i>Molinion caeruleae</i>)	
6430	Magere Flachland-Mähwiesen (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	
7110	Lebende Hochmoore	x
7120	Noch renaturierungsfähige degradierte Hochmoore	
7140	Übergangs- und Schwingrasenmoore	
7150	Torfmoor-Schlenken (<i>Rhynchosporion</i>)	
91D0	Moorwälder	x
91E0	Auen-Wälder mit <i>Alnus glutinosa</i> und <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	x

Biotoptypencode	Langname
A	Acker
AM	Mooracker
BA	Schmalblättriges Weidengebüsch der Auen und Ufer
BF	Sonstiges Feuchtgebüsch
BN	Moor- und Sumpfgebüsch
BR	Ruderalgebüsch/Sonstiges Gebüsch
DT	Abtorfungsbereich/offene Torffläche
GE	Artenarmes Extensivgrünland
GF	Sonstiges artenreiches Feucht- und Nassgrünland
GI	Artenarmes Intensivgrünland
GM	Mesophiles Grünland
GMA	Mageres mesophiles Grünland kalkarmer Standorte
GMS	Sonstiges mesophiles Grünland
GN	Seggen-, binsen- oder hochstaudenreiche Nasswiese
HCT	Trockene Sandheide
M	Hoch- und Übergangsmoore
MD	Sonstiges Moordegenerationsstadium
MGB	Besenheide-Hochmoordegenerationsstadium
MGT	Trockeneres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium
MGF	Feuchteres Glockenheide-Hochmoordegenerationsstadium
MGZ	Sonstiges Zwergstrauch-Hochmoordegenerationsstadium
MH	Naturnahes Hochmoor des Tieflands
MIP	Hochmoor-Renaturierungsfläche mit lückiger Pioniervegetation
MIW	Überstaute Hochmoor-Renaturierungsfläche
MPF	Feuchteres Pfeifengras-Moorstadium
MPT	Trockeneres Pfeifengras-Moorstadium
MPT	Trockeneres Pfeifengras-Moorstadium
MS	Moorstadium mit Schnabelriedvegetation
MWD	Wollgras-Degenerationsstadium entwässerter Moore
MWS	Wollgras-Torfmoos- Schwingrasen
MWT	Sonstiges Torfmoos-Wollgras-Moorstadium
MZ	Anmoor- und Übergangsmoorheide
N	Gehölzfreie Biotope
NR	Landröhricht
NS	Sauergras-, Binsen- und Staudenried
RNT	Trockener Borstgras-Magerrasen tieferer Lagen
RSZ	Sonstiger Sandtrockenrasen
UF	Feuchte Hochstaudenflur
UH	Halbruderales Gras- und Staudenflur
UHF	Halbruderales Gras- und Staudenflur feuchter Standorte
UN	Artenarme Neophytenflur
WA	Erlen-Bruchwald
WB	Birken- und Kiefern-Bruchwald
WE	Erlen- und Eschenwald der Auen und Quellbereiche
WN	Sonstiger Sumpfwald
WQ	Bodensaurer Eichenmischwald
WU	Erlenwald entwässerter Standorte
WV	Birken- und Kiefernwald entwässerter Moore

Herausgeber:
Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Archivstr. 2
30169 Hannover

Stand: März 2025

poststelle@mu.niedersachsen.de
www.umwelt.niedersachsen.de

Bearbeitung:
Hofer & Pautz GbR
DUENE e.V. (Partner im Greifswald Moor Centrum)

Titelbilder: Oben links: Zur Renaturierung gepolderte Torfab-
baufläche im Stapeler Moor im Landkreis Leer (Foto: H.-J. Zietz),
oben rechts: Fruchtendes Wollgras in der Esterweger Dose im
Landkreis Emsland (Foto: H.-J. Zietz), unten links: Hochmoorgrün-
land und Torfstichkante im Stapeler Moor im Landkreis Leer
(Foto: H.-J. Zietz), unten rechts: Sonnentau und Torfmoose in der
Esterweger Dose im Landkreis Emsland (Foto: H.-J. Zietz), mittig:
Kohlenstoffreiche Bodenkategorien nach GAPKondV (Entwurf
(LBEG 2023).

Potenzialstudie „Moore in Niedersachsen“

Teil B – Karten

Herausgeber:
Niedersächsisches Ministerium
für Umwelt, Energie und Klimaschutz
Archivstr. 2
30169 Hannover

Stand: März 2025

poststelle@mu.niedersachsen.de
www.umwelt.niedersachsen.de

Bearbeitung: Hofer & Pautz GbR und DUENE e.V. (Partner im Greifswald Moor Centrum)

Kartenverzeichnis

- Karte 1: Moorgebiete
- Karte 2: Treibhausgas-Minderungspotenzial
- Karte 3: Bewertung der Standorteigenschaften
- Karte 4: Bewertung der Raumwiderstände und Nutzungskonflikte
- Karte 5: Maßnahmenpotenzial
- Karte 6: Prioritäten