

NATUR UND LANDSCHAFT

Zeitschrift für Naturschutz und Landschaftspflege

98. Jahrgang 2023 Heft

Seiten

DOI:

© 2023 W. Kohlhammer, Stuttgart

Verlag W. Kohlhammer

Ermittlung von Potenzialgebieten für Moorschutzmaßnahmen in Deutschland

Identifying target areas for peatland protection in Germany

Wiltrut Koppensteiner, Johannes Wegmann, Maike Ischebeck,
Andreas Laggner und Bärbel Tiemeyer

Zusammenfassung

Aufgrund der derzeit hohen Treibhausgasemissionen aus entwässerten Moorböden und der Dringlichkeit der Umsetzung von Maßnahmen sowohl zum Klimaschutz als auch zur Förderung der moortypischen Biodiversität ist eine rasche Identifizierung geeigneter Potenzialgebiete für den Moor(boden)schutz notwendig. Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F + E-Vorhaben) „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“ zielte darauf ab, auf Grundlage konsistent ermittelter Indikatoren für die Rahmenbedingungen Gebiete mit vergleichsweise hohen Potenzialen für die kurz- bis mittelfristige Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen aufzuzeigen. Die Indikatoren adressieren die Bereiche Hydrologie/Topographie, rechtlicher Status, aktuelle Nutzung und Wertschöpfungspotenzial. Daraus werden Gesamtbewertungen für „Umsetzungschancen“ und „potenzielle maximale Effekte“ abgeleitet. In diesem Beitrag wird die verwendete Methodik erläutert, es werden Anwendungsbeispiele gezeigt und Limitierungen kritisch diskutiert.

Moorschutz – Überregionales Screening – GIS-Analysen – Indikatoren – Klimaschutzmaßnahmen – Biodiversität

Abstract

In view of the high emissions of greenhouse gases from drained organic soil and the urgent need to take action for both climate change mitigation and biodiversity conservation, swift identification of target areas for peatland protection measures is essential. The research and development project “Background information for the implementation of a German Peatland Protection Strategy – Part 2” aimed to identify areas with comparatively good prospects of short- and medium-term implementation of peatland protection measures using consistent indicators of both restricting and enabling framework conditions. The indicators address hydrology/topography, legal status, current land use and agricultural value added. All indicators are combined to derive “prospects of implementation” and “potential maximum effects of peatland protection measures”. This article explains the methods used, presents examples of their application and discusses limitations.

Peatland protection – Nationwide screening – GIS analyses – Indicators – Climate mitigation measures – Biodiversity

Manuskripteinreichung: 15.6.2022, Annahme: 8.12.2022

DOI: 10.19217/NuL2023-03-01

1 Einleitung

Moorböden und weitere organische Böden in Deutschland sind größtenteils entwässert. Dies führte und führt zu Torfswund in Form hoher Kohlendioxidemissionen, zu Degradierung der Böden und zu einem starken Rückgang moortypischer Arten. Eine Wiedervernässung bietet die Möglichkeit, Treibhausgas (THG)-Emissionen stark zu mindern und gleichzeitig die moortypische Biodiversität zu fördern. Vor dem Hintergrund der Dringlichkeit dieser Ziele zum Klima- und Biodiversitätsschutz ist eine rasche Identifizierung geeigneter Potenzialgebiete für den Moor(boden)schutz notwendig.

Allerdings liegen Daten und Karten zum Zustand der Moorböden in Deutschland nur fragmentiert vor. Dies liegt u. a. an unterschiedlichen Anteilen von Moorböden in den Bundesländern und damit an einer unterschiedlichen Priorität der Thematik. Vielfältige Kartierungsansätze und Zuständigkeiten verschiedener Fachgebiete für relevante Daten kommen erschwerend hinzu. Dennoch sind in einigen Bundesländern schon spezifische Kulissen, insbesondere für Paludikulturen, erstellt worden (LM M-V 2017; Närmann et al. 2021; Tanneberger et al. 2022). Ökonomische Analysen sind dagegen nicht mehr auf einem aktuellen Stand oder auf Einzelgebiete beschränkt (Drösler et al. 2012).

Während Indikatoren für die Bewertung der Biodiversität oder der Standorteigenschaften relativ verbreitet sind (z. B. für abgetorfte

Hochmoore: Blankenburg 2004; für Waldmoore: DSS-WAMOS, Zeitz et al. 2009), wurde den Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen bisher vergleichsweise wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Im Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F + E-Vorhaben) „Moorschutz in Deutschland“ wurden Indikatoren entwickelt, die neben der Bewertung der Ökosystemleistungen auch eine Beurteilung der Rahmenbedingungen erlauben (Tiemeyer et al. 2017). Bisher fehlt allerdings eine länderübergreifende Anwendung dieser Methoden, die eine entscheidende Grundlage für die Identifizierung von Potenzialgebieten für den Moor(boden)schutz wäre.

Das F + E-Vorhaben „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“ zielte darauf ab, auf Grundlage konsistent ermittelter Indikatoren Gebiete mit vergleichsweise hohen standörtlichen und sozioökonomischen Potenzialen für die kurz- bis mittelfristige Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen aufzuzeigen, während Teil 1 des F + E-Vorhabens anhand von Literaturrecherchen und Expertenworkshops den Stand des Wissens zusammengefasst hat (Nitsch, Schramek 2021). Hierfür wurde eine Auswahl von auf verschiedenen räumlichen Ebenen verfügbaren Indikatoren zur Bewertung von Rahmenbedingungen (Tiemeyer et al. 2017) erstmals bundesweit angewendet und die Indikatoren wurden zu einer Gesamtbewertung der Umsetzungschancen von Moorschutzmaßnahmen und der potenziellen maximalen Effekte, die durch Wiedervernässung erzielt werden können, auf Ebene

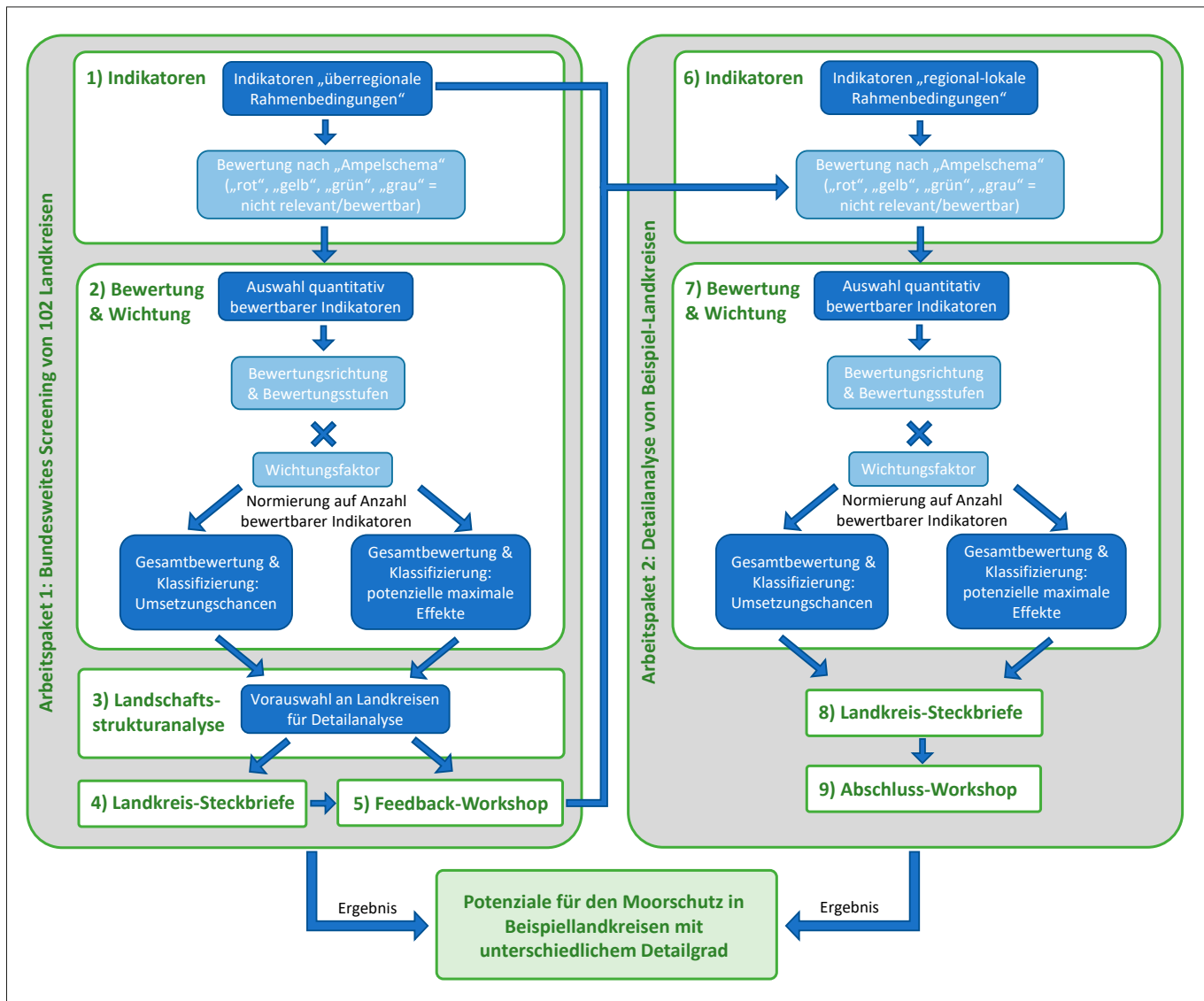


Abb. 1: Ablauf des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens (F + E-Vorhabens) „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“. Die Punkte 1–5 wurden im Zuge des ersten Arbeitspakets „Überregionales Screening“ erarbeitet. Auf Grundlage der Ergebnisse des Feedback-Workshops (5) wurden die Punkte 1–3 durch die Detailanalyse der Beispiel-Landkreise erweitert (Punkte 6–8), erneut durchgeführt und in einem Abschlussworkshop (9) diskutiert.

Fig. 1: Workflow of the project titled “Background information for the implementation of a German Peatland Protection Strategy – Part 2”. Steps 1–5 are part of the nationwide screening process. Based on the results of the feedback workshop (5), steps 1–3 were expanded upon during the detailed analysis of selected districts (steps 6–8) and discussed at a final workshop (9).

der Landkreise bzw. kreisfreien Städte (LK) zusammengeführt. Im vorliegenden Beitrag wird die verwendete Methodik erläutert und kritisch diskutiert. Ein ausführlicher Abschlussbericht (BfN-Schriften) wird nach Projektabschluss veröffentlicht.

2 Material und Methoden

Als erster Schritt wurde ein bundesweites Screening durchgeführt, dessen Ergebnisse in einem Workshop mit Vertreterinnen und Vertretern u. a. von Behörden der Länder und LK, von Stiftungen und Verbänden sowie aus der Forschung diskutiert wurden mit dem Ziel einer fachlichen Absicherung der Bewertungsmethoden (Abb. 1). Danach wurden acht Beispiel-LK näher beleuchtet, die aufgrund ihres beim Workshop angemeldeten Interesses unter Beachtung einer ausgewogenen bundesweiten Verteilung ausgewählt wurden. Diese Ergebnisse wurden beim Abschlussworkshop mit Vertreterinnen und Vertretern der entsprechenden LK und der zuständigen Landesbehörden diskutiert.

Das Screening erfolgte auf LK-Ebene (Abb. 1). Dies ist für deutschlandweite Analysen der einzig praktikable Weg der Datenakquise, da ein Großteil der benötigten Daten spezifisch für Bundesländer oder LK vorliegt (z.B. Raumordnungsprogramme). Moorböden und ihre Einzugsgebiete überschreiten Grenzen; allerdings existiert keine bundesweite Abgrenzung von Moorgebieten. Da zahlreiche LK nur wenige Moorböden aufweisen, wurde das Screening auf LK mit mindestens 5.000 ha Moorböden oder mit mindestens 5 % der LK-Fläche und mindestens 500 ha Moorböden beschränkt. Diese 102 von insgesamt 431 LK beherbergen rund 90 % der gesamten Moorbodenfläche Deutschlands.

Da der Begriff „Moorschutz“ je nach Fachgebiet und Akteursgruppen unterschiedlich verwendet wird, findet sich in Kasten 1, S.96, eine projektspezifische Definition. Auch die Begriffe „Umsetzungschancen“ und „potenzielle maximale Effekte“ (unterschiedliche Betrachtungsrichtungen) werden hier definiert. Die verwendete Kulisse (Wittnebel et al. in Vorb.) umfasst neben Moorböden auch weitere organische Böden (Kasten 1, S.96); zur besseren Lesbarkeit wird durchgängig der Begriff „Moorböden“ verwendet.

2.1 Indikatoren

Aufgrund der räumlichen Skala der Analysen werden Indikatoren, die auf Bundes- bzw. Länderebene ermittelbar sind, im Folgenden als „überregionale Indikatoren“ und jene auf LK- oder Projektebene als „regional-lokale Indikatoren“ bezeichnet. Nicht für alle Indikatoren aus [Tiemeyer et al. \(2017\)](#) waren Daten verfügbar; zusätzlich wurden Geodaten der Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-LRT), der Überschwemmungsgebiete, des Paludikulturpotenzials ([LM M-V 2017](#); [Närmann et al. 2021](#)) und der küstennahen Moorböden in das Screening einbezogen, in die Detailanalyse zudem weitere naturschutzfachlich bedeutende Flächen (z. B. anhand der Landschaftsrahmenplanung) und umgesetzte bzw. geplante Moorschutzmaßnahmen.



Indikatoren wurden in die Bereiche Hydrologie und Topographie, rechtlicher Status, Nutzung, Wertschöpfung und Betroffenheit der Nutzerinnen und Nutzer bzw. Eigentümerinnen und Eigentümer aufgeteilt. Daten wurden von den zuständigen Institutionen bereitgestellt oder konnten auf Basis der bereitgestellten Daten berechnet werden. Daten zu den Eigentumsverhältnissen konnten nur im Einzelfall bereitgestellt werden. Eine komplette Auflistung der verwendeten Indikatoren und Datenquellen findet sich in Tab. A und Abschnitt 4 im Online-Zusatzmaterial unter https://online.natur-und-landschaft.de/zu/satz/3_2023_A_Koppensteiner.

Die bereitgestellten Geodaten wurden innerhalb der Moorbodenkulisse (**Kasten 1**) selektiert und falls notwendig aufbereitet. Grundsätzlich wurde versucht, die Grunddaten (v. a. die Geometrien) nicht zu verändern. In manchen Fällen (z. B. bei großen Flächenüberlappungen) waren Anpassungen oder Kombinationen der ursprünglichen Geodaten notwendig. Die Analysen wurden mit PostGIS® (Version 4.20, pgAdmin 4), ArcGIS Map® (Version 10.6) und QGIS® (Version 3.10) durchgeführt. Für die Veranschaulichung der Methode werden einige exemplarische Indikatoren ([Abb. 2](#)) sowie zur Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse und kompletten Auflistung der verwendeten Indikatoren (Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#)) komplexere Indikatoren näher erläutert.

2.1.1 Beispiele verwendeter Indikatoren

Die verwendete **klimatische Wasserbilanz** des hydrologischen Sommerhalbjahrs (KWB) gibt die Differenz aus Niederschlags-summe und Summe der Grasreferenzverdunstung ([Löpmeier 1994](#)) gemittelt über den Zeitraum 1981–2010 an. Aufgrund der groben räumlichen Auflösung (1-km-Raster) und des Datenmangels zur tatsächlichen Verdunstung von Moorstandorten wurde eine neutrale KWB mit ± 50 mm definiert.

Flächige **Schutzgebietstypen** nach dem Naturschutzrecht wurden auf dem Stand von 2018 bis 2020 in die Analyse einbezogen und nach [Tiemeyer et al. \(2017\)](#) bewertet. Die Kartierungen der FFH-LRT der Bundesländer wurden in Abstimmung mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) homogenisiert. Die **FFH-LRT** der Kategorie „moortypisch“ entsprechen den „Moor-LRT im engeren

Kasten 1: Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens (F + E-Vorhaben) „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“ verwendete Definitionen von Moorschutz, Moorböden, Umsetzungschancen und potenziellen maximalen Effekten durch Moorschutzmaßnahmen.

Box 1: Definitions of „peatland protection“, „organic soils“, „prospects of implementation“ and „potential maximum effects of peatland protection measures“ used in the „Background information for the implementation of a German Peatland Protection Strategy“ project.

Moorschutz im Sinne des Projekts ist die Bewahrung oder Wiederherstellung der moortypischen Biodiversität oder die Etablierung einer standortangepassten Paludikultur

- bei reduziertem Verlust oder Erhaltung des Torfkörpers oder Wiederanregung des Torfwachstums und
- durch Etablierung eines standorttypischen Wasser- und Stoffhaushalts.

Moorböden umfassen neben allen Bodentypen der Abteilung Moore (Ad-hoc-AG Boden 2005) auch weitere organische bzw. moorähnliche Böden. Moor- und Anmoorgley, Hochmoor-, Niedermoor- und Anmoorstagnogleye und deren Subtypen, Varietäten und Subvarietäten sowie Treposole werden als „sonstige organische Böden“ zusammengefasst. Daneben werden flach überdeckte organische Böden berücksichtigt. Die hier verwendete Moorbodenkulisse basiert auf Wittnebel et al. (in Vorbereitung) und fasst die jeweils aktuellsten und am höchsten aufgelösten Kartenwerke der Bundesländer zusammen.

Umsetzungschancen für Moorschutzmaßnahmen: Identifizierung von Flächen, die auf Grundlage einer Bewertung der gesamten hier erfassten für die Moorbodenkulisse relevanten Rahmenbedingungen günstige Voraussetzungen (sehr gute oder gute Umsetzungschancen) oder auch ungünstige, konflikträchtige Voraussetzungen (mäßige oder schlechte Umsetzungschancen) für die kurz- bis mittelfristige Durchführung von Moorschutzmaßnahmen aufweisen.

Potenzielle maximale Effekte durch Moorschutzmaßnahmen: Identifizierung von Flächen, auf denen – basierend auf der Bewertung und Wichtung ausgewählter Indikatoren (z. B. Wasserstand, Nutzung) – durch Maßnahmen für den Moorschutz sehr hohe, hohe, mäßige oder geringe maximale Wirkungen in Hinblick auf die Minderung der Treibhausgasemissionen und/oder die Förderung der moortypischen Biodiversität erzielt werden können, ungeachtet möglicher Restriktionen durch weitere regionale Rahmenbedingungen (z. B. Vorranggebiete).

Sinn“ nach [Vischer-Leopold et al. \(2015\)](#) bzw. den „wesentlichen Lebensraumtypen der Moore in Deutschland [...]“ nach [BMUV \(2022\)](#). Eine Ausnahme bildet der FFH-LRT „6410 Pfeifengraswiesen [...]“, der hier als „intermediär“ eingestuft wird, da er auch auf Mineralböden verschiedener Feuchtestufen vorkommt und immer nutzungsgeprägt ist. Weitere FFH-LRT, die zwar nicht auf organische Böden angewiesen sind, dort jedoch vorkommen können, aber nicht zwingend Moorschutzmaßnahmen erschweren, wurden ebenfalls als „intermediär“ eingestuft ([Abb. 2](#)).

Die Analyse der **Landnutzung** sowie der Nutzungsanteile erfolgte auf Grundlage des ATKIS®-Basis-DLM ([AdV 2019](#)). Hierfür wurde die Landnutzung entsprechend [UBA \(2020\)](#) kategorisiert und nach [Tiemeyer et al. \(2017\)](#) aggregiert ([Abb. 2](#)). Für die Betroffenheit der Landnutzerinnen und -nutzer ist von großer Relevanz, wie groß der Anteil der Moorböden an ihrer Betriebs- bzw. Pachtfläche ist und ob somit Ausweichmöglichkeiten bestehen. Um dies anzunähern, wurde berechnet, wie groß der Anteil der Moorböden an der gesamten als Acker bzw. Grünland genutzten Fläche eines LK ist.

Die Höhe der aktuellen Wertschöpfung bzw. die potenziellen Opportunitätskosten für Moorschutzmaßnahmen wurden durch die **Standarddeckungsbeiträge** (SDB) nach [Röder et al. \(2022\)](#) angenähert. Der SDB wird hier pro ha angegeben und ergibt sich aus den mittleren Erlösen abzüglich der mittleren variablen Kosten (z. B. Dünger, Saatgut) der Betriebe in einer Region. SDB bilden somit den Betrag ab, der zur Deckung der Fixkosten (z. B. Pacht, Gebäudeunterhalt) und als Betriebsgewinn zur Verfügung steht. Öffentliche Transferzahlungen wie Prämien der ersten und zweiten

Indikator	Günstig (grün)	Ambivalent (gelb)	Restriktiv (rot)	Keine Daten/ keine Relevanz (grau)
Klimatische Wasserbilanz im hydrologischen Sommerhalbjahr (KWB)	Positiv (> 50 mm)	Neutral (+/- 50 mm)	Negativ (< 50 mm)	
Schutzgebiete	NSG, FFH-G	VSG, NLP, LSG, BR, NP		Kein Schutzgebiet
FFH-LRT	„Moortypisch“: 3160, 4010, 7110 – 7240, 91D0	„Intermediär“: 1130, 2190, 3110, 3130 – 3150, 3180, 3190, 3220, 3230, 3260, 3270, 6230, 6410, 6430, 6440, 9160, 9180, 91E0, 91F0	„Mooruntypisch“: alle weiteren FFH-LRT	Kein FFH-LRT nachgewiesen
Nutzung	Keine Nutzung	Grünland, Wald ¹	Acker, Torfabbau, Siedlung, Sonder- kultur	
Anteile von Moor- böden an den Gesamtflächen von Grünland und Acker im jeweiligen LK	< 25 %-Perzentil aller Werte der 102 LK	25 – 75 %-Perzentil aller Werte der 102 LK	> 75 %-Perzentil aller Werte der 102 LK	
Standard- deckungs- beiträge	< 25 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO-D, S-D)	25 – 75 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO- D, S-D)	> 75 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO-D, S-D)	

¹ Wald wird mit „ambivalent/orange“ bewertet
BR = Biosphärenreservat, FFH-G = Schutzgebiet gemäß Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-LRT = Lebensraumtyp nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, LK = Landkreis, LSG = Landschaftsschutzgebiet, NLP = Nationalpark, NO-D = Nordostdeutschland, NP = Naturpark, NSG = Naturschutzgebiet, NW-D = Nordwestdeutschland, VSG = Vogelschutzgebiet, S-D = Süddeutschland

Abb. 2: Beispiele für die Bewertung anhand des Ampelschemas nach Tiemeyer et al. (2017), angepasst.

Fig. 2: Examples of assessment using the traffic lights scheme according to Tiemeyer et al. (2017), modified.

Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik wurden nicht berücksichtigt (Röder et al. 2022). Um regionaltypische Nutzungsstrukturen zu reflektieren, wurden SDB für Grünland und Acker getrennt auf Gemeindeebene berechnet, wobei die jeweiligen Tierhaltungsverfahren auf die Fläche umgelegt wurden. Dazu wurden verschiedene Datenquellen zusammengeführt und eine Modellierung auf Basis der Angaben zum Umfang von Pflanzenbau- und Tierhaltungsverfahren (2016) sowie zu den mittleren Naturalerträgen (2014–2018) durchgeführt (Details in Abschnitt 1 im [Online-Zusatzmaterial](#)). Aufgrund des Fehlens von Daten aus dem Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) konnten keine Aussagen auf Flurstück- oder Schlagebene getroffen werden. Zur Berechnung der SDB auf LK-Ebene wurden die SDB der Gemeinden mit den jeweiligen Moorbodenflächen unter Grünland- und Ackernutzung gewichtet, um eine Verzerrung durch Werte mineralbodendominanter Gemeinden zu verringern.

2.1.2 Weitere komplexe Indikatoren

Neben bundes- und landesweit verfügbaren Daten der Raumordnung wurden auch die auf LK-Ebene erarbeiteten regionalen Raumordnungspläne (RRÖP) in Niedersachsen einbezogen. Aus den Raumordnungsplänen wurden für die Umsetzbarkeit von Moorschutzmaßnahmen als relevant bewertete flächige **Vorranggebiete** selektiert. Vorbehaltsgebiete wurden wegen ihres nicht rechtsverbindlichen Charakters nicht einbezogen. Aufgrund der Anzahl und Heterogenität der Begriffe in den RRÖP wurden

die Vorranggebiete in Themenbereiche kategorisiert und dadurch teilweise aggregiert (Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#)). Auf Ebene der Detailanalyse wurden auch weitergehende Flächenkategorien der Landschaftsplanung (z. B. Landschaftsrahmenplan, Biotopverbund) einbezogen, wenn diese für den jeweiligen LK relevant sind. Wenn sich an einem Punkt unterschiedlich kategorisierte Vorranggebiete überlagerten, wurden als restriktiv für Moorschutzmaßnahmen bewertete Vorranggebiete für die weiteren Berechnungen verwendet, auch wenn auf derselben Fläche zusätzlich als günstig oder ambivalent kategorisierte Vorranggebiete vorkommen.

Für die Berechnung des **Abstands von Siedlungen und Infrastruktur** wurde ein 25-m-Punkteraster über die Moorbodenkulisse gelegt. Im Falle von Siedlungsstrukturen (ATKIS®-Basis-DLM) wurde zwischen Hochmoor- sowie Niedermoorböden und weiteren organischen Böden unterschieden. Grundlage für die Entfernungsberechnung von Moorböden zu Straßen war OpenStreetMap ([Geofabrik 2013](#)), da hier Straßen unterschiedlicher Kategorien als Flächen dargestellt sind, während im ATKIS®-Basis-DLM Straßen teilweise nur als Linien vorliegen.

Für die Einbeziehung umgesetzter und geplanter **Moorschutzmaßnahmen** in die Detailanalyse wurden Geodaten ausgewählter LK ausgewertet. Um auch linearen und punktförmigen Informationen einen Flächenbezug zuzuweisen, wurden diese mit zwei Datensätzen des Flächenzustands kombiniert: mit den von [Barthelmes et al. \(2021\)](#) evaluierten Wiedervernässungsflächen sowie dem frei verfügbaren „Wetlands Layer“ der OpenStreetMap ([Geofabrik 2022](#)). Sofern die Linien und Punkte in einer Fläche lagen, für die beide Datensätze auf eine Vernässung hinweisen, wurde diese Fläche als wiedervernässt angenommen.

2.2 Bewertung der Indikatoren

Die Bewertung aller Indikatoren erfolgte anhand einer dreistufigen Skala („Ampelschema“; [Tiemeyer et al. 2017](#), angepasst) und wurde in Steckbriefen für jeden LK grafisch dargestellt. Günstige Rahmenbedingungen für die kurz- bis mittelfristige Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen wurden grün, Herausforderungen bzw. bestehende Restriktionen rot dargestellt. Sofern für eine Bewertung detailliertere Informationen notwendig waren, wurde der Indikator als ambivalent eingestuft ([Abb. 2](#)). Die vollständige Liste der Indikatoren und Klassengrenzen findet sich in Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#). Die Einstufung in die drei Klassen erfolgte anhand von Kategorien (z. B. FFH-LRT) oder numerischen Werten (z. B. KWB). In vielen Fällen ist eine absolute Festlegung von Klassengrenzen nicht sinnvoll und/oder erfordert eine regionale Differenzierung. In diesen Fällen wurden aus der Verteilung der Indikatorwerte entweder der gesamten Kulisse, der Teilräume oder des spezifischen LK das 25 %- und 75 %-Perzentil abgeleitet. Bspw. wurden Flächen als günstig bewertet, bei denen der SDB zu den niedrigsten 25 % aller Werte in Nordwestdeutschland gehört. Umgekehrt wurden die höchsten 25 % als ungünstig eingeschätzt. Des Weiteren eignen sich einige Indikatoren wie der Moorbodentyp, die (angenäherte) Größe der Moorkörper sowie das Paludikulturpotenzial aufgrund

ihres deskriptiven Charakters nur für eine qualitative Beschreibung der LK-Spezifika. Das Ampelschema wurde erweitert, um geplante oder bereits umgesetzte Moorschutzmaßnahmen in den Analysen berücksichtigen zu können. Diese wurden kategorisiert und, falls sie nach Informationen zur Art der Maßnahme oder zum Biototyp als optimal einzustufen waren, dunkelgrün gekennzeichnet (Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#)).

2.3 Gesamtbewertung von Umsetzungschancen und potenziellen maximalen Effekten

Für eine quantitative Gesamtbewertung ist eine Kombination aller Indikatoren notwendig (Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#)). Dafür wurde ein Raster (100 m × 100 m) über die Moorbodenkulisse gelegt und alle Geodaten der quantitativ bewertbaren Indikatoren in dieses Raster konvertiert. Anschließend wurde jedem Indikator eine Bewertungsstufe (0–2) entsprechend dem Ampelschema zugewiesen. Danach wurde die Relevanz des jeweiligen Indikators eingeschätzt, d. h., der Indikator wurde gewichtet. Diese Gewichtung beruht auf einer Expertenschätzung und wurde intensiv mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Workshops diskutiert und ggf. angepasst (Tab. A im [Online-Zusatzmaterial](#)). Der Wichtungsfaktor (0–5) wurde mit den Bewertungsstufen je Bewertungsrichtung multipliziert. Bspw. unterscheidet sich der Indikator „Moorwasserstand“ in seiner Bewertungsrichtung: Zur Ableitung von Umsetzungschancen wird ein tiefer Wasserstand als „ungünstig“ (Bewertungsstufe 0) bewertet, für die potenziellen maximalen Effekte mit „günstig“ (Bewertungsstufe 2). In beiden Fällen wurde ein Wichtungsfaktor von 3 zugewiesen, da der Wasserstand zwar eine entscheidende Größe darstellt, aber aufgrund der Herleitung aus einem statistischen Modell für einen einzelnen Punkt mit hohen Unsicherheiten behaftet ist. Anschließend erfolgte eine Normierung der Werte je Rasterzelle auf die Anzahl der jeweils vorliegenden Indikatoren, um die Gesamtbewertung zwischen LK vergleichbar zu machen (**Kasten 2**). Die Anzahl der berechenbaren Indikatoren variierte zwischen den Bundesländern und LK. Auf Bundeslandebene konnten zwischen 17 und 21 der geplanten quantitativ bewertbaren Indikatoren berechnet werden. Limitierend war hier insbesondere die Verfügbarkeit von Daten zur Raumordnung.

Die beiden Gesamtbewertungen wurden jeweils entsprechend ihrer 25 %-Perzentile in vier Kategorien eingeteilt. Je höher die Gesamtbewertung, desto besser bzw. höher sind die Umsetzungschancen bzw. die maximalen potenziellen Effekte durch Moorschutzmaßnahmen. Die Ergebnisse in Form separater Rasterkarten für die Umsetzungschancen und die potenziellen maximalen Effekte lieferten durch eine Landschaftsstruktur-Analyse einen Vergleich der überregionalen Rahmenbedingungen. Im Rahmen der Detailanalyse wurde die Gesamtbewertung auf Grundlage des umfangreicheren Indikatorensets (überregionale und regional-lokale Indikatoren) auf einem engeren Raster (25 m × 25 m) für 8 LK beispielhaft wiederholt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Beispiele verwendeter Indikatoren

Die Betrachtung der Ergebnisse für die exemplarisch beschriebenen Indikatoren er-

Kasten 2: Beispiele der Berechnung der Gesamtbewertung für die Betrachtungsrichtungen „Umsetzungschancen“ und „potenzielle maximale Effekte“ der Moorschutzmaßnahmen anhand der angeführten Indikatoren.

Box 2: Calculation example of “prospects of implementation” and “potential maximum effects” of peatland protection measures.

Berechnung der Gesamtbewertungen (G)

$$G = \frac{\sum (\text{Bewertungsstufe} \times \text{Wichtungsfaktor})}{\sum \text{Anzahl Bewertungsstufen}} \quad [1]$$

Die Anwendung von Formel 1 wird an drei Beispielen verdeutlicht. Für die Gesamtbewertung wurden immer alle zur Verfügung stehenden Indikatoren berücksichtigt. Die vollständige Auflistung der Bewertungsstufen und Wichtungsfaktoren ist im [Online-Zusatzmaterial](#) (Abb. A) zu finden.

- Unterschiede zwischen den Bewertungsrichtungen am Beispiel naturnaher Moorwasserstände:
 $G (\text{Umsetzungschancen}) = (2 \times 3) \div 4 = 1,5$
 $G (\text{potenzielle maximale Effekte}) = (0 \times 3) \div 4 = 0$
- Unterschiede zwischen den Wichtungen am Beispiel der Naturschutzgebiete (NSG):
 $G (\text{Umsetzungschancen}) = (2 \times 5) \div 3 = 3,3$
 $G (\text{potenzielle maximale Effekte}) = (2 \times 2) \div 3 = 1,3$
- Beispiel der gemeinsamen Betrachtung der Beispiele a) und b):
 $G (\text{Umsetzungschancen}) = [(2 \times 3) + (2 \times 5)] \div (4 + 3) = 2,3$
 $G (\text{potenzielle maximale Effekte}) = [(0 \times 3) + (2 \times 2)] \div (4 + 3) = 0,6$

möglicht Aussagen zur Situation der Rahmenbedingungen für die Bereiche Hydrologie, rechtlicher Status, Nutzung und Wertschöpfungspotenzial.

Die Verteilung der KWB des hydrologischen Sommers zeigt, dass sowohl für die Hochmoorböden als auch für Niedermoor- und weitere organische Böden die Mehrheit der Punkte auf Moorböden

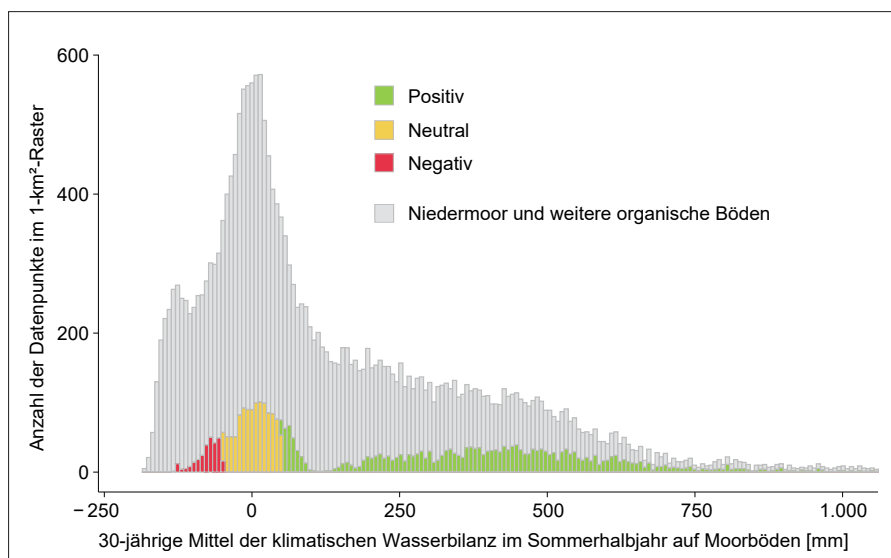


Abb. 3: Verteilung des 30-jährigen Mittels (1981–2010) der klimatischen Wasserbilanz (1-km²-Raster des Deutschen Wetterdienstes) im hydrologischen Sommerhalbjahr auf Moorböden und Bewertung für Hochmoorböden.

Fig. 3: Distribution of the 30-year mean (1981–2010) of the climatic water balance (1 km² grid of the German Weather Service) of the hydrological summer at organic soils and evaluation of bog peat sites.

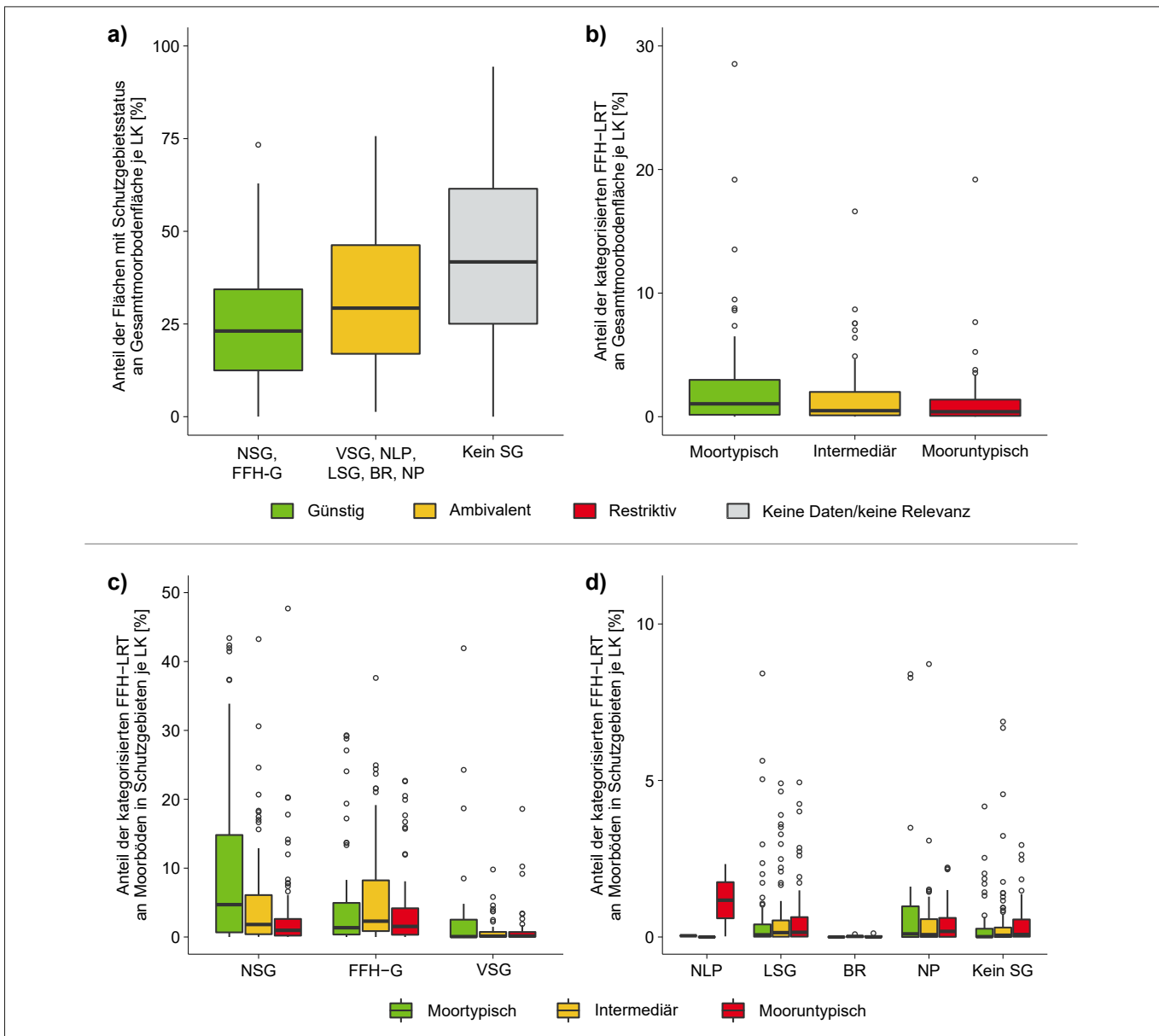


Abb. 4: Schutzgebiete und FFH-LRT auf Moorböden. Boxplots der Flächenanteile a) nach Schutzgebietsstatus und b) nach kategorisierten FFH-LRT an der Gesamtmoorbodenfläche je LK. c) Anteil der kategorisierten FFH-LRT in NSG, FFH-G und VSG (nicht dargestellt: 4 LK mit Anteilen > 50 %). d) Anteil der kategorisierten FFH-LRT in NLP, LSG, BR, NP sowie Gebieten außerhalb von SG (kein SG; nicht dargestellt: 4 LK mit Anteilen > 10 %). BR = Biosphärenreservat, FFH-G = Schutzgebiet gemäß der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, FFH-LRT = Lebensraumtyp nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, LK = Landkreise, LSG = Landschaftsschutzgebiet, NLP = Nationalpark, NP = Naturpark, NSG = Naturschutzgebiet, VSG = Vogelschutzgebiet.

Fig. 4: Protected areas and habitat types according to the Habitats Directive on organic soils. Boxplots of the area share of organic soils per district subdivided by a) different protection categories, and b) habitat types according to the Habitats Directive that are typical, intermediate and not typical of peatland. Area share of these habitat types in c) NSG, FFH-G and VSG (4 districts with shares > 50 % are not shown), and d) NLP, LSG, BR, NP and areas outside protected areas (no SG; 4 districts with shares > 10 % are not shown). BR = biosphere reserve, FFH-G = Special Areas of Conservation, FFH-LRT = habitat types listed in Annex I to the Habitats Directive, kein SG = organic soils outside protected areas, LK = districts, LSG = landscape protection areas, NLP = national parks, NP = nature parks, NSG = nature protection areas, VSG = Special Protection Areas.

eine neutrale bis positive KWB aufweist (Abb. 3). Da dies für Hochmoorstandorte von besonderer Bedeutung ist, ist die Einstufung der entsprechenden Punkte farblich hervorgehoben. Niedermoorstandorte und weitere organische Böden wurden ebenfalls bewertet, sind hier allerdings aufgrund der geringeren Gewichtung des Indikators für diese Böden in Grau gehalten. Die stark schiefe Verteilung ist durch die räumliche Verteilung der Hochmoorböden (Niedersachsen vs. Alpenvorland) bedingt. In Bayern weisen die Hochmoorböden eine neutrale bis positive KWB von 481 mm im Mittel (Median) auf. Fast 50 % der Hochmoorböden mit einer negativen KWB lie-

gen in Niedersachsen, machen hier aber gleichzeitig nur 12 % der Hochmoorböden aus. Kritische Werte der KWB bedeuten nicht, dass eine Vernässung solcher Standorte unmöglich ist, sondern zeigen erhöhte Herausforderungen in Bezug auf den Wasserrückhalt.

In Abb. 4 ist die Verteilung der Schutzgebietsstatus sowie der FFH-LRT dargestellt. Der Anteil unter Schutz stehender Moorböden ist regional sehr unterschiedlich, wobei der Median aller LK bei über 50 % geschützter Flächen liegt, während moortypische FFH-LRT mit durchschnittlich 1 % sehr selten sind. Ein Vorhandensein auch eines strengen Schutzstatus bedingt somit

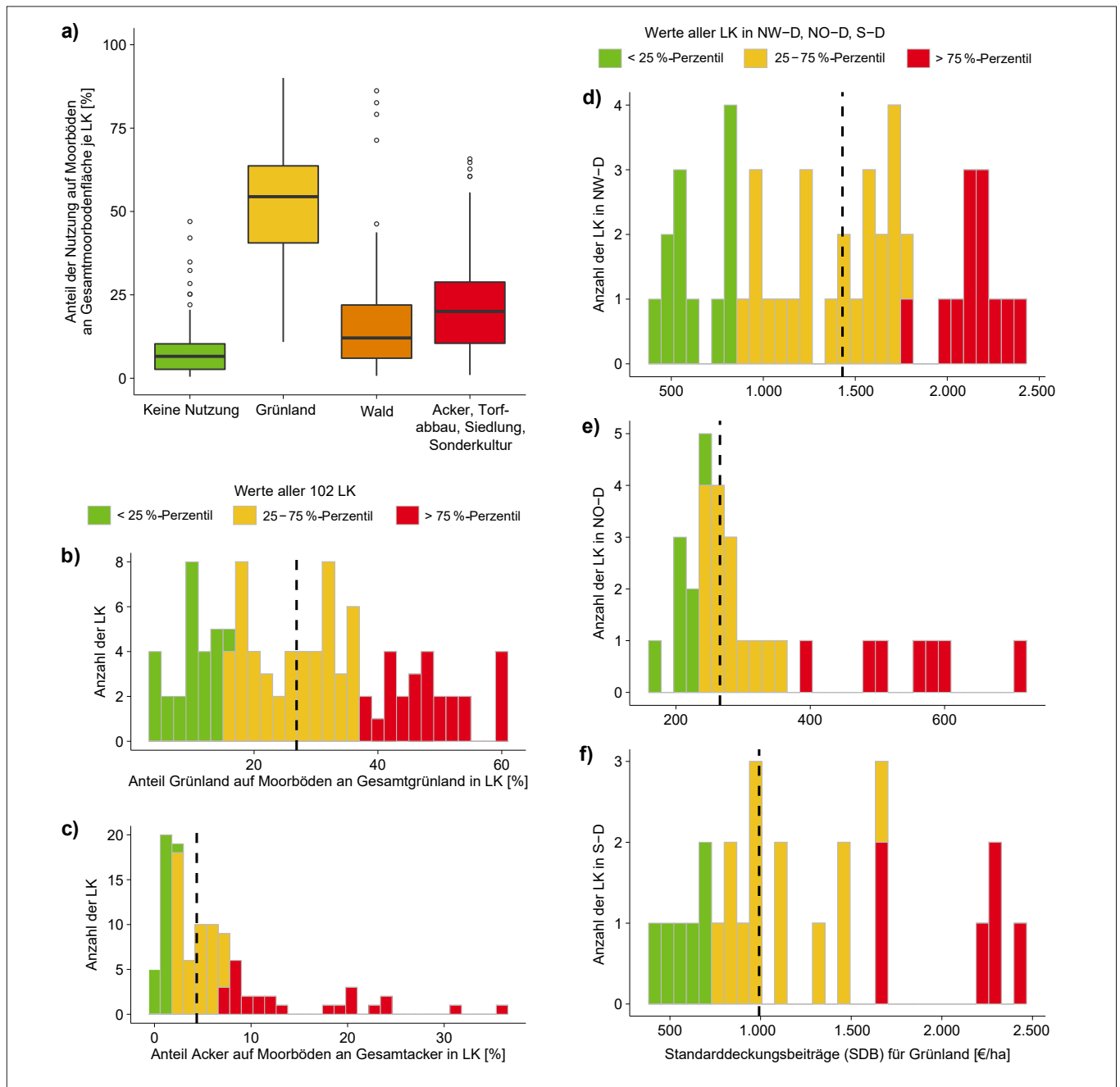


Abb. 5: Verteilung und Bewertung von Indikatoren in den Bereichen Nutzung und Wertschöpfungspotenzial: a) Nutzungsverteilung auf Moorböden in den analysierten 102 LK, b) Anteil von Grünland auf Moorböden am Gesamtgrünland pro LK, c) Anteil von Acker auf Moorböden an der Gesamtackerfläche pro LK. SDB für Grünland in LK in d) NW-D, e) NO-D und f) S-D. LK = Landkreise, NO-D = Nordostdeutschland; NW-D = Nordwestdeutschland, S-D = Süddeutschland, SDB = Standarddeckungsbeitrag, gestrichelte Linie = Median.

Fig. 5: Distribution and evaluation of indicators regarding land use and potential agricultural value added: a) Land-use distribution on organic soils in the 102 districts analysed, b) area share of grassland on organic soils in each district's total grassland area, c) area share of cropland on organic soils in each district's total cropland area, standard gross margins for grassland in districts in d) North-Western Germany (NW-D), e) North-Eastern Germany (NO-D) and f) Southern Germany (S-D). LK = districts, NO-D = North-Eastern Germany, NW-D = North-Western Germany, S-D = Southern Germany, SDB = standard gross margins, dashed line = median.

noch keine moortypischen FFH-LRT. Dabei ist auffällig, dass der Anteil moortypischer FFH-LRT an der Schutzgebietskulisse regional extrem unterschiedlich ausfällt (Abb. 4c–d, S. 99). Gründe können in Eigentumsverhältnissen, Naturschutzziele, finanziellen oder personellen Kapazitäten in Verwaltung und Umsetzung oder hydrologischen Gegebenheiten liegen. Auch können weitere wertvolle Biotoptypen oder auch FFH-LRT vorhanden sein, da die Analyse nur auf den FFH-LRT beruht und nicht alle Kartierungen auf dem aktuellsten Stand sind.

Auch die Analyse der Landnutzung illustriert die Notwendigkeit eines regional differenzierten Herangehens an Moorschutzmaßnahmen: Wie erwartet stellt Grünland den wichtigsten Landnutzungstyp dar, jedoch gibt es zwischen den LK erhebliche Unterschiede (Abb. 5a). Die Bedeutung der Moorböden für die Grünlandnutzung der einzelnen LK ist sehr heterogen und übersteigt in einigen LK 50 %, so dass, insbesondere in Regionen mit entsprechend hoher Wertschöpfung, Landwirtinnen und Landwirte wenige Optionen zum Ausweichen auf Mineralböden haben (Abb. 5b). Dagegen

sind Moorböden für die Ackernutzung nur in vereinzelt LK von größerer Bedeutung (Abb. 5c). Wie zu erwarten, sind die SDB für Grünlandstandorte in Nordostdeutschland niedriger als in den anderen Regionen (Abb. 5d–f), was jedoch nicht zur Schlussfolgerung führen kann, nur in dieser Region Moorschutzmaßnahmen zu verfolgen. Zum einen ist der SDB nur ein Indikator unter vielen, zum anderen befinden sich auch in Nordwest- und Süddeutschland LK mit ähnlich niedrigen bzw. in Relation zu allen betrachteten LK der Region niedrigen SDB. Da sich die Daten auf die Gemeinde des Betriebssitzes beziehen, Flächen eines Betriebs aber auch in anderen Gemeinden liegen können, können wenige große Betriebe in einem LK räumliche Verschiebungen und einzelne extrem hohe SDB verursachen.

3.2 Steckbriefe

Die Steckbriefe werden nach Projektabschluss auf der BfN-Seite veröffentlicht. Zur Veranschaulichung ist in Abb. 6 der Steckbrief eines fiktiven LK mit den enthaltenen Bewertungen aller Indikatoren dargestellt. Die dazugehörige Beschreibung der Moorbodenflächen und -größen sowie der Nutzungsverhältnisse findet sich in Abb. A im Online-Zusatzmaterial. Der Steckbrief lässt sich folgendermaßen interpretieren: Im LK treten überwiegend tief entwässerte (Bechtold et al. 2014) Niedermoor- und sonstige organische Böden und eine neutrale KWB auf. Der hohe Flächenanteil mit unbekannten Moowasserständen lässt sich durch Unterschiede zwischen den hier (Wittnebel et al. in Vorb.) und von Bechtold et al. (2014) verwendeten Moorbodenkategorien erklären. Etwa 20 % der Moorböden haben einen Schutzgebietsstatus, dennoch sind FFH-LRT nur vereinzelt auf Moorböden nachgewiesen, so dass ein deutlich höherer Anteil an nassen Flächen als von Bechtold et al. (2014) geschätzt unwahrscheinlich ist. Die Vorranggebiete im LK bieten auf ca. 28 % der Moorböden überwiegend günstige, aber auch auf knapp 19 % restriktive Rahmenbedingungen der Raumplanung. Die Nutzung der Moorböden im LK ist intensiv, Grünlandnutzung überwiegt auf Moorböden deutlich und macht auch insgesamt den höchsten Flächenanteil aus. Die SDB sowohl der Acker- als auch der Grünlandnutzung liegen selbst über dem nordwestdeutschen Durchschnitt, wobei Moorböden ungefähr die Hälfte aller Grünlandstandorte ausmachen (Abb. A im Online-Zusatzmaterial). Insgesamt ist also mit größeren Herausforderungen in diesem fiktiven LK zu rechnen. Dieser anhand der bundes- bzw. landesweit verfügbaren Daten erstellte Steckbrief könnte auf LK-Ebene z. B. mit Daten zu den Eigentumsverhältnissen präzisiert werden.

3.3 Beispielhafte Darstellung der Gesamtbewertung

Anhand der Beispielkarten der Gesamtbewertung (Abb. 7, S. 102) zeigt sich, dass Umsetzungschancen und potenzielle maximale

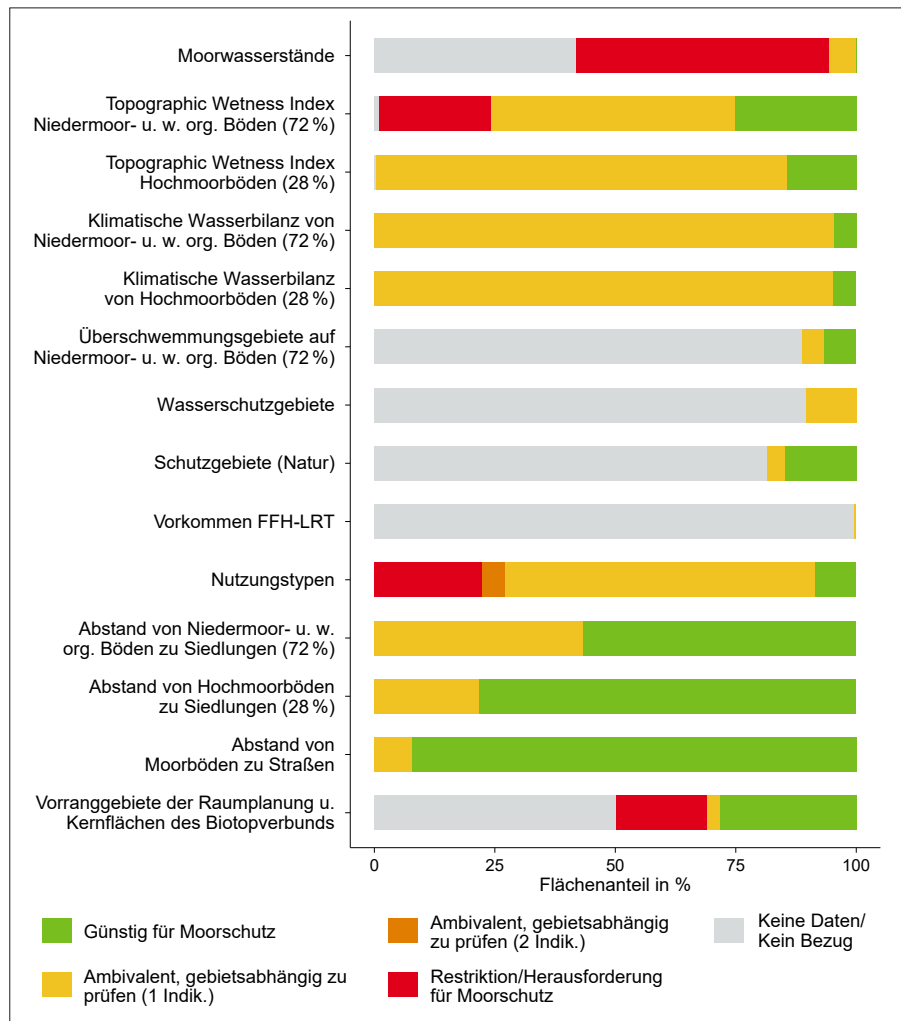


Abb. 6: Überregionale Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Moorschutzmaßnahmen in einem fiktiven Beispiel-Landkreis. Naturnahe Moowasserstände sind auf Grund der geringen Flächenanteile nicht sichtbar. Bei Indikatoren, deren Bewertung zwischen Hochmoor-, Niedermoorböden und weiteren organischen Böden aufgeteilt ist, sind die prozentualen Anteile der jeweiligen Moorbodentypkategorie an der gesamten Kulisse organischer Böden im Landkreis in Klammern angegeben, z. B. „Topographic Wetness Index Niedermoor – u. w. org. Böden (72 %)“. Indik. = Indikator, FFH-LRT = Lebensraumtyp nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, u. w. org. Böden = und weitere organische Böden.

Fig. 6: Enabling and restricting conditions (regional scale) for the implementation of peatland protection measures in a fictitious district. Near-natural water levels are extremely rare and can thus not be shown. Indicators with different assessments for different categories of organic soils show information on the percentage of the respective organic soil category within the district, e. g. Topographic Wetness Index Niedermoor- u. w. org. Böden (72 %). Indik. = indicator, FFH-LRT = habitat types listed in Annex I to the Habitats Directive, u. w. org. Böden = and other organic soils.

Effekte auf denselben Flächen sowohl sehr gut bzw. sehr hoch sein als auch gegensätzliche Ergebnisse liefern können. Auch zeigt sich, dass Maßnahmen größtenteils in Gebieten durchgeführt wurden, für die die Analyse auf hohe Umsetzungschancen hindeutet. Da die bereits umgesetzten Moorschutzmaßnahmen nicht in die Gesamtbewertung der Indikatoren einfließen, stellt dies eine Bestätigung der gewählten Methodik dar.

Der Einfluss einzelner Indikatoren auf das Gesamtergebnis hängt von den Wichtungsfaktoren ab, so dass die Ergebnisse einer gewissen Subjektivität unterliegen. Durch die Einbeziehung von Moorexpertinnen und -experten wurden sowohl die Bewertungsstufen als auch die Wichtungsfaktoren einer kritischen Prüfung unterzogen und diese Subjektivität minimiert (Abb. 1, S. 95).

3.4 Neuerungen und Einschränkungen

Aufgrund der Vielzahl einbezogener Indikatoren gehen unsere Arbeiten über bisherige Analysen hinaus und stellen eine erstmalige einheitliche Betrachtung der Rahmenbedingungen auf LK-Ebene dar, indem bisher nicht zusammen analysierte Daten systematisch ausgewertet wurden. Bspw. wurden zur Herleitung der Paludikulturkulissen (Närman et al. 2021, Tanneberger et al. 2022) Daten zur Verbreitung organischer Böden, zur Landnutzung und zum naturschutzfachlichen Flächenstatus genutzt, während weitere naturwissenschaftliche, raumplanerische und ökonomische Indikatoren nicht eingegangen sind. Eine Studie zur Identifizierung prioritärer Flächen für die Minderung von THG-Emissionen aus Moorböden in Finnland konnte zwar InVeKoS-Daten einbeziehen, hydrometeorologische und raumplanerische Indikatoren blieben aber unberücksichtigt (Kekkonen et al. 2019).

Trotz des Umfangs der einbezogenen Daten können die Analysen keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, da wichtige Indikatoren nicht oder nur teilweise zur Verfügung standen: Aufgrund von Datenschutzauflagen konnte nur in einzelnen LK mit Daten zur Eigentumsstruktur gearbeitet werden. Auch standen keine Daten zu Boden- bzw. Pachtpreisen zur Verfügung. Zusätzliche naturwissenschaftliche Indikatoren zur Ausdehnung und Nutzung der (unterirdischen) Einzugsgebiete oder zu Torfmächtigkeiten sowie einheitlich definierte „Moorkörper“ könnten die Aussagekraft der Analysen deutlich steigern. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten liegen in der Einbeziehung von Daten zu Biotoptypen und zu Verantwortungsarten der Flora und Fauna. Insbesondere Letzteres ist aufgrund artspezifischer Raumansprüche höchst komplex.

Ebenso ersetzen diese Potenzialanalysen nicht die Notwendigkeit flächenspezifischer detaillierter Untersuchungen im Vorfeld von Moorschutzmaßnahmen. Dies ergibt sich u. a. aus dem Maßstab der zugrunde liegenden Karten (Wittnebel et al. in Vorb.) und aus Modellen (Bechtold et al. 2014), die nicht für Aussagen zu bspw. einzelnen Schlägen konzipiert sind, sowie aus dem Fehlen der InVeKoS-Daten. Auch sind nicht alle Daten aktuell und bilden unterschiedliche Zeiträume ab.

Schließlich ist zu berücksichtigen, dass auch in LK mit einem geringen Anteil an Moorflächen, die aufgrund des nicht leistbaren Arbeitsumfangs hier nicht analysiert wurden, erfolgreich Moorschutz betrieben werden kann und wird – ggf. sogar einfacher als in solchen mit einem hohen Anteil an Moorflächen, da der Flächenzugriff bzw. -tausch einfacher sein kann.

Trotz der diskutierten Einschränkungen können unsere Methoden und Ergebnisse Daten- bzw. Monitoringbedarf aufzeigen. Zudem können sie Anregungen geben sowohl für konkrete Gebiete als auch für weitergehende systematische Analysen mit ggf. besseren Daten im Rahmen einer Flächenauswahl oder -priorisierung.

4 Literatur

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 438 S.

AdV/Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2019): Digitales Basislandschaftsmodell. ATKIS®-Basis-DLM von 2019.

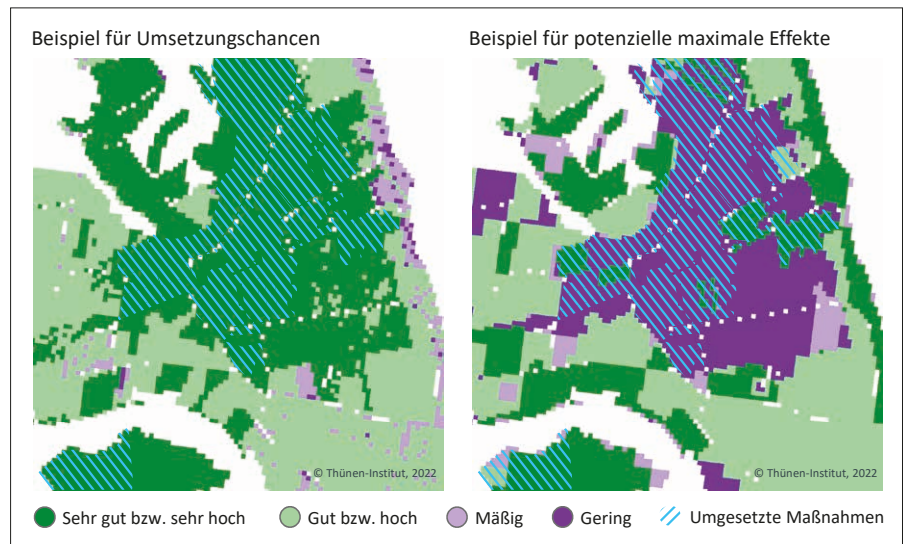


Abb. 7: Beispiele der Gesamtbewertung der Umsetzungschancen (links) und der potenziellen maximalen Effekte (rechts). Die bereits umgesetzten Maßnahmen sind zur Illustration schraffiert dargestellt.

Fig. 7: Examples of overall assessments of “prospects of implementation” (left side) and “potential maximum effects” (right side). Hatched areas indicate measures already implemented.

Barthelmes A., Abel S. et al. (2021): Evaluierung von Moor-Wiedervernässungen in Deutschland – Ergebnisse, Erfahrungen und Empfehlungen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 171: 121 – 148.

Bechtold M., Tiemeyer B. et al. (2014): Large-scale regionalization of water table depth in peatlands optimized for greenhouse gas emission upscaling. Hydrology and Earth System Sciences 18: 3.319 – 3.339. DOI: 10.5194/hess-18-3319-2014

Blankenburg J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Wiedervernässung von Torfabbaufächen. GeoFakten 14. DOI: 10.48476/geofakt_14_1_2004

BMUV/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2022): Nationale Moorschutzstrategie. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf (aufgerufen am 6.12.2022).

Drösler M., Schaller L. et al. (2012): Beitrag von Moorschutz- und Revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. Natur und Landschaft 87(2): 70 – 76.

Geofabrik (2013): Basiskarte von Openstreetmap.org. Layer „roads“, aufbereitet von Geofabrik 2013.

Geofabrik (2022): Basiskarte von Openstreetmap.org. Layer „water“, Kategorie „wetlands“. <https://download.geofabrik.de/europe/germany.html> (aufgerufen am 17.1.2022).

Kekkonen H., Ojanen H. et al. (2019): Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. Carbon Management 10: 115 – 126, DOI: 10.1080/17583004.2018.1557990

LM M-V/Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. LM M-V. Schwerin: 98 S.

Löpmeier F.-J. (1994): Berechnung der Bodenfeuchte und Verdunstung mittels agrarmeteorologischer Modelle. Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft 29: 157 – 167.

Närman F., Birr F. et al. (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skripten 616: 342 S. DOI: 10.19217/skr616

Nitsch H., Schramek J. (2021): Grundlagen für eine Moorschutzstrategie der Bundesregierung, Endbericht zum gleichnamigen F + E-Vorhaben (FKZ: 3519 800 300). Institut für Ländliche Strukturforchung (IfLS). Frankfurt am Main: 32 S.

Röder N., Ackermann A. et al. (2022): Evaluierung der GAP-Reform von 2013 aus Sicht des Umweltschutzes anhand einer Datenbankanalyse von InVeKoS-Daten der Bundesländer: Abschlussbericht. Umweltbundesamt Texte 0075/2022: 288 S.

Tanneberger F., Birr F. et al. (2022): Saving soil carbon, greenhouse gas emissions, biodiversity and the economy: paludiculture as sustainable land use option in German fen peatlands. Regional Environmental Change 22: 69. DOI: 10.1007/s10113-022-01900-8

Tiemeyer B., Bechtold M. et al. (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. DOI: 10.19217/skr462

UBA/Umweltbundesamt (2020): Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol 2019. National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2018. Climate Change 22/2020: 949 S.

Vischer-Leopold M., Ellwanger G. et al. (Hrsg.) (2015): Natura 2000 und Management in Moorgebieten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 140: 318 S.

Wittnebel M., Frank S., Tiemeyer B. (in Vorbereitung): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Thünen Working Paper.

Zeit J., Luthardt V. et al. (2009): DSS-WAMOS: Eine „Decision Support System“-gestützte Managementstrategie für Waldmoore. Endbericht an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). DBU. Berlin, Eberswalde: 23 S.

Förderung und Dank

Wir bedanken uns beim Bundesamt für Naturschutz und beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz für die Förderung des F + E-Vorhabens „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“ (FKZ 351980030A), bei Karin Ullrich (Bundesamt für Naturschutz) für die fachliche Betreuung, bei allen Institutionen für die Datenbereitstellung und bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Workshops für wertvolle Rückmeldungen.

Wiltrut Koppensteiner
Korrespondierende Autorin
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Bundesallee 65a
38116 Braunschweig
E-Mail: wiltrut.k@gmx.at
wiltrut.koppensteiner@thuenen.de



Nach dem Studium der Landschaftsplanung und Wildtierökologie an der Universität für Bodenkultur in Wien war die Autorin in Naturschutz, Umweltbildung und Umweltplanung in Deutschland und Österreich mit Schwerpunkt auf tierökologischen Erfassungen und artenschutzrechtlichen Fragestellungen tätig. Seit April 2020 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz in Braunschweig und bearbeitete das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie – Teil 2“.

Dr.-Ing. Bärbel Tiemeyer
Korrespondierende Autorin
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Bundesallee 65a
38116 Braunschweig
E-Mail: baerbel.tiemeyer@thuenen.de



Die Autorin ist Leiterin der Arbeitsgruppe Moorforschung am Thünen-Institut für Agrarklimaschutz und hat vorher an den Universitäten Rostock und Newcastle upon Tyne (Großbritannien) studiert sowie an der Universität Rostock im Fachgebiet Bodenkunde promoviert. Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe umfassen Treibhausgasemissionen aus Mooren und deren abiotische und biotische Steuerfaktoren auf verschiedenen Skalenebenen. Ergebnisse fließen in die deutsche Emissionsberichterstattung für die Sektoren Landwirtschaft sowie Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (land use, land use change and forestry, LULUCF) ein.

Dr. Johannes Wegmann
Thünen-Institut für
Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen
Bundesallee 64
38116 Braunschweig
E-Mail: johannes.wegmann@thuenen.de

Maike Ischebeck
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Bundesallee 65a
38116 Braunschweig
E-Mail: maike.ischebeck@posteo.de

Andreas Laggner
Thünen-Institut für Agrarklimaschutz
Bundesallee 68
38116 Braunschweig
E-Mail: andreas.laggner@thuenen.de

Anzeige

Rieger-Hofmann® GmbH

Samen und Pflanzen gebietseigener Wildblumen
und Wildgräser aus gesicherten Herkünften

Zertifiziertes Wildpflanzenaatgut

VWW-Regiosaaten®

Verband deutscher Wildsamens-
und Wildpflanzenproduzenten e.V.

Eintrags-Nr. 07 099 Kontrollstelle 135/01

Wildsaatgut ansäen - Artenvielfalt ernten

T. 07952 / 9218 89-0 Anbau - Beratung - Verkauf info@rieger-hofmann.de

Online-Zusatzmaterial zu: Ermittlung von Potenzialgebieten für Moorschutzmaßnahmen in Deutschland

Supplement to: Identifying target areas for peatland protection in Germany

Wiltrut Koppensteiner, Johannes Wegmann, Maike Ischebeck, Andreas Laggner und
Bärbel Tiemeyer

Natur und Landschaft – 98. Jahrgang (2023) – Ausgabe 3: 94 – 103
DOI: 10.19217/NuL2023-03-01

Inhalt

1 Details zur Berechnung der Standarddeckungsbeiträge als Näherung der Wertschöpfung und Opportunitätskosten	1
2 Charakterisierung der Landnutzung in einem fiktiven Beispiel-Landkreis als Teil des Steckbriefs	3
3 Überblick über die Indikatoren der überregionalen und regional-lokalen Rahmenbedingungen in Anlehnung an Tiemeyer et al. (2017)	4
4 Quellenverzeichnis aller verwendeter Geodaten und zusätzlicher Literatur zur Ermittlung der überregionalen und regional-lokalen Indikatoren	10

1 Details zur Berechnung der Standarddeckungsbeiträge als Näherung der Wertschöpfung und Opportunitätskosten

Der Standarddeckungsbeitrag (SDB) wird hier pro ha angegeben. Er ergibt sich aus den mittleren Erlösen abzüglich der mittleren variablen Kosten der Betriebe in einer Region und bildet somit den Betrag ab, der zur Deckung der Fixkosten und als Betriebsgewinn zur Verfügung steht (Dabbert, Braun 2021). Öffentliche Transferzahlungen wie Prämien der ersten und zweiten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik wurden hier nicht berücksichtigt.

Das Verfahren zur Berechnung der SDB wird in Röder et al. (2022: 185) im Detail beschrieben und hier zusammengefasst. Daten zur landwirtschaftlichen Landnutzung inkl. Tierhaltung auf Gemeindeebene beruhen auf dem Thünen-Agraratlas (Neuenfeldt et al. 2020), Naturalerträge auf Kreisebene auf Daten von Destatis (diverse Jahre), variable Bewirtschaftungskosten und monetäre Erträge auf regionaler Ebene auf Angaben des Kuratoriums für Technik und Bau in der Landwirtschaft (KTBL 2020).

A) Ertrags- und Kostenschätzung: Regionale Lücken in der Ertragsstatistik (z. B. auf Grund von Sperrungen aus Gründen des Datenschutzes) wurden in der Regel durch den regionalen Mittelwert substituiert.

Anschließend erfolgte eine jährliche Schätzung der Erträge (Formel 1) und der Kosten für Verfahren, für die das KTBL (2020) räumlich differenzierte Erträge ausweist.

$$E_{j,t} = a \cdot n_{i,j,t} + b \cdot (n_{i,j,t})^2 + u \quad [\text{Formel 1}]$$

E = Ertrag (in €)

n = Naturalertrag

i = Region nach KTBL (2020): Bundesländer oder NUTS-II-Regionen (NUTS = Nomenclature des Unités territoriales statistiques; europäische Klassifikation von Gebietseinheiten)

j = Produktionsverfahren (z. B. Milchviehhaltung, verschiedene Weizensorten, Körner- oder Silomais, Kartoffeln)

t = Wirtschaftsjahre 2001/2002 bis 2018/2019

a, b = Regressionskoeffizienten

u = Schätzfehler

Anschließend wurde eine Korrektur für die Kosten und Erlöse durchgeführt, die sicherstellt, dass der Mittelwert der mit dem Ergebnis der Schätzfunktion (Formel 1) gewichteten Kreiserträge für jede Berichtsregion den Angaben des KTBL entspricht. Konnten keine Kosten- bzw. Ertragsfunktionen hinreichender Güte für Verfahren geschätzt werden bzw. lagen keine regionalisierten Erträge vor, wurden regionalisierte Durchschnittskosten bzw. -erträge auf Basis von KTBL (2020) herangezogen. Für die Auswertung im Rahmen dieses Projekts wurden nur die Wirtschaftsjahre 2014/2015 bis 2018/2019 berücksichtigt. Die längere Zeitreihe (2001/2002 bis 2018/2019) diente zur Sicherung der Güte des Schätzverfahrens.

B) Korrektur des Verkaufspreises für Maissilage: Um den Maisanbau für die Verwertung als Gärsubstrat für Biogasanlagen zu berücksichtigen, wurde in Anlehnung an AMI (2019) und KTBL (2020) ein höherer Verkaufspreis angesetzt, wenn die Maissilage als Gärsubstrat verkauft und nicht für die Verwertung in der Rinderhaltung eingesetzt wurde. Eine Verwertung als Gärsubstrat hängt dabei vom lokalen Viehbesatz ab. Je weniger Wiederkäuer pro Futterfläche vorhanden sind, desto höher ist der Anteil des Silomais, der mit dem höheren Verkaufspreis bewertet wurde. Dieser Ansatz dürfte die wirtschaftliche Bedeutung der Biogaserzeugung allerdings tendenziell unterschätzen.

C) Berechnung der SDB auf Gemeindeebene: Kosten und Erträge der Verfahren wurden zum Deckungsbeitrag jedes der Verfahren zusammengeführt und anschließend mit den Nutzungsdaten aus den Gemeinden (Neuenfeldt et al. 2020) multipliziert. Dieser Betrag wurde summiert und auf die als Acker oder Grünland bewirtschaftete Fläche der Gemeinden umgelegt. In diesem Schritt wurden ebenfalls die Deckungsbeiträge aus der Tierhaltung in Abhängigkeit vom lokalen Viehbesatz (Großvieheinheiten pro ha) auf die Fläche umgelegt. Die so erhaltenen SDB geben einen Wert in € pro ha auf Gemeindeebene je Flächennutzung (Ackerland oder Grünland) an. Die Einordnung der SDB erfolgte separat für die Regionen Nordwest-, Nordost- und Süddeutschland.

2 Charakterisierung der Landnutzung in einem fiktiven Beispiel-Landkreis als Teil des Steckbriefs

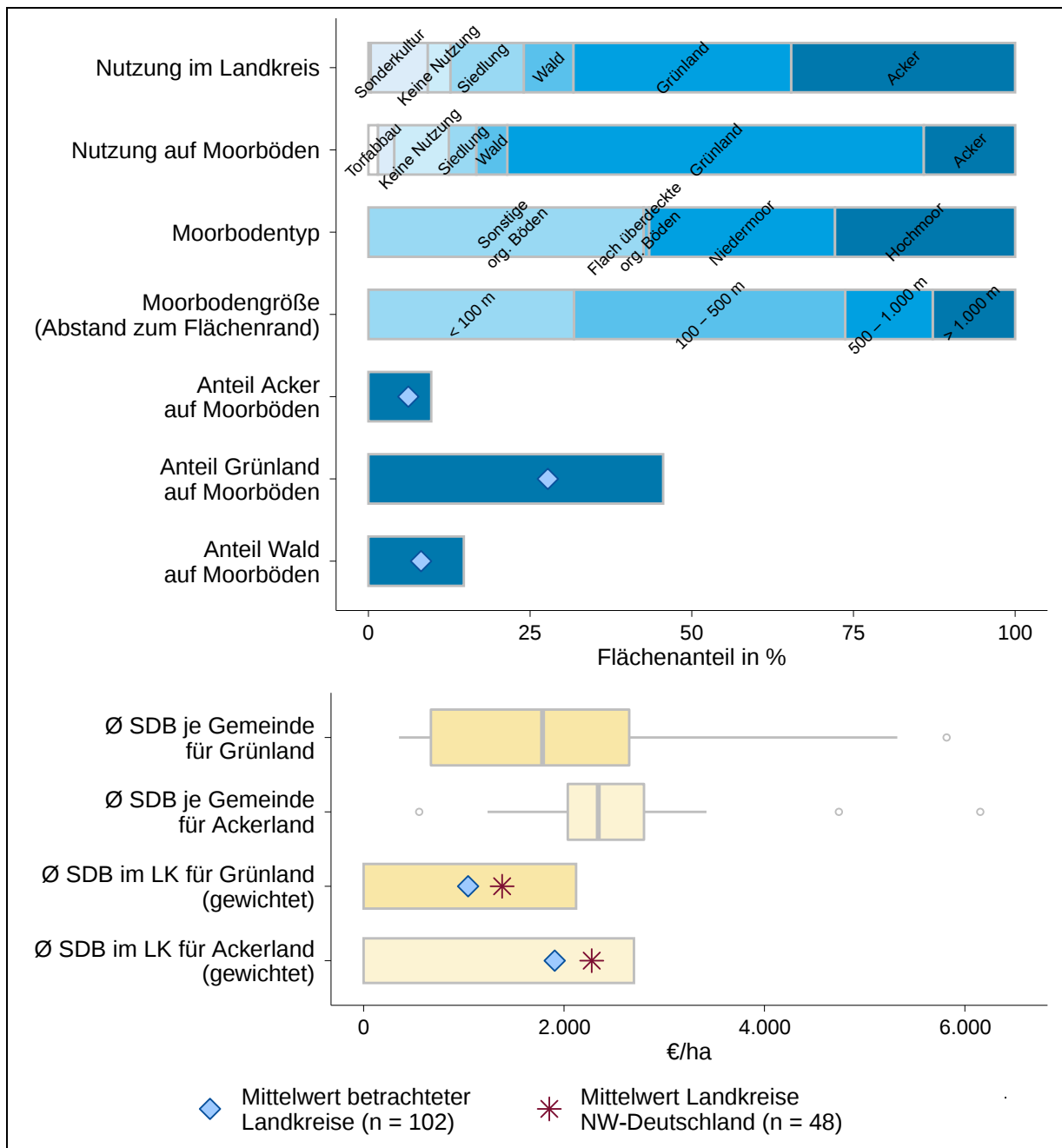


Abb. A: Charakterisierung der Landnutzung in einem fiktiven Beispiel-Landkreis als Teil des Steckbriefs: aktuelle Nutzung (Torfabbauflächen im LK sowie Sonderkulturen auf Moorböden sind auf Grund der geringen Flächenanteile nicht sichtbar bzw. nicht beschriftet), Moorbodentyp und -größe (Blautöne) sowie SDB als Indikatoren für die Wertschöpfung (Gelbtöne). Ø SDB = gemittelte SDB für alle LK bzw. für alle LK in NW-Deutschland; SDB je LK sind mit dem Anteil an Moorböden in den jeweiligen Gemeinden gewichtet. LK = Landkreis; NW-Deutschland = Nordwestdeutschland; SDB = Standarddeckungsbeitrag.

Fig. A: Land-use characteristics of an exemplary district as part of its profile: Current land-use (due to their low spatial share, specialized crops and peat extraction sites are not visible for the districts or for their peatlands), peat types and peatland sizes (blue shades) and indicators of agricultural value added (yellow shades). Ø SDB = mean SDB for all districts and for all districts in North-Western Germany; SDB of each district are weighted for the share of peatlands in their municipalities. Ø SDB = mean standard gross margin for all districts and for all districts in North-Western Germany; SDB of each district are weighted for the share of peatlands in their respective municipalities. LK = districts; NW-Deutschland = North-Western Germany; SDB = standard gross margins.

3 Überblick über die Indikatoren der überregionalen und regional-lokalen Rahmenbedingungen in Anlehnung an Tiemeyer et al. (2017)

Tab. A: Überblick über die Indikatoren der überregionalen und regional-lokalen Rahmenbedingungen in Anlehnung an Tiemeyer et al. (2017). Die Spalten „Indikatoren“ sowie „Erläuterung“ geben eine Kurzinformation zu den Indikatoren und den einbezogenen Geodaten (vollständiges Quellenverzeichnis in **Abschnitt 4**). Die Bewertungsstufen und -grenzen entsprechen dem Ampelschema (pro Indikator von oben nach unten): „günstig für Moorschutzmaßnahmen“ = grün, „ambivalent, gebietsabhängig zu prüfen“ = gelb und „restriktiv/Herausforderung für Moorschutz“ = rot (mit weißer Schrift), „keine Daten/kein Bezug“ = grau.

Table A: Overview of the indicators for regional and local restricting and enabling conditions based on Tiemeyer et al. (2017). The columns “Indikatoren” and “Erläuterung” provide a short explanation on the indicator and the analysed geodata (complete references in **Section 4**). The assessment grades and thresholds correspond to the traffic light scheme (per indicator from top to bottom): “enabling conditions for peatland protection” = green, “ambivalent, depends on the area” = yellow, “restrictive/challenges” = red (with white letters), “no data/irrelevant” = grey.

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“		Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
Hydrologie und Topographie	Klimatische Wasserbilanz Sommer (KWB _{Sommer})	30-jähriges Mittel der KWB des hydrologischen Sommerhalbjahrs (1981 – 2010)	2: > 50 mm (positiv)		4 (Hochmoorböden)	0	X	X
			1: – 50 mm bis 50 mm (neutral)					
			0: < – 50 mm (negativ)		2 (alle anderen)			
	Grundwasserflurabstände (Moorwasserstände)	Karte der Grundwasserflurabstände in organischen Böden Deutschlands (statistisches Modell). Die Trennung zwischen „flach entwässerten“ und „tief entwässerten“ organischen Böden orientiert sich an IPCC (2014)	UC:	PME:	3	3	X	X
			2: naturnah	0: naturnah				
			1: flach entwässert/Überstau	1: flach entwässert/Überstau				
			0: tief entwässert (< – 0,30 m)	2: tief entwässert (< – 0,30 m)				
			0,5: kein Parameter	0,5: kein Parameter				
	Topographic Wetness Index (TWI; nach Beven, Kirkby 1979)	Der TWI eines jeden Rasterpunkts wird aus dem DGM25 berechnet und ergibt sich aus dem oberirdischen Einzugsgebiet dieses Punkts sowie der Hangneigung. Rasterzellen mit einem großen Einzugsgebiet und einer geringen Hangneigung sind tendenziell nasser als solche mit einer hohen Hangneigung bzw. einem kleinen Einzugsgebiet	2: > 75 %-Perzentil der Werte im LK		2 – 3 (je nach Gegebenheiten im LK)	0		X
			1: 25 – 75 %-Perzentil der Werte im LK (Niedermoorböden) bzw. ab < 75 %-Perzentil der Werte im LK (Hochmoorböden)					
			0: < 25 %-Perzentil der Werte im LK (Niedermoorböden)					
			0,5: kein Parameter (z. B. stehende Gewässer)					

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“		Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
	„Nasser Boden“	Flächen mit dem Zusatzkriterium „nasser Boden“	Qualitative Bewertung		–	–	X	X
	Küstennahe Moorböden	Berechnet aus dem DGM25 und den BfN-Großlandschaften unter Berücksichtigung der Kriterien der Küstenschutzpläne von SH (MELUR-SH 2013) und MV (Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern)	2: kritisch (Nordsee ≤5 m NN, Ostsee ≤3 m NN) 1: nicht vergeben 0: sicher (Nordsee > +5 m NN, Ostsee > +3 m NN) 0,5: kein Küstenbezug		4	0	X	X
Rechtlicher Status	Schutzgebiete (Naturschutzrecht)	Bei Überlappungen der Schutzgebietsflächen wurde die höchste Schutzkategorie in folgender Reihenfolge gewählt: NSG (2018), FFH (2019), VSG (2019), NLP (2020), LSG (2018), BR (2020), NP (2020)	2: NSG, FFH-Gebiete (FFH) 1: VSG, NLP, LSG, BR, NP 0,5: kein Schutzgebietsstatus		5	2	X	X
	FFH-LRT	Moortypische FFH-LRT nach Vischer-Leopold et al. (2015) und BMUV (2022): 3160, 4010, 7110 – 7240, 91D0. Intermediäre FFH-LRT in Abstimmung mit BfN: 1130, 2190, 3110, 3130 – 3150, 3180, 3190, 3220, 3230, 3260, 3270, 6230, 6410, 6430, 6440, 9160, 9180, 91E0, 91F0. Alle weiteren FFH-LRT: mooruntypisch.	UC: 2: moortypisch 1: intermediär 0: mooruntypisch 2: kein FFH-LRT, also keine Konflikte	PME: 0: moortypisch 1: intermediär 0: mooruntypisch 2: kein FFH-LRT, also trocken	4	3	X	X
	Wasserschutzgebiete	Ausgewiesene und geplante Wasserschutzgebiete (Trinkwasser- und Heilwasserschutzgebiete)	Qualitative Bewertung		–	–	X	X
	Überschwemmungsgebiete	Festgesetzte, fachlich abgegrenzte und sich in Bearbeitung befindende Überschwemmungsgebiete	2: festgesetzt 1: vorläufig gesichert 0,5: kein Überschwemmungsgebiet		2 (Hochmoorböden) 3 (alle anderen)	0	X	X
	Vorranggebiete der Raumplanung und Kernflächen der Biotopverbundplanung	Flächige Vorranggebiete und weitere raumbedeutende Flächen der Regional- und Landesraumordnungspläne	2: günstige Vorranggebiete und Kernflächen des Biotopverbunds: Vorranggebiete zu Biotopverbund, Freiraumfunktion, Grundwasserschutz, Natur und Landschaft, Naturschutz und Landschaftspflege, Verbesserung der Landschaftsstruktur, Grünzüge und Grünzäsuren, Kernflächen Biotopverbund (SH), Kernflächen des Biotopverbunds feuchter Standorte (BW), naturschutzfachlich bedeutende Gewässer (NI)		4	0	X	X

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“	Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
			1: ambivalente Vorranggebiete: Altlastensanierung, Erholung, Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung (auf Niedermooren), kulturelles Sachgut, Landwirtschaft, ruhige Erholung, Siedlungsbeschränkung, Sperrgebiet/Militär, Torferhaltung, Kernflächen des Biotopverbunds (NI), Kernflächen des Biotopverbunds mittlerer Standorte (BW) 0: restriktive Vorranggebiete: Abfallverwertung oder Abwasseraufbereitung, Forstwirtschaft, Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung (auf Hochmoor), Industrie und Gewerbe, intensive Erholung, regional bedeutsame Sportstätten, Rohstoffgewinnung/-sicherung, Siedlungsentwicklung, Trinkwassergewinnung/Wasserversorgung, Kernflächen des Biotopverbunds trockener Standorte (BW) 1: kein Vorranggebiet oder Biotopverbund 0,5: keine Daten				
	Naturschutzfachlich bedeutende Flächen	Datengrundlage und -struktur sind bundeslandabhängig. Bspw. Zielkonzept und weitere relevante Gebiete des LRP sowie Gebiete mit besonderer Bedeutung für den Artenschutz, die nicht durch weitere Indikatoren berücksichtigt wurden	2: z. B. relevante Kategorien des Zielkonzepts sowie moortypische Biotoptypen und Standorteigenschaften des LRP, Gebiete, die nach LRP Voraussetzungen für die Ausweisung als NSG erfüllen, Verbundachsen des landesweiten Biotopverbunds (SH) 1: relevante Kategorien des Zielkonzepts sowie ambivalente Biotoptypen und Standorteigenschaften des LRP, Gebiete für den Wiesenvogelschutz, Gebiete, die Voraussetzungen für die Ausweisung als LSG erfüllen, Sondergebiete des Bundes mit besonderer Berücksichtigung der Naturschutzbelange nach LRP 0: relevante Kategorien des Zielkonzepts sowie mooruntypische Biotoptypen und Standorteigenschaften des LRP, historische Kulturlandschaften (Knicklandschaften, Beet- und Gruppenlandschaften) nach LRP 0,5: keine weiteren naturschutzfachlich bedeutenden Flächen	1	0		X

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“		Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
	Ausgleichsmaßnahmen und Ökokontoflächen	Die von den LK bereitgestellten Daten wurden nach Nutzung und FFH-LRT aggregiert, sie entsprechen nicht den Nomenklaturen der Ausgleichsmaßnahmen in den Datenbanken der LK. Die Bewertung der Ausgleichsmaßnahmen erfolgte unter Berücksichtigung der nachgewiesenen FFH-LRT	2: Ausgleichsmaßnahmen und Ökokontoflächen, die günstig für Moorschutzmaßnahmen sind		4	0		X
			1: Ausgleichsmaßnahmen und Ökokontoflächen, die ggf. Moorschutzmaßnahmen ermöglichen, müssen gebietsabhängig geprüft werden					
			0: Ausgleichsmaßnahmen, die Moorschutzmaßnahmen zuwiderlaufen					
			0,5: keine Ausgleichsmaßnahmen					
	Abbaugenehmigungen für Torf und Flächenzustand (ehemaliger) Torfabbauflächen, Indikator nicht in allen LK relevant	Die von den LK bereitgestellten Daten wurden mit dem ATKIS Basis-DLM (2019) kombiniert bewertet. Als restauriert wurden Flächen bewertet, die nach Daten der LK „renaturiert“ sind. Bei „Wiederherstellung Naturschutz und Landwirtschaft“ wird vom Worst Case, d. h. Nachnutzung Landwirtschaft, ausgegangen	2: Torfabbau mit Wiederherstellung Naturschutz, Abbau begonnen		4	0		(X)
			1: Torfabbau mit Wiederherstellung Naturschutz oder Naturschutz und Landwirtschaft, Abbau noch nicht begonnen					
			0: Abbau begonnen ohne Informationen zur Wiederherstellung, keine Informationen					
			0,5: Torfabbau laut Basis-DLM (2019), keine LK-Daten verfügbar					
	Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Vertragsnaturschutzflächen	Kann bei Vorliegen der Maßnahmeninhalte detaillierter bewertet werden	1: Vertragsnaturschutzflächen		2	0		X
			0,5: keine Vertragsnaturschutzflächen					
Nutzung	Nutzungstypen	Aggregierte Nutzungstypen auf Grundlage des ATKIS Basis-DLM 2019	UC:	PME:	4	4	X	X
			2: keine Nutzung	0: keine Nutzung				
			1: Grünland	1: Grünland				
			1: Wald	1: Wald				
			0: Acker, Torfabbau, Siedlung, Sonderkulturen	2: Acker, Torfabbau, Siedlung, Sonderkulturen				
	Paludikulturpotenzial	Flächenkulissen für eine nasse Bewirtschaftung von Niedermoorböden in BB, BW, SH sowie der Fachstrategie Paludikultur MV	Qualitative Bewertung		–	–	X	X
	Distanz zu Siedlungen	Abstand von Siedlungen zu Rasterpunkten der Moorkulisse. Bewertungsgrenzen wurden anhand der Workshop-Ergebnisse festgelegt	2: > 125 m (Hochmoorböden), > 150 m (alle anderen)		3	0	X	X
			1: < 125 m (Hochmoorböden), < 150 m (alle anderen)					

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“	Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
	Distanz zu Straßen	Abstand von Straßen zu Rasterpunkten der Moorkulisse unterteilt nach den Straßenkategorien in OSM. Bewertungsgrenzen wurden anhand der realen Abstände aus Barthelmes et al. (2021) und anhand der Workshop-Ergebnisse festgelegt	2: > 25 m 1: < 25 m	1 (Autobahn, Bundesstraße) 2 (Landstraße, Kreisstraße, Hauptstraße, Nebenstraße) 1 (Wirtschaftswege)	0	X	X
Wertschöpfungspotenzial	Anteil der Nutzungstypen auf Moorböden an Gesamtfläche des jeweiligen Nutzungstyps in LK	Anteil der aggregierten Nutzungstypen Acker, Grünland und Wald auf Moorfläche an der Gesamtfläche des Nutzungstyps im LK	2: < 25 %-Perzentil der Werte aller 102 LK 1: 25 – 75 %-Perzentil der Werte aller 102 LK 0: > 75 %-Perzentil der Werte aller 102 LK 2: andere Nutzung	5 (Ackerflächen) 5 (Grünland) 2 (Wald)	0	X	X
	Gemittelte Standarddeckungsbeiträge (SDB)	Aus Gemeindedaten gemittelte und mit Flächenanteilen der Moorböden in den Gemeinden gewichtete SDB für Grünland und Ackerland je LK. Bezug: Regionen NW-D, NO-D, S-D. Details zur Berechnung siehe Abschnitt 1.	2: < 25 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO-D, S-D) 1: 25 – 75 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO-D, S-D) 0: > 75 %-Perzentil aller regionalen Werte (NW-D, NO-D, S-D) 0,5: keine Daten	5	0	X	X
	Flurstückgrößen	Näherungswert für die Anzahl der Eigentümer. Auch Straßen sind berücksichtigt. Bezug: alle Flurstücke mit Moorböden im LK.	2: > 75 %-Perzentil aller Werte im LK 1: 25 – 75 %-Perzentil aller Werte im LK 0: < 25 %-Perzentil aller Werte im LK 0,5: keine Daten vorhanden	2	0		X
	Eigentümerstruktur	(Aggregierte) Eigentümerstruktur des LK. Einschätzung von Stiftungen, NGO und kirchlichem Eigentum kann differieren. Daten hierzu konnten nur vereinzelt bereitgestellt werden.	2: öffentliches Eigentum, Stiftungen, NGO 1: kirchliches Eigentum 0: privates Eigentum 0,5: keine Daten vorhanden	5	0		X
Eigentümerstruktur	Zusammenhängende öffentliche Flächen	Aus dem Abstand eines Rasterpunkts der Moorkulisse zum Rand des öffentlichen Eigentums wird ein Index für die zusammenhängende öffentliche Fläche berechnet. Straßen im öffentlichen Eigentum wurden von der Indexberechnung im Vorhinein exkludiert, da sie den Zusammenhang öffentlicher Flächen verzerren. Daten hierzu konnten nur vereinzelt bereitgestellt werden.	2: > 75 %-Perzentil der Werte im LK oder bei geringerem Wert und gleichzeitiger Umgebung der Fläche mit Flächen in öffentlichem Eigentum auf Mineralboden (> 75 %-Quantil der Werte für Mineralböden im LK) 1: 25 – 75 %-Perzentil der Werte im LK oder bei geringerem Wert und gleichzeitiger Umgebung der Fläche mit Flächen in öffentlichem Eigentum auf Mineralboden (25 – 75 %-Perzentil) 0: < 25 %-Perzentil der Werte im LK, keine Aufwertung möglich 0: keine öffentliche Fläche	3	0		X

Bereich	Indikatoren	Erläuterung	Bewertungsstufen und -grenzen nach „Ampelschema“	Wichtung UC	Wichtung PME	DE ¹⁾	LK ²⁾
	Bereits durchgeführte oder geplante Moorschutzmaßnahmen	Aggregierte Informationen zu durchgeführten bzw. geplanten Moorschutzmaßnahmen. Umgesetzte Moorschutzmaßnahmen wurden anhand moortypischer FFH-LRT (s. o.) bzw. Biototypen bewertet. Bewertung nach Tiemeyer et al. (2017) wird abweichend von den anderen Indikatoren in einer separaten Kategorie („dunkelgrün“) dargestellt	1: weitere Moorschutzmaßnahmen (z. B. Pflegemaßnahmen, Offenhaltung), „trockene“ Flächen oder Zustand nicht bewertbar (nach Barthelmes et al. 2021), intermediäre Biototypen 2: Maßnahmenflächen mit noch mooruntypischen Biototypen 0,5: Gebühren, Konzepte, Zäune etc. 0,5: Maßnahmen zur Vernässung von Flächen, „nasse“ und „teilweise nasse“ Flächen (nach Barthelmes et al. 2021), moortypische Biototypen	5	2		X

1) DE: für die deutschlandweite Analyse (überregionales Screening) verwendet, deutschlandweite Daten oder zumindest von mehreren Bundesländern

2) LK: für die Detailanalyse auf Landkreisebene verwendet, Daten einzelner LK (beispielhaft; Kategorisierung bspw. von Ausgleichsmaßnahmen regional stark unterschiedlich)

ATKIS = Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, BB = Brandenburg, BR = Biosphärenreservat, BW = Baden-Württemberg, DE = Deutschland, DGM25 = digitales Geländemodell im 25-m-Raster, DLM = digitales Landschaftsmodell, FFH = Fauna-Flora-Habitat, FFH-LRT = Lebensraumtyp nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, KWB = klimatische Wasserbilanz, LK = Landkreis/e, LRP = Landschaftsrahmenplan, LSG = Landschaftsschutzgebiet, MV = Mecklenburg-Vorpommern, NGO = Nicht-regierungsorganisationen, NI = Niedersachsen, NLP = Nationalpark, NN = Normalnull, NO-D = Nordostdeutschland, NP = Naturpark, NSG = Naturschutzgebiet, NW-D = Nordwestdeutschland, OSM = OpenStreetMap, PME = potenzielle maximale Effekte, S-D = Süddeutschland, SH = Schleswig-Holstein, UC = Umsetzungschancen für Moorschutzmaßnahmen, VSG = Vogelschutzgebiet

4 Quellenverzeichnis aller verwendeter Geodaten und zusätzlicher Literatur zur Ermittlung der überregionalen und regional-lokalen Indikatoren

AdV/Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2016): ATKIS-Digitales Geländemodell DGM25. AdV. München.

AdV/Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2019): Digitales Basislandschaftsmodell. ATKIS®Basis-DLM. AdV. München.

AdV/Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2020): ATKIS-Digitales Geländemodell DGM5. AdV. München.

AMI/Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH (2019): Verkaufspreise für Maissilage: 2015 – 2019. In: Deutscher Bauernverband: Situationsbericht 2019/20. Deutscher Bauernverband. Berlin.
<https://www.bauernverband.de/situationsbericht-19/6-erzeugung-und-maerkte/63-betriebsmittel/futtermittel> (aufgerufen am 5.12.2022).

Amt für Raumordnung und Landesplanung Mecklenburgische Seenplatte (2011): Regionales Raumentwicklungsprogramm Mecklenburgische Seenplatte, Maßstab 1 : 100.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Amt für Raumordnung und Landesplanung Mecklenburgische Seenplatte – Geschäftsstelle des Regionalen Planungsverbandes.

Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig (2008): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Regionalverband Großraum Braunschweig 2008. Projektbezogene Bereitstellung durch das Amt für regionale Landesentwicklung Braunschweig, Dezernat 2.

Barthelmes A., Abel S. et al. (2021): Evaluierung von Moor-Wiedervernässungen in Deutschland – Ergebnisse, Erfahrungen und Empfehlungen. Naturschutz und Biologische Vielfalt 171: 121 – 148. Projektbezogene Bereitstellung der Wiedervernässungskulissen.

Bechtold M., Tiemeyer B. et al. (2014): Large-scale regionalization of water table depth in peatlands optimized for greenhouse gas emission upscaling. Hydrology and Earth System Sciences 18: 3.319 – 3.339. DOI: 10.5194/hess-18-3319-2014

Beven K.J., Kirkby M.J. (1979): A physically-based variable contributing area model of basin hydrology. Hydrological Sciences Bulletin 24(1): 43 – 69.

BfG/Bundesanstalt für Gewässerkunde (2020a): Überschwemmungsgebiete deutschlandweit, außer Bremen, Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein. Geoportal der BfG „Wasserblick“. Koblenz.
<https://www.wasserblick.net/servlet/is/172422/#> (aufgerufen am 1.7.2020).

BfG/Bundesanstalt für Gewässerkunde (2020b): Wasserschutzgebiete deutschlandweit mit Ausnahme Baden-Württembergs, Thüringen, Rheinland-Pfalz. Geoportal der BfG „Wasserblick“. Koblenz.
<https://geoportal.bafg.de/CSWView/inspire.xhtml> (aufgerufen am 1.6.2020).

BfN/Bundesamt für Naturschutz (2015a): FFH-Lebensraumtypen des Landes Hessen von 1997 bis 2012. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Projektbezogene Bereitstellung durch das BfN. Bonn.

- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2015b): Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-RL mit Angaben des Erhaltungszustandes des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Stand 2014, Erfassungsmaßstab 1 : 10.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2015c): FFH-Lebensraumtypen des Landes Niedersachsen von 1995 bis 2014. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). Projektbezogene Bereitstellung durch das BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2018a): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Landschaftsschutzgebiete (LSG), Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2018b): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Naturschutzgebiete (NSG), Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2019a): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der FFH-Gebiete, Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2019b): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Vogelschutzgebiete (VSG), Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2020a): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Biosphärenreservate (BIO), Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2020b): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Nationalparke (NTP), Fläche. BfN. Bonn.
- BfN/Bundesamt für Naturschutz (2020c): Bundesweite vereinheitlichte Geodaten der Naturparke (NP), Fläche. BfN. Bonn.
- BKG/Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2019): Verwaltungsgebiete Maßstab 1 : 250.000. BKG. Frankfurt am Main.
- BMUV/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2022): Nationale Moorschutzstrategie. BMUV. Berlin. <https://www.bmuv.de/download/nationale-moorschutzstrategie> (aufgerufen am 9.11.2022).
- BUKEA HH/Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (2020): Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen Hamburg. Erstellungsmaßstab 1 : 5.000. <https://data.europa.eu> das offizielle Portal für Daten zu Europa. BUKEA. Hamburg. <https://data.europa.eu/data/datasets/d7b5ccbb-1f03-4482-ab59-26f2f7972547?locale=de> (aufgerufen am 18.6.2020).
- BUKEA HH/Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (2021): Projektbezogene Datenauszüge der Stadt Hamburg zu anonymisierten Flurstücken und Eigentümerstruktur, Agrarumweltmaßnahmen, Ausgleichsmaßnahmen, Erfassungen naturschutzrelevanter Tier- und Pflanzenarten sowie Pflege- und Entwicklungsplänen (PEP), bewertete Flächen: PEP Biotopkorridor Alte Süderelbe-Moorgürtel, PEP Boberger Niederung, PEP Duvenstedter Brook, PEP Eppendorfer Moor, PEP Fischbeker Heide, PEP Hainesch-Iland, PEP Höltingbaum-Stellmoorer Tunneltal, PEP Hummelsbütteler Moore, PEP Kirchwerder Wiesen, PEP Moorgürtel, PEP Raakmoor, PEP Rodenbeker Quellental, PEP Rothsteinsmoor, PEP Schnaakenmoor, PEP Schweenssand, PEP

Stapelfelder Moor, PEP Volksdorfer Teichwiesen, PEP Wittenbergen, PEP Wittmoor und PEP Wohldorfer Wald, Stand 2021. Datenbereitstellung und Aufbereitung durch BUKEA, Management der Hamburger Naturschutzgebiete, Biotopverbund. Hamburg.

BUND DM/Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Diepholzer Moorniederung (2021): Projektbezogene Daten aus Projekten im Uchter Moor zu Brutvogelkartierungen 2015 bis 2021, umgesetzten Moorschutzmaßnahmen, zur Biotoptypenkartierung 2020, zu Wasserstandsdaten ab 2018, Stand 2021. Datensichtung, -aufbereitung und -bereitstellung durch BUND Diepholzer Moorniederung. Wagenfeld-Ströhen.

Dabbert S., Braun J. (2021): Landwirtschaftliche Betriebslehre. Grundwissen Bachelor. 4. Aufl. utb GmbH. Stuttgart: 301 S.

Destatis/Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (diverse Jahre): Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung: Fachserie 3, Reihe 3. Destatis. Wiesbaden. https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/DESerie_mods_00000037

DWD/Deutscher Wetterdienst (2020): Klimatische Wasserbilanz Rasterkarte (1 km x 1 km) gemittelt für den Zeitraum 1981 – 2010 für den hydrologischen Sommer. Projektbezogene Bereitstellung durch den DWD. Offenbach.

Geofabrik (2013): Basiskarte von Openstreetmap.org. Layer „roads“, aufbereitet von Geofabrik GmbH. Projektbezogene Bereitstellung durch Geofabrik GmbH. Karlsruhe.

Geofabrik (2022): Basiskarte von Openstreetmap.org. Layer „water“, Kategorie „wetlands“ für Bayern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein. Geofabrik GmbH. Karlsruhe. <https://download.geofabrik.de/europe/germany.html> (aufgerufen am 21.1.2022).

IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. Hiraishi T., Krug T. et al. (Hrsg.). IPCC, Task Force on National Greenhouse Gas Inventories, Technical Support Unit. Hayama, Japan. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/> (aufgerufen am 5.6.2020).

KTBL/Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (2020): Standarddeckungsbeiträge. KTBL. Darmstadt. <https://www.ktbl.de/webanwendungen/standarddeckungsbeitraege/> (aufgerufen am 27.7.2020).

Landkreis Ammerland (1996): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Ammerland 1996, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Ammerland, Amt für Bauwesen und Kreisplanung, Sachgebiet Kreisplanung.

Landkreis Aurich (2018): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Aurich 2018, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Aurich.

Landkreis Cloppenburg (2005): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Cloppenburg 2005, Maßstab 1 : 50.000. Landkreis Cloppenburg, Planungsamt Geodatenmanagement. <https://metropolplaner.de/> (aufgerufen am 29.9.2020).

- Landkreis Cuxhaven (2012): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Cuxhaven 2012, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Cuxhaven, Einrichtung 06: GIS-Service.
- Landkreis Diepholz (2014): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Diepholz 2014, Maßstab 1 : 50.000. Landkreis Diepholz, Fachdienst Kreientwicklung. <https://geoweb.diepholz.de/fachleute/fachanwendungen/> und <https://metropolplaner.de/metropolplaner/> (aufgerufen am 23.9.2020).
- Landkreis Emsland (2010): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Emsland 2010, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Emsland, Fachbereich Innerer Service.
- Landkreis Friesland (2020): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Friesland 2020, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Friesland, Fachbereich 61 – Planung, Bauordnung und Gebäudemanagement.
- Landkreis Harburg (2020): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Harburg 2025, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Harburg, Stabsstelle Kreientwicklung/Wirtschaftsförderung.
- Landkreis Lüchow-Dannenberg (2004): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Lüchow-Dannenberg 2004, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Lüchow-Dannenberg, Fachdienst 61: Kreientwicklung, Regional- und Verkehrsplanung.
- Landkreis Nienburg/Weser (2020): Landschaftsrahmenplan (LRP) Nienburg (Weser). Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Nienburg/Weser, Fachdienst Naturschutz. Nienburg.
- Landkreis Nienburg/Weser (2021): Projektbezogene Datenauszüge zu Torfabbau, Kompensationsmaßnahmen, anonymisierte, aggregierte Flurstücke, aggregierte Eigentümerstruktur, Erfassungen naturschutzrelevanter Tier- und Pflanzenarten, aktualisierte Gebietsgrenzen der Natura-2000-Gebiete sowie Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Natura-2000-Managementpläne der FFH-Gebiete 422 „Randbereich Lichtenmoor“ und 93 „Rehburger Moore“ im Landkreis Nienburg (Weser), Stand 2021. Datenbereitstellung und Aufbereitung durch den Landkreis Nienburg/Weser, Fachdienst Naturschutz und Fachdienst Regionalentwicklung. Nienburg.
- Landkreis Osnabrück (2004): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Osnabrück 2011, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Osnabrück.
- Landkreis Osterholz (2011): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Osterholz 2011, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Osterholz, Planungs- und Naturschutzamt, Sachgebiet Planung.
- Landkreis Rotenburg (Wümme) (2020): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Rotenburg (Wümme) 2020, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Rotenburg (Wümme), Stabsstelle Kreientwicklung.
- Landkreis Schleswig-Flensburg (2021): Projektbezogene Datenauszüge zu anonymisierten Flurstücken, anonymisierter, aggregierter Eigentümerstruktur, Stiftungsflächen der Schrobach Stiftung, Stiftung

Aktion Kulturland, Stiftung Natur im Norden (NANO) und Stiftung Naturschutz Schleswig-Holstein (SNSH), Ausgleichsmaßnahmen und Ökokonten, Stand 2021. Datenbereitstellung und -aufbereitung durch den Landkreis Schleswig-Flensburg, Fachdienst Umwelt, Sachgebiet Artenschutz und Umweltplanung. Schleswig.

Landkreis Stade (2013): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Stade 2013, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Stade, Planungsamt.

Landkreis Stade (2014): Landschaftsrahmenplan 2014, inkl. projektbezogener Bereitstellung der Hintergrunddaten zu Arten und Biotopen, Landschaftsbild, Biotopverbundsystem, Zielkonzept, Maßnahmen, Biotoptypen- und Realnutzungskartierung. Datenbereitstellung durch den Landkreis Stade, Naturschutzamt. Stade.

Landkreis Stade (2021): Projektbezogene Datenauszüge zu gesetzlich geschützten Biotoptypen und Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie, aktualisierte Gebietsgrenzen der Natura-2000-Gebiete sowie Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Stand 2021. Datenbereitstellung durch den Landkreis Stade, Naturschutzamt. Stade.

Landkreis Uelzen (2019): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Uelzen 2019, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Uelzen.

Landkreis Verden (2016): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Verden 2016, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Verden.

Landkreis Wesermarsch (2019): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Wesermarsch 2016, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Wesermarsch.

Landkreis Wittmund (2006): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Wittmund 2006, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch den Landkreis Wittmund.

LAU/Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2002): Selektive Biotopkartierung und Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie in Sachsen-Anhalt, 1991 bis 2002, Maßstab 1 : 10.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Halle (Saale).

LfU/Bayerisches Landesamt für Umwelt (2018): Militär-Biotopkartierungen Bayern von 1990 bis 2018. Projektbezogene Bereitstellung durch das LfU. Augsburg.

LfU/Bayerisches Landesamt für Umwelt (2019): Biotopkartierung Bayern der Bereiche Alpen, Flachland und Stadt von 1980 bis 2019, Erstellungsmaßstab 1 : 5.000. Geodatendienst des LfU. Augsburg. https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/pretty_downloaddienst.htm?dld=biotopkartierung (aufgerufen am 12.6.2020).

LfU/Bayerisches Landesamt für Umwelt (2020): Biotopkartierungen zusätzlicher FFH-Gebiete in Bayern von 2006 bis 2020. Projektbezogene Bereitstellung durch das LfU. Augsburg.

LLUR/Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2019): Landesweite Biotopkartierung, Gesamtdatensatz mit Drittkartierungen 2014 bis 2020. Maßstab

1 : 5.000. Lanis-SH, Stand 2019. LLUR. Kiel. <https://opendata.schleswig-holstein.de/dataset/biotopkartierung> (aufgerufen am 9.10.2021).

LLUR/Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2020a): Ausgewiesene Überschwemmungsgebiete Schleswig-Holsteins nach Stand der laufenden Aktualisierung 2020. Projektbezogene Bereitstellung durch das LLUR. Kiel.

LLUR/Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2020b): Biotopverbundsystem, regionale Ebene, Geometrien der Biotopverbundsplanung des LLUR-SH – regionale/kreisweite Ebene entsprechend den Darstellungen der Landschaftsrahmenplanung 2020 für die Planungsräume I – III. Maßstab 1 : 25.000/zum Teil 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das LLUR. Kiel.

LLUR/Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2020c): Landschaftsrahmenplanung 2020 für die Planungsräume I – III. Maßstab 1 : 25.000/zum Teil 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das LLUR. Kiel.

LLUR/Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2021): Projektbezogene Datenauszüge aus dem Artkataster zu gesetzlich geschützten Biotopen, Maßnahmen, Vogelmonitoring, naturschutzrelevanten Tier- und Pflanzenarten. Projektbezogene Bereitstellung durch das LLUR. Kiel.

LUBW/Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2020a): Ergebnisse der landesweiten Offenland- und Waldbiotopkartierung in Baden-Württemberg, Erstellungsmaßstab 1 : 10.000. Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW. Karlsruhe. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/> (aufgerufen am 20.6.2020).

LUBW/Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2020b): Landesweiter Biotopverbund Offenland Baden-Württemberg. Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW. Karlsruhe. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/> (aufgerufen am 20.7.2021).

LUBW/Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2020c): Überschwemmungsgebiete Baden-Württemberg. Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW. Karlsruhe. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/> (aufgerufen am 20.6.2020).

LUBW/Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2020d): Wasserschutzgebiete Baden-Württembergs. Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW. Karlsruhe. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/> (aufgerufen am 20.6.2020).

LUBW/Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2021): Landesweiter Biotopverbund Gewässerlandschaften Baden-Württemberg. Umweltinformationssystem (UIS) der LUBW. Karlsruhe. <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/> (aufgerufen am 20.7.2021).

MBLU MV/Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern (ohne Jahr): Generalplan Küsten- und Hochwasserschutz Mecklenburg-Vorpommern. MBLU MV. Schwerin. http://service.mvnet.de/php/download.php?datei_id=111970 (aufgerufen am 13.2.2021).

- MEID MV/Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern (2016): Landesentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern. MEID MV. Schwerin. <https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php> (aufgerufen am 23.11.2020).
- MELUR SH/Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2013): Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2012. MELUR SH. Kiel. https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/K/kuestenschutz_fachplaene/5_Halligen/6_Anhang/Downloads/2_1_Generalplan_2012.html (aufgerufen am 12.2.2021).
- MELVL NI/Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (2017): Landes-Raumordnungsprogramm (LROP). MELVL NI, Referat 303: Raumordnung und Landesentwicklung. Hannover. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/raumordnung_landesplanung/zukunftsfaehiges-niedersachsen-durch-raumordnung-und-landesplanung-4856.html (aufgerufen am 20.11.2020).
- MI NRW/Ministerium des Inneren des Landes Nordrhein-Westfalen (2020): Erfassungsergebnisse der FFH-Lebensraumtypen in Nordrhein-Westfalen. Landschaftsinformationssammlung (LINFOS) NRW des MI NRW. Düsseldorf. https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/naturschutz/linfos/ (aufgerufen am 1.12.2020).
- MID ST/Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt (2010): Landesentwicklungsplan Sachsen-Anhalt. Geodatendienst „Metaver“. MID ST, Abteilung 2. Magdeburg. <https://metaver.de/trefferanzeige?docuuid=16375816-48CA-40FC-ADF7-5E5D2ED79E67&plugid=/ingrid-group:ige-iplug-st&docid=16375816-48CA-40FC-ADF7-5E5D2ED79E67> (aufgerufen am 23.11.2020).
- MILIG SH/Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein (2000 – 2019): Regionalpläne der Planungsräume I bis III in Schleswig-Holstein, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das MILIG SH, Abteilung Landesplanung und ländliche Räume, Referat Grundlagen der Landesentwicklung und Rauminformation. Kiel.
- MILIG SH/Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein (2010): Landesentwicklungsplan Schleswig-Holstein, Maßstab 1 : 300.000. Geoportal „BOB“ des MILIG SH. Kiel. <https://bolapla-sh.de/verfahren/c9fbd918-e32b-11e8-a5f7-0050569710bc/public/detail#procedureDetailsDocumentlist> (aufgerufen am 29.11.2020).
- MLU MV/Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes. MLU MV. Schwerin.
- MLUK BB/Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (2020): FFH-Lebensraumtypen Brandenburg. Geoportal des MLUK BB. Potsdam. <https://mluk.brandenburg.de/mluk/de/service/geoinformationen/geodaten-fachbereiche> (aufgerufen am 17.6.2020).
- MLV ST/Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt (2020): Auszug aus dem Raumordnungskataster der Regionalen Entwicklungspläne der Landkreise Altmarkkreis

Salzwedel, Jerichower Land und der kreisfreien Stadt Magdeburg (Stand 2020), Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt, Abteilung 2: Städtebau und Bauaufsicht, Landesentwicklung. Magdeburg.

MLW BW/Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen des Landes Baden-Württemberg (2002): Landesentwicklungsprogramm Baden-Württemberg, Maßstab 1 : 200.000. MLW BW. Stuttgart. <https://www.geoportal-raumordnung-bw.de/> (aufgerufen am 13.11.2020).

MLW BW/Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen des Landes Baden-Württemberg (2020): Regionalpläne für Bodensee-Oberschwaben, Donau-Iller, Biberach, Ravensburg, Sigmaringen, Maßstab 1 : 50.000. Geoportal für Raumordnung des MLW BW. Stuttgart. <https://www.geoportal-raumordnung-bw.de/start> (aufgerufen am 29.11.2020).

MWEVW HE/Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (2009 bis 2010): Regionalpläne Hessen der Regionen Nord-, Mittel- und Südhessen (ohne Frankfurt am Main), Maßstab 1 : 50.000. MWEVW HE, Abteilung Landesentwicklung, Energie. Wiesbaden. <https://landesplanung.hessen.de/regionalplanung/regionalplaene> (aufgerufen am 23.6.2020).

Närman F., Birr F. et al. (2021): Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden. BfN-Skripten 616: 342 S. DOI: 10. 19217/skr616. Projektbezogene Bereitstellung des unabgestimmten Kulissenentwurfs vom November 2021 durch das Bundesamt für Naturschutz.

Neuenfeldt S., Gocht A., Röder N. (2020): Thünen-Agraratlas: Disaggregierte Darstellung der landwirtschaftlichen Nutzung auf Basis der Daten der Statistischen Ämter der Länder. Vorläufige Ergebnisse. Thünen-Institut. Braunschweig. <https://atlas.thuenen.de/atlanten/agraratlas> (aufgerufen am 5.12.2022).

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (1996): Für die Fauna wertvolle Bereiche. Stand 1996. Projektbezogene Bereitstellung durch den NLWKN. Hannover.

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2013, 2018): Für Brut- und Gastvögel wertvolle Bereiche. Stand der Bewertungsergebnisse für Gastvögel 2018, für Brutvögel 2010 (ergänzt 2013). Projektbezogene Bereitstellung durch den NLWKN. Hannover.

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015): Erfassung der für den Naturschutz wertvollen Bereiche in Niedersachsen 1984 – 2004, Maßstab 1 : 5.000 bis 1 : 150.000. NLWKN. Hannover. https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/service/umweltkarten/natur_amp_landschaft/weitere_fur_den_naturschutz_wertvolle_bereiche/biotopkartierung/kartierte-biotope-in-niedersachsen-8871.html (aufgerufen am 21.6.2020).

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2020a): Aktionsprogramm Niedersächsische Gewässerlandschaften – das Gemeinschaftsprogramm von Wasserwirtschaft und Naturschutz. Projektbezogene Bereitstellung der Kulisse der Niedersächsischen Gewässerlandschaften durch den NLWKN. Hannover.

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2020b): Niedersächsisches Landschaftsprogramm, überarbeiteter Entwurf Mai 2020. Niedersächsische

Landschaftsrahmenplanung. Projektbezogene Bereitstellung der Kulisse des landesweiten Biotopverbunds durch den NLWKN. Hannover.

NLWKN/Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2020c): Überschwemmungsgebiete Bremen. NLWKN. Norden. https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/hochwasser_kustenschutz/hochwasserschutz/uberschwemmungsgebiete/nutzungsbedingungen-downloadbereich-45065.html (aufgerufen am 23.6.2020).

ÖSSM/Ökologische Schutzstation Steinhuder Meer (2020): Projektbezogene Daten aus Projekten im Lichten- und Krähenmoor zum Grundwasser- und Moorwassernetz, zur Maßnahmenumsetzung, Biotopkartierung und zu faunistischen Erfassungen. Datensichtung, -aufbereitung und -bereitstellung durch die ÖSSM. Rehburg-Loccum.

Region Hannover Team Regionalplanung (2016): Regionales Raumordnungsprogramm (RROP) Region Hannover 2016, Maßstab 1 : 50.000. Projektbezogene Bereitstellung durch Region Hannover Team Regionalplanung. Hannover.

Regionaler Planungsverband Mittleres Mecklenburg/Rostock (2011): Geodaten des Regionalen Raumentwicklungsprogramms Mittleres Mecklenburg/Rostock, Maßstab 1 : 100.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Amt für Raumordnung und Landesplanung Mittleres Mecklenburg. Rostock.

Regionaler Planungsverband Vorpommern (2010): Geodaten des Regionalen Raumentwicklungsprogramms Vorpommern, Maßstab 1 : 100.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Amt für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern. Greifswald.

Regionaler Planungsverband Westmecklenburg (2011): Geodaten des Regionalen Raumentwicklungsprogramms Westmecklenburg, Maßstab 1 : 100.000. Projektbezogene Bereitstellung durch das Amt für Raumordnung und Landesplanung Mittleres Mecklenburg. Rostock.

Röder N., Ackermann A. et al. (2022): Evaluierung der GAP-Reform von 2013 aus Sicht des Umweltschutzes anhand einer Datenbankanalyse von InVeKoS-Daten der Bundesländer. Abschlussbericht. Umweltbundesamt Texte 75/2022. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: 288 S.

Sen KUMSW/Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau (2020): Biotoptypen und FFH-Lebensraumtypen Bremen, Erstellungsmaßstab 1 : 5.000. <https://data.europa.eu> das offizielle Portal für Daten zu Europa. Sen KUMSW. Bremen. <https://data.europa.eu/data/datasets/ab918c04-c01c-4cba-a7aa-e7505aa8d20e?locale=de> (aufgerufen am 1.6.2020).

StMWi BY/Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2010 bis 2021): Rauminformationssystem Bayern (RISBY), Auszug aus 18 Regionalplänen in Bayern, Maßstab 1 : 50.000. StMWi BY, Referat 101. München.

StMWi BY/Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie (2020): Rauminformationssystem Bayern (RISBY), Landesentwicklungsprogramm Bayern. StMWi BY, Referat 101. München.

Tiemeyer B., Bechtold M. et al. (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. DOI: 10.19217/skr462

Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Garmisch-Partenkirchen (2021): Projektbezogene Datenauszüge zu anonymisierter Eigentümerstruktur, anonymisierten, aggregierten Flurstücken, Vertragsnaturschutzflächen, Erfassungen naturschutzrelevanter Tier- und Pflanzenarten, Stand 2021. Datenbereitstellung durch die Untere Naturschutzbehörde des Landkreises Garmisch-Partenkirchen. Garmisch-Partenkirchen.

Vischer-Leopold M., Ellwanger G. et al. (Hrsg.) (2015): Natura 2000 und Management in Moorgebieten. Naturschutz und Biologische Vielfalt 140: 318 Seiten.