

Bodenschutz



Fachbeiträge des LfU

Heft Nr. 149

**Schutzwürdige Moorböden
in Brandenburg**

Schutzwürdige Moorböden in Brandenburg

Herausgeber:

Landesamt für Umwelt (LfU)
Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam
OT Groß Glienicke
Tel.: 033201-442-0
Fax: 033201-442-662

Bestelladresse: infoline@lfu.brandenburg.de

Download: <http://www.lfu.brandenburg.de/info/luapublikationen>

Potsdam, Februar 2016

Dieser Fachbericht basiert auf dem vom LUGV geförderten Projekt (Az. 16811/2-49) zum Thema „Erstellung einer Handlungsanleitung zum Schutz von kohlenstoffreichen Böden in Brandenburg zur Umsetzung der Grundsätze und Ziele der Gewässerbewirtschaftung“ – Abschlussbericht 11/2015

Autoren/ Auftragnehmer:

NaturschutzKonzepte Dr. Beate Gall
Ingenieurbüro für Bodenschutz, Landschaftsökologie und Naturkunde
Am Grashorn 12
14548 Schwielowsee OT Geltow

Fell & Kernbach GmbH
Belziger Straße 44
10823 Berlin

Redaktion:

LfU, Abt. Wasserwirtschaft 1
Referat Altlasten, Bodenschutz, Grundwassergüte (W15)
Tel.: 033201-442-0
E-Mail: juergen.ritschel@lfu.brandenburg.de

Diese Veröffentlichung erfolgt im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg. Sie darf nicht für Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Publikation dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte. Der Bericht einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	8
1.1	Zielstellung	8
1.2	Aktueller Zustand Moorböden	8
1.3	Bodenfunktionen nach BBodSchG	8
1.4	Auswertung des Landschaftsprogramms (LAPRO) für das Schutzgut Boden (hier Moorböden).....	9
1.4.1	Allgemeine naturschutzfachliche Leitlinien und Entwicklungsziele mit direktem und indirektem Bezug auf das Schutzgut Boden	9
1.4.2	Schutzgut Boden	9
2	Funktionen von Brandenburger Moorböden hinsichtlich des Klima-, Gewässer- und Biodiversitätsschutzes	13
2.1	Klimaschutz im Sinne des Rückhaltevermögens von Treibhausgasen (Klimaschutzfunktion).....	13
2.2	Beitrag von Moorböden zur Erreichung der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Regulationsfunktion im Wasser- und Nährstoffhaushalt)	14
2.3	Bedeutung von Moorböden für die Umsetzung der nationalen Biodiversitätsstrategie in Verbindung mit den Zielen der forst- und landwirtschaftlichen Nutzung (Lebensraumfunktion)	14
2.3.1	Hot-Spots der Artenvielfalt	14
2.3.2	Dauergrünland auf Moorstandorten	15
2.3.3	Paludikulturen	16
2.3.4	Forstwirtschaftliche Nutzung	16
3	Datengrundlagen	16
4	Bewertungsverfahren	17
4.1	Schutzwürdigkeit	17
4.2	Vorhandene Bewertungsansätze	17
4.3	Prüfung der Anwendbarkeit bei Moorböden	18
5	Übersichtsverfahren zur Abschätzung potenziell schutzwürdiger Moorböden.....	22
5.1	Lebensraumfunktion	22
5.1.1	Brandenburger Ansatz	22
5.1.2	Modifizierter Ansatz im Übersichtsverfahren	22
5.1.3	Bestimmung der Naturnähe des anstehenden Moorbodens im Übersichtsverfahren	24
5.1.3.1	Mindestanforderungen für die Verwendung eines Datensatzes	24
5.1.3.2	Vorgehensweise	24
5.1.3.3	Bewertung des Hauptparameters Naturnähe	25
5.1.3.4	Indexdotierung der Einzelparameter	25
5.1.3.5	Geländeverifikation der abgeleiteten Naturnähe von Moorböden an ausgewählten Standorten	28
5.1.3.6	Bewertungsergebnisse	32
5.1.3.7	Qualitätssicherung des Übersichtsverfahrens für den Parameter Naturnähe	32

5.2	Funktion als Archiv der Naturgeschichte.....	33
5.2.1	Brandenburger Ansatz	33
5.2.2	Modifizierter Ansatz im Übersichtsverfahren.....	33
5.2.2.1	Mindestanforderung für die Verwendung eines Datensatzes.....	34
5.2.2.2	Vorgehensweise.....	34
5.2.2.3	Bewertung der potenziellen Archivfunktion	35
5.2.2.4	Indexdotierung der Einzelparameter	35
5.2.2.5	Bewertungsergebnisse.....	36
5.3	Klimaschutzfunktion	38
5.3.1	Vorhandene Ansätze.....	38
5.3.2	Ansatz im Übersichtsverfahren	38
5.3.2.1	Mindestanforderungen für die Verwendung eines Datensatzes.....	38
5.3.2.2	Vorgehensweise.....	38
5.3.2.3	Indexdotierung und Einstufung der Bewertungsergebnisse.....	38
5.3.2.4	Bewertungsergebnisse.....	39
5.4	Funktion im Wasserhaushalt	40
5.4.1	Vorhandene Bewertungsansätze und Möglichkeiten der Implementierung im Übersichtsverfahren	40
5.5	Zusammenführende Funktionsbewertung und Ableitung von Schutzziele für Moorböden	41
5.5.1	Indexdotierung.....	41
5.5.2	Bewertungsergebnisse.....	41
5.5.3	Schutzziele.....	42
5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	42
6	Ausblick	43
7	Literatur.....	45
8	Anhang.....	48
8.1	Lebensraumfunktion.....	48
8.1.1	Brandenburger Ansatz	48
8.1.2	Ansätze aus anderen Bundesländern	48
8.1.3	Anpassung der Bewertungsformel für den Hauptparameter Naturnähe nach der Nacherhebung.....	50
8.1.3.1	Indexdotierung aktueller Wasserstufen	50
8.2	Archivfunktion	55
8.3	Klimaschutzfunktion	56
8.4	Funktion im Wasserhaushalt.....	58
8.4.1	Brandenburger Ansatz	58
8.4.2	Ansätze aus anderen Bundesländern	58
8.5	Funktion im Nährstoffhaushalt.....	58
8.6	Funktion als Filter und Puffer und für die Stoffumwandlung.....	59
8.6.1	Brandenburger Ansatz	59
8.6.2	Beispiele aus anderen Bundesländern.....	59

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Häufigkeitsverteilung für den Hauptparameter Naturnähe	32
Abb. 2:	Häufigkeitsverteilung der potenziellen Archivfunktion	37
Abb. 3:	Häufigkeitsverteilung der potenziellen C-Speicherleistung von Moorböden.	39
Abb. 4:	Häufigkeitsverteilung der klassifizierten Schutzwürdigkeit von Moorböden.	42

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Veränderung der Flächenanteile organischer Böden im Zeitraum 1935-2013 für das Land Brandenburg (FELL et al. 2015).	8
Tab. 2:	Bodenbezogene Leitlinien und Ziele mit besonderem Blick auf die Moorböden.	12
Tab. 3:	Natürliche Bodenfunktionen, Teilfunktionen und Kriterien vereinheitlicht nach Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR (2007) sowie der Eignung der in Brandenburg vorliegenden Bewertungsmethoden (LUA 2003) für die Funktionsbewertung von Moorböden.	20
Tab. 4:	Einzelparameter, deren Merkmalsausprägungen und Möglichkeiten der Erhebung/Ableitung zur Beschreibung des Hauptparameters „Naturnähe“.	23
Tab. 5:	Indexdotierung des Degradierungsgrads des Oberbodens.	26
Tab. 6:	Indexdotierung der Nutzungsintensität zum Erhebungszeitpunkt.	27
Tab. 7:	Indexdotierung der Wasserstufen zum Erhebungszeitpunkt.	27
Tab. 8:	Indexdotierung der aktuellen Nutzungsintensität.	28
Tab. 9:	Naturnähe von Moorböden, abgeleitet aus der Ausprägung des Oberbodenzustandes.	30
Tab. 10:	Einstufung der Indexdotierung für den Hauptparameter „Naturnähe“.	30
Tab. 11:	Vergleich der Indexdotierung aus dem Übersichtsverfahren und aus der Nacherhebung für den Hauptparameter Naturnähe.	31
Tab. 12:	Anzahl von Profilen aus verschiedenen Erhebungsverfahren, bei denen die potenzielle Naturnähe bewertet wurde.	32
Tab. 13:	Indexdotierung der Vollständigkeit eines Moorbodenprofils.	35
Tab. 14:	Indexdotierung der Gesamtmächtigkeit und Blick in die Vergangenheit, den ein Moorarchiv potenziell ermöglichen kann.	35
Tab. 15:	Einstufung der Indexdotierung für die potenzielle Archivfunktion.	36
Tab. 16:	Anzahl von Profilen aus verschiedenen Erhebungsverfahren, bei denen die potenzielle Archivfunktion bewertet wurde.	37
Tab. 17:	Indexdotierung und Bewertung des abgeschätzten Kohlenstoffspeichers eines Moorbodens.	39
Tab. 18:	Nutzbare Feldkapazität (nFk) und gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf) für charakteristische Substrat-Horizont-Kombinationen naturnaher und degradierter Standorte (KÜHN et al. 2015).	40
Tab. 19:	Klassifikation der potenziell schutzwürdigen Moorböden.	41

Tabellenverzeichnis Anhang

Tab. - A 1:	Brandenburger Ansatz zur Bewertung der Lebensraumfunktion (LUA 2003).	48
Tab. - A 2:	Ableitung der Wasserstufen aus den Biotoptypen und Vegetationsformen auf Moorstandorten in Anlehnung an LUA (2007) und SUCCOW & JOOSTEN (2001).	50
Tab. - A 3:	Bewertung der Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (LUA 2003) und z. T. eigene Ergänzungen (kursiv).....	55
Tab. - A 4:	Bewertung der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt (LUA 2003).....	58
Tab. - A 5:	Bewertung der Regulationsfunktion im Nährstoffhaushalt (LUA 2003):	58
Tab. - A 6:	Bewertung der Filter- und Pufferfunktion (LUA 2003).....	59

Tab.- A 7 und Profildokumentation (Geländeverification) werden als Anhang 8.7 in einer separaten Datei geliefert.

Abkürzungsverzeichnis

AV	Archiv	LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz	LUA	Landesumweltamt Brandenburg
BMU	Bundesministerium für Umwelt	LUGV	Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
BS	Bodenschätzung	MIL	Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft Brandenburg
BSE	standortkundliche Ergänzung der Bodenschätzung	MKB	Moorbodenkarte Brandenburg
BTLN	Biotop- und Landnutzungskartierung im Land Brandenburg	MLUL	Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft
CaCO ₃	Calciumcarbonat	MLUR	Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Raumordnung Brandenburg
CIR	Color-Infrarot	MSU	Meliorations-Standortsuntersuchungen
CV	Kohlenstoff-Vorrat	nFK	nutzbare Feldkapazität
E	Ersterhebung	nFKwe	nutzbare Feldkapazität im effektiven Durchwurzelungsraum
EU	Europäische Union	nHa	Aggregierungshorizont (> 30 % organische Substanz/Torf)
FFH-RL	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie	nHm	Vermulmungshorizont
FK	Feldkapazität	nHr	Reduktionshorizont
GOK	Geländeoberkante	nHt	Schrumpfungshorizont
HGMT	hydrogenetischer Moortyp	nHv	Vererdungshorizont
HUM	Moorarchiv der Humboldt-Universität zu Berlin (1954 - 1990)	nHw	Wasserwechselhorizont
IDeg	Index Degradierungsgrad	NIBIS	Niedersächsisches Bodeninformationssystem
IGes	Index Gesamt/Schutzwürdigkeit	NN	Naturnähe
INutzint	Index Nutzungsintensität	ROH	Rohstofferkundung
InVeKoS	integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem	SEA	Standorterkunderanweisung
IWAS	Index Wasserstufe	TGL	Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen
KA 4	Bodenkundliche Kartieranleitung, 4. Auflage	THG	Treibhausgase
KA 5	Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage	TRD	Trockenrohdichte
kf	gesättigte Wasserleitfähigkeit	UBA	Umweltbundesamt
LABO	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz	V	Vor-Ort-Überprüfung
LAPRO	Landschaftsprogramm	WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie des Landes Niedersachsen	ZG	Zersetzungsgrad, auch Humositätsgrad

1 Einleitung

1.1 Zielstellung

Ziel des vom Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV, Potsdam) beauftragten Projektes war es, eine Methodik zur Ausweisung schützenswerter Moorböden aus der Sicht des Bodenschutzes zu entwickeln und auf Basis vorhandener Geodaten umzusetzen. Die Schutzwürdigkeit der Moorböden sollte hierzu über die Ausprägungen der im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) definierten Bodenfunktionen bewertet, die in Brandenburg vorhandenen Ansätze zur Bodenfunktionsbewertung im Abgleich mit den vorhandenen Datenbeständen geprüft und bei Bedarf neue Bewertungsalgorithmen entwickelt werden.

Eine wichtige Grundlage dafür ist das vom ehemaligen Brandenburgischen Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) initiierte und aus Mitteln des EU-Agrarfonds ELER finanzierte Projekt „Schaffung einer Datengrundlage für die Ableitung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen auf Moorstandorten in Brandenburg“ (MIL 2014). Es liefert die auf das Jahr 2013 referenzierte Moorbodenkarte mit belastbaren Angaben zur Verbreitung und zum Zustand von Moorböden in Brandenburg.

Die Moorbodenkarte untersetzt das Brandenburger Programm zum Schutz und zur Nutzung der Moore (Moorschutzprogramm), welches in MLUL (2015) dargestellt ist. Die Broschüre „Moorschutz in Brandenburg“ (MLUL 2015) informiert umfassend aus der Perspektive des Naturschutzes sowie der Land-, Forst- und Wasserwirtschaft. Die Sichtweise des Bodenschutzes und insbesondere Aussagen zur Schutzwürdigkeit von Moorböden im Zusammenhang mit ihrer Funktionsausprägung werden bisher unzureichend dargestellt. Sie sollen in diesem Rahmen konkretisiert werden.

1.2 Aktueller Zustand Moorböden

Brandenburg gehört wie Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein zu den moorreichen Bundesländern trotz beträchtlicher Verluste von Moorflächen durch Entwässerung und landwirtschaftliche Nutzung in der Vergangenheit. Im frühen 20. Jahrhundert betrug der Flächenumfang in Brandenburg schätzungsweise 270.000 ha. Aktuellen Berechnungen zufolge liegt er heute bei ca. 163.000

ha (FELL et al. 2015).

Tab. 1 gibt einen Überblick über die Veränderung der Flächenanteile der organischen Böden im Zeitraum von 1935 bis 2013 für das Land Brandenburg. Deutlich wird, dass sich der Anteil der Moorfläche fast halbiert hat zugunsten der Flächenzunahme von Moorgleyen, Anmooren und Moorfolgeböden. Nach FELL et al. (2015) weisen 56 % der Moorstandorte noch mehr als 1 m Torfmächtigkeit auf, bei 44 % der Standorte schwankt diese zwischen 30 und 100 cm.

Tab. 1: Veränderung der Flächenanteile organischer Böden im Zeitraum 1935-2013 für das Land Brandenburg (FELL et al. 2015).

Organische Böden	1934/1965 [ha]	2013 [ha]
Anmoore	17.000	47.900
Moorgleye	29.000	49.050
Summe	46.000	96.950
Moore < 7 dm	73.000	44.950
Moore < 10 dm	43.000	26.500
Moore > 10 dm	110.000	91.700
Summe	226.000	163.150

Nach FELL et al. (2015) werden 73 % der Moorflächen landwirtschaftlich genutzt, davon 67 % als Grünland (110.000 ha) und 6,0 % als Acker (11.000 ha). 16 % der Moorstandorte sind Forst- bzw. Waldstandorte (27.000 ha). Aktuell befinden sich nur noch ca. 3.000 ha Moorfläche im naturnahen, wachsenden Zustand (LUTHARDT & ZEITZ 2014).

1.3 Bodenfunktionen nach BBodSchG

Definitionsgemäß erfüllen Moorböden im naturnahen Zustand uneingeschränkt alle ihre Bodenfunktionen. Sie reagieren aber empfindlich auf Landnutzungsänderungen und sich ändernde Klimabedingungen.

Nach dem BBodSchG gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 1, Nr. 2 und Nr. 3 Buchstabe b und c erfüllen Böden

1. natürliche Funktionen als

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen,
- Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen,
- Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für

stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers,

2. Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sowie
3. Nutzungsfunktionen als
 - (b) Fläche für Siedlung und Erholung
 - (c) Standort für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung.

Die Nutzung von Moorböden, insbesondere für die Landwirtschaft, setzt ihre Entwässerung voraus. Infolge der langjährigen Nutzung haben sich die Eigenschaften bei vielen Moorböden bis in die Gegenwart ungünstig entwickelt. Durch Oberbodendegradierung, Verdichtung und Torfmineralisierung wurden das Leistungsvermögen bzw. die Ausprägung der natürlichen Moorbodenfunktionen stark beeinträchtigt. Dies betrifft insbesondere

- die Veränderung der Standortausprägung für bestimmte Tier- und Pflanzenarten (Lebensraumfunktion);
- die eingeschränkte Regulations- und Speicherfähigkeit im Wasser- und Stoffhaushalt (Bestandteil des Naturhaushaltes insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen);
- die Unterbrechung von Akkumulationsprozessen (Filter- und Pufferfunktion, Kohlenstoffbindung);
- die Beeinträchtigung bzw. Zerstörung der Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Der Schutz der Moorböden spielt wegen zahlreicher Synergien zum Klima-, Gewässer- und Naturschutz eine zentrale Rolle in der Umweltpolitik. Dies findet Ausdruck im Brandenburger Moorschutzprogramm (MLUL 2015) und im Landesprogramm „Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes in Brandenburg“ (MUGV 2014).

1.4 Auswertung des Landschaftsprogramms (LAPRO) für das Schutzgut Boden (hier Moorböden)

Das Landschaftsprogramm Brandenburg (MLUR 2001a) beinhaltet die landesweiten Zielvorstellungen des Naturschutzes und der Landespflege. Natur und Landschaft sind im besiedelten und unbesiedelten Bereich zu schützen, pflegen und entwickeln, so dass die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes als Le-

bensgrundlage des Menschen nachhaltig gesichert ist. Bestandteile des Naturhaushaltes sind die Naturgüter Boden, Wasser, Klima, Luft, Tiere und Pflanzen.

1.4.1 Allgemeine naturschutzfachliche Leitlinien und Entwicklungsziele mit direktem und indirektem Bezug auf das Schutzgut Boden

Zwei naturschutzfachliche Leitlinien sind mit Fokus auf Moorböden hervorzuheben:

- Die Naturgüter sind sparsam zu nutzen und, soweit sie regenerationsfähig sind, nur so in Anspruch zu nehmen, dass ihre Regenerations- und Regulationsfähigkeit langfristig erhalten bleibt.
- Zur nachhaltigen Sicherung des Naturhaushaltes sind konsequent umweltschonende Landnutzungen und Technologien in Brandenburg einzuführen und entsprechend der standörtlichen Verhältnisse weiter zu entwickeln.

Ein für den Moorbodenschutz bedeutsamer Handlungsschwerpunkt ist die Entwicklung großräumiger Niedermoorgebiete und Auen. Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes in solchen Gebieten vorrangig zu verbessern,

- die aufgrund tiefgreifender Eingriffe in ihrer natürlichen Funktionsfähigkeit beeinträchtigt worden sind;
- denen eine besondere Funktion für den Stoff- und Wasserhaushalt zukommt und
- die im Besonderen die Voraussetzungen für eine notwendige Ergänzung der Kernflächen des Naturschutzes bieten.

1.4.2 Schutzgut Boden

Der Zustand und die Funktionsfähigkeit Brandenburger Niedermoorböden werden im Landschaftsprogramm wie folgt dargestellt. Auf über 90 % der Moorflächen sind die Böden leicht bis schwer degradiert und ihre Funktionen „... im Naturhaushalt als Lebensraum, [...] im Wasserhaushalt (Speicherung von großen Wassermengen im Winter, langsame Abgabe im Frühsommer) sowie als Akkumulator für Kohlenstoff und Stickstoff (Klimaschutz) beeinträchtigt bzw. zerstört.“ Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, „... die Qualität der noch intakten, nicht degradierten Niedermoorböden unbedingt zu erhalten.“

Die Ausführungen im LAPRO (MLUR 2001a) nehmen Bezug auf die in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 3 Buchstabe b und c des BBodSchG (1998) genannten natürlichen Bodenfunktionen und Nutzungsfunktion sowie die in Nr. 2 genannte Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte. Die wesentlichen Leitlinien und Zielvorgaben im LAPRO (MLUR 2001a) lauten:

Leitlinien:

- Die natürlichen Funktionen des Bodens und seine Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte sind zu erhalten oder wiederherzustellen, Beeinträchtigungen sind zu vermeiden.
- Flächeninanspruchnahme und zusätzliche Versiegelung sind zu vermeiden, ebenso stoffliche Beeinträchtigungen und Beeinträchtigungen der Bodenstruktur (Erosion, Versauerung oder Verdichtung).
- Die Vielfalt der unterschiedlichen Bodentypen ist zu erhalten; insbesondere Bereiche mit seltenen und geowissenschaftlich bedeutsamen Böden.
- Für den Naturhaushalt negative Veränderungen des Bodenwasserhaushalts sind zu vermeiden.
- Schutz der Bodenfunktionen durch eine nachhaltige Bodennutzung (Erhalt bzw. Regeneration der nachhaltigen Nutzungsfähigkeit des Bodens).

Landesweite Ziele:

- Schutz bzw. die Regeneration der Moorböden als wertvolle Naturkörper, Wasser- und Stoffspeicher in der Landschaft Brandenburgs;
- Auf land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden des Landes sind durch bodenschonende Bewirtschaftungsweisen Beeinträchtigungen der biotischen Ertragsfähigkeit, der Regelungs- und Lebensraumfunktion nachhaltig zu vermeiden.
- In Bereichen mit spezifischen Bodenbelastungen und Bodendegradierung beispielsweise durch Übernutzungen sowie flächenhafter Bodenzerstörung sind alle Anstrengungen auf den Abbau der Beeinträchtigungen und die Regeneration der Bodenfunktionen zu konzentrieren. Schwerpunkte der Bodendegradierung durch Übernutzung sind die entwässerten Niedermoorbereiche.

Kartendarstellungen:

Die Karte 3.1/2 „Bereiche mit seltenen und geowissenschaftlich bedeutsamen Böden und Böden mit besonderer natur- und kulturhistorischer Bedeutung“ (MLUR 2001b) enthält folgende Hinweise auf:

- großflächig zusammenhängende Kalkmoore: Uckerniederung, Randow-Welse-Bruch, Rhinluch, Havelländisches Luch sowie kleinflächige Vorkommen im westlichen Brandenburg und mittlerem Nordbrandenburg;
- großflächige Vorkommen von Raseneisenstein im Baruther Urstromtal und kleinere Vorkommen bei Zehdenick und Neustadt.

In der Karte 3.2 „Schutzgutbezogene Ziele Boden“ (MLUR 2001b) werden unter der Flächenkategorie „Nachhaltige Sicherung seltener und charakteristischer Bodenbildungen Brandenburgs“ der Schutz wenig beeinträchtigter und die Regeneration degradierter Moorböden zusammengefasst. Eine räumliche Unterscheidung naturnaher und degradierter Moorböden ist nicht möglich. Die Tab. 2 fasst die bodenbezogenen Leitlinien und Ziele des Landschaftsprogramms Brandenburg zusammen.

Tab. 2: Bodenbezogene Leitlinien und Ziele mit besonderem Blick auf die Moorböden.

Leitlinien	Ziele	Bezug zu Bodenfunktionen	Berücksichtigung bei der Ableitung schützenswerter Moorböden
Erhalt und Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen (allgemein)	<ul style="list-style-type: none"> – Schutz bzw. Regeneration der Moorböden – Abbau von Bodendegradierungen 	<ul style="list-style-type: none"> – Regulationsfunktion im Wasser- und Stoffhaushalt 	<ul style="list-style-type: none"> – allgemein – keine Differenzierung von Standorten möglich
Erhalt von Bereichen mit seltenen und geowissenschaftlich bedeutsamen Böden (konkret)	<ul style="list-style-type: none"> – Kalkmoore – Böden mit Raseneisenstein 	<ul style="list-style-type: none"> – Funktion als Archiv der Naturgeschichte 	<ul style="list-style-type: none"> – Überprüfung der Flächenkulisse Kalkmoore und Raseneisenstein
Schutz der Funktionen durch eine nachhaltige Bodennutzung (allgemein)	<ul style="list-style-type: none"> – Vermeidung von Funktionsbeeinträchtigungen durch bodenschonende Bewirtschaftungsweisen 	<ul style="list-style-type: none"> – Lebensraumfunktion – Regulationsfunktion im Wasserhaushalt – Nutzungsfunktion 	<ul style="list-style-type: none"> – Übernahme der Forderungen nach bodenschonenden Bewirtschaftungsweisen – Stärkung der Forderung nach konsequent umweltschonenden Landnutzungen und Technologien (z. B. im Hinblick auf Paludikulturen)

2 Funktionen von Brandenburger Moorböden hinsichtlich des Klima-, Gewässer- und Biodiversitätsschutzes

Im Folgenden wird der Beitrag Brandenburger Moorböden zum Klima- und Gewässerschutz und ihre Bedeutung bei der Umsetzung der nationalen Biodiversitätsstrategie kurz erläutert. Dafür wurden vorhandene Richtlinien (z. B. EU-Wasserrahmenrichtlinie, LUGV 2011) und Strategiepapiere (Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, BMU 2007, LABO 2010, MLUL 2014, UBA 2015), Forschungs- und Maßnahmenberichte (z. B. DÖSLER et al. 2013), aktuelle Fachliteratur und wissenschaftliche Publikationen zum Moorboden- und Gewässerschutz (z. B. LUTHARDT & ZEITZ 2014, KLINGENFUß et al. 2015a, b) ausgewertet.

2.1 Klimaschutz im Sinne des Rückhaltevermögens von Treibhausgasen (Klimaschutzfunktion)

Moore sind die größten terrestrischen Kohlenstoffspeicher. Sie bedecken ca. 3 % der Landesoberfläche und enthalten bis zu 1/3 des terrestrischen Kohlenstoff-Pools. Sie speichern doppelt so viel Kohlenstoff wie alle Wälder in ihrer Biomasse weltweit (UBA 2015). Für Deutschland wird angenommen, dass Moore und Wälder gleichviel CO₂ speichern (je ein Drittel der Vorräte), obwohl Moore nur rund 4 % der Landesoberfläche bedecken und Wälder rund 30 % (MLUL 2015). Auch KLINGENFUß et al. (2015a, b) weisen im Rahmen ihres Projektes „Berliner Moorböden im Klimawandel“ (<http://www.berlinermoore.huberlin.de>) auf die Bedeutung von Moorböden als große C-Speicher („Historische CO₂-Fixierung“) hin.

Nur wachsende Moore fungieren bei ständiger Wassersättigung langfristig als Kohlenstoffsinken. Im natürlichen Zustand sind sie klimaneutral. Im Land Brandenburg liegt der Flächenanteil wachsender Moorökosysteme bei ca. 3.000 ha. Hinzu kommen weitere, ca. 3.700 ha wiedervernässte Moorfläche, auf der künftig Torfwachstum zu erwarten ist (LUTHARDT & ZEITZ 2014). Insgesamt ist die Funktion von Brandenburger Moorböden als aktive C-Senke jedoch von untergeordneter Bedeutung.

Bei entwässerten Mooren hat sich die ökologische

Funktion von der C-Senke zur C-Quelle gewandelt. Sie stoßen in erheblichem Umfang klimarelevante Gase wie Kohlendioxid (CO₂), Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) aus. Sie gelten als die größten Einzelquellen für Treibhausgase (THG) außerhalb des Energiesektors in Deutschland (DRÖSLER et al. 2013). Nach LANDGRAF (2010) geben entwässerte Moore in Brandenburg jährlich mit ca. 6,6 Mio. t CO₂-Äquivalenten (eq) sehr hohe Mengen an klimaschädlichen Gasen ab. Der Anteil landwirtschaftlich genutzter Moore daran beträgt 5,5 Mio. t CO₂-eq/Jahr (deutschlandweit liegt dieser bei ca. 31 Mio. t CO₂-eq/Jahr). Die geschätzten Emissionen aus entwässerten Moorböden erreichen in Brandenburg höhere Werte als der gesamte Kfz-Verkehr (LUA 2009, LANDGRAF 2010).

Die landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden führt in unterschiedlichem Maße zur Freisetzung von Treibhausgasen. Im Zuge der Erstellung der referenzierten Moorbodenkarte wurden für das Land Brandenburg C-Verluststraten von 0,56 kg/m²*a für Grünland und 0,64 kg/m²*a für Ackerland nachgewiesen. Standorte mit mineralischen Deckschichten bzw. bindigem Material im Liegenden zeichnen sich durch bis zu 50 % geringere C-Verluststraten aus (FELL et al. 2016).

Der Beitrag Brandenburger Moorböden zum Klimaschutz wird somit im Wesentlichen über die „Nicht-Freisetzung“ von gespeichertem Kohlenstoff und weniger über eine „Neu-Festlegung“ von Kohlenstoff beschrieben (KLINGENFUß et al. 2015b). Der Gasausstoß aus entwässerten Moorböden kann nur durch konsequente Anhebung des Grundwasserstandes gesenkt werden. Dabei ist der Jahresmittelwasserstand eine wesentliche Steuergröße für die Treibhausgasbilanz von Moorstandorten.

DRÖSLER et al. (2013), die im Zeitraum 2006 - 2010 in repräsentativen Nieder- und Hochmoorgebieten Deutschlands verschiedene klimaschutzrelevante Moornutzungsstrategien getestet haben, kommen zu folgenden Ergebnissen: CO₂-Emissionen steigen mit zunehmender Entwässerungstiefe, wobei sich die Emissionen bei Dränagetiefen unter 60 - 80 cm nicht mehr wesentlich erhöhen. Das höchste Risiko für Lachgas-Emissionen besteht bei stark schwankenden Wasserständen und mittleren jährlichen Grundwasserständen von 50 cm unter Flur. Ackernutzung und eine intensive Grünlandnutzung zur Produktion von hochwertigem Grünfutter auf Moorstandorten gelten als stark klimabelastend. Obwohl bei extensiver Grünlandnutzung mit Jahresmittelwasserstand über - 20

cm in allen Testgebieten um 50 - 75 % geringere THG-Emissionen als bei Intensivgrünland gemessen wurden, ist ein effektiver Klimaschutz nur bei flurnahen Wasserständen zu erzielen.

Das UBA (2015) fordert bei Wiedervernässungsprojekten eine präzise Wasserstandsregulierung, da überstaute Moorböden erhebliche Mengen an THG, v. a. Methan, freisetzen können. Nach DRÖSLER et al. (2013) können extrem hohe Methanemissionen entstehen, wenn sich in überstaute, nährstoffreichen Niedermooren Mudden bilden oder leicht zersetzbare Vegetation aus Süßgräsern fault. Nach Stabilisierung des hydrologischen Systems, der Etablierung einer moortypischen Vegetation (z. B. Seggen) und beginnenden Moorbewachstums gehen die Emissionen der THG zurück. In der Bilanz überwiegt die Akkumulation von Kohlenstoff und gleicht langfristig die nachteilige Wirkung des Methans aus.

2.2 Beitrag von Moorböden zur Erreichung der Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Regulationsfunktion im Wasser- und Nährstoffhaushalt)

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) enthält verbindliche Vorgaben zum Schutz und zur Nutzung von Oberflächengewässern und des Grundwassers. Ziele sind das Erreichen eines guten ökologischen (morphologischen, chemischen und biologischen) Zustandes der Oberflächengewässer und des guten chemischen und mengenmäßigen Zustandes des Grundwassers in bestimmten Fristen durch Maßnahmenumsetzungen in den Einzugsgebieten sowie im und am Gewässer selbst.

Das LUGV (2011) erwartet aufgrund des sich wandelnden Klimas, insbesondere durch das sich verändernde Niederschlags- und Verdunstungsregime (Anstieg der Jahresmitteltemperatur, Abnahme der Sommer- und Zunahme der Winterniederschläge sowie die Zunahme von Extremen wie Starkniederschläge und Trockenphasen), Veränderungen des Grund- und Bodenwasserhaushalts sowie im Abflussregime der Fließgewässer und des Zustandes von Oberflächengewässern.

ZAK & GELBRECHT (2014) veranschaulichen, wie eng Gewässer- und Moorschutz miteinander verbunden sind. Intakte Moorböden bauen Nährstoffe wie Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor und Spurenelemente wie Blei, Kupfer und Mangan in die Biomasse ein und

entziehen diese aus der Landschaft. Dadurch verbessert sich die Wasserqualität der Seen und Flüsse bzw. wird das Grundwasser nicht belastet (Stoffrückhalt). Gewässerbegleitende, funktionsfähige Moorböden dienen als Wasserspeicher und wirken bei Extremereignissen regulierend auf die Abflussbildung (Schutz vor Hochwasser bzw. Abflussspende in Trockenzeiten). Aufgrund ihrer Regulations- und Speicherfunktion im Wasser- und Stoffhaushalt der Landschaft ist der Schutz intakter Moore ein wichtiger Bestandteil der Maßnahmenprogramme gemäß Artikel 11 der EU-WRRL (2000). Ebenso liegt der Fokus auf der Regeneration von entwässerten Moorböden, da diese angebundene Fließgewässer und Seen durch Austrag v. a. von Stickstoff- und Phosphorverbindungen belasten können.

2.3 Bedeutung von Moorböden für die Umsetzung der nationalen Biodiversitätsstrategie in Verbindung mit den Zielen der forst- und landwirtschaftlichen Nutzung (Lebensraumfunktion)

2.3.1 Hot-Spots der Artenvielfalt

Die Ziele der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (BMU 2007) sollen in Brandenburg durch die Umsetzung des Maßnahmenprogramms Biologische Vielfalt erreicht werden (MLUL 2014). Das Programm enthält die Schwerpunkte der Brandenburger Naturschutzpolitik sowie die Beiträge der Ressorts zum Schutz der Arten- und Lebensraumvielfalt.

Wegen ihrer geringen Flächenanteile und des Vorkommens vieler seltener und vom Aussterben bedrohter Arten, für deren Erhalt das Land Brandenburg eine besondere Verantwortung hat, gelten naturnahe Moore als „Hot-Spots“ der Artenvielfalt. In Torfmoosmooren leben an Nährstoffarmut und Nässe angepasste hoch spezialisierte Lebensgemeinschaften, darunter befinden sich hochgradig gefährdete Arten wie die Gewöhnliche Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*), Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), Sumpfpfost (*Rhododendron tomentosum*) und Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*). Die mit Kalk und Basen besser versorgten Braunmoosmoore sind durch eine größere Artenfülle gekennzeichnet. Die Arten sind weniger spezialisiert, aber ebenso stark gefährdet oder vom Aussterben bedroht wie z. B. zahlreiche Orchideen und Fieberklee (*Menyanthes*

trifoliata).

Naturnahe Moorstandorte zählen zu den Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie in Brandenburg (LUGV 2014). Zu den geschützten FFH-Moorlebensraumtypen gehören Übergangs- und Schwinggrasemoore (LRT 7140), Torfmoor-Schlenken (*Rhynchosporion*) (LRT 7150), Kalkreiche Sümpfe mit *Cladium mariscus* und Arten des *Caricion davallianae* (LRT 7210), Kalkreiche Niedermoore (7230) wie auch Moorwälder (91 D0) wie Birken-Moorwälder (91 D1) und Waldkiefern-Moorwälder (91 D2) sowie Erlen- und Eschenwälder und Weichholzaunenwälder an Fließgewässern (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*) (91 E0). Eine Übersicht zur Anzahl gemeldeter Gebiete und Flächenanteile ist in LUTHARDT & ZEITZ (2014) enthalten.

Neben den naturnahen, ungenutzten Mooren kann extensiv genutztes, nur mäßig entwässertes Moorgrünland ebenfalls eine große Artenvielfalt aufweisen, wobei diese stark nutzungsabhängig ist.

2.3.2 Dauergrünland auf Moorstandorten

Nach MLUL (2015) ist die Grünlandnutzung auf Niedermoorstandorten für Brandenburger Landwirtschaftsbetriebe von sehr großer wirtschaftlicher Bedeutung. Die Haltung von Milchrindern erfordert die Erzeugung hochwertigen, energiereichen Futters. Dies liefern insbesondere Frischwiesen mit leistungsstarken Süßgräsern und Leguminosen, was eine tiefe Entwässerung und einen hohen Düng- und Pflegeaufwand von Moorstandorten voraussetzt. SCHALITZ & BEHRENDT (2014) betonen, dass die Futtererzeugung für Hochleistungskühe auf entwässerten Moorstandorten bei sich stetig verschlechternden Bodeneigenschaften immer schwieriger wird.

Liegt der Schwerpunkt der Flächennutzung auf der Gewinnung von hohen Futterqualitäten sind Hauptziele des Natur- und Bodenschutzes wie Förderung der Artenvielfalt bzw. Reduzierung der Moorbodendegradierung nicht erreichbar. Der Zustand und die Ausprägung der natürlichen Funktionen von Moorböden werden sich weiter verschlechtern.

Eine extensive Grünlandnutzung, die in Abhängigkeit von Entwässerungstiefe, Nutzungszeitpunkt und -häufigkeit, Verzicht auf Einsatz von N-Düngung sehr unterschiedlich ausgestaltet sein kann, sichert eine an den Standort angepasste Artenvielfalt bei geringeren Erträgen und verminderter Futterqualität. Torfminerali-

sierungsraten im Unterboden können vermindert werden (Torferhalt).

2.3.3 Paludikulturen

Nasswiesen und revitalisierte Moore eignen sich nicht für die Futtererzeugung. Sie verfügen aber über ein erhebliches Potenzial für eine stoffliche oder energetische Verwertung des Aufwuchses. Seit einigen Jahren befindet sich der Anbau von Paludikulturen (landwirtschaftliche Nasskulturen) in der wirtschaftlichen und technischen Erprobungsphase (WICHTMANN et al. 2010, MLUL 2015). Der Anbau von Biomasse in Form von Schilf, Groß-Seggen, Rohr-Glanzgras, Gehölzen (Erlen) etc. wird dem dauerhaften Schutz von Moorböden gerecht und bietet zugleich Nutzungsalternativen mit Erhaltung einer Wertschöpfung auf diesen Flächen (keine reine Pflegenutzung wie auf zahlreichen Vertragsnaturschutzflächen). Neben einer energetischen Verwertung wie Verbrennung der Biomasse bzw. Verdichtung zu Briketts und Pellets, ist auch eine stoffliche Verwertung in Form von Matten, Platten, Dachschiif und Formkörper möglich.

Im Hinblick darauf, dass ein Teil der Grünlandflächen durch den Abbau der Viehbestände seit Anfang der 1990er nicht mehr benötigt und aufgelassen wird bzw. durch die verschlechterten Standortbedingungen die Bewirtschaftung unrentabel geworden ist, sollte die Entwicklung verschiedener Produktionsverfahren und Techniken zügig vorangebracht werden (WICHTMANN et al., 2010, LABO 2010). Paludikulturen vereinen Moor-, Klima- und Gewässerschutz: Durch die Einstellung flurnaher Wasserstände können der vorhandene Torfkörper erhalten, THG-Emissionen und sonstige Stoffausträge beschränkt sowie die natürliche Puffer- und Regulationsfunktion wieder aktiviert werden (WICHTMANN et al. 2010, SCHALITZ & BEHRENDT 2014).

2.3.4 Forstwirtschaftliche Nutzung

In Brandenburg befinden sich die meisten der noch funktionsfähigen Moore im Wald, v. a. in jungpleistozänen Landschaften. Nach MLUL (2015) ist der Anteil der Waldmoore in den vergangenen 100 Jahren annähernd konstant geblieben, obgleich ein Teil der Moore durch Grabensysteme und Nadelholzanbau (hohe Verdunstungsrate) im Einzugsgebiet entwässert wurde.

Torfakkumulierende Moore in bewaldeten Einzugsgebieten können große Mengen an Wasser aufnehmen und in Trockenperioden wieder an ihre Umgebung abgeben. Aufgrund ihrer stabilisierenden Wirkung auf den Landschaftswasserhaushalt und zum Teil günsti-

ger Voraussetzungen werden seit 2004 gezielt Moorschutzmaßnahmen zur Pflege und Revitalisierung von verschiedenen Waldmoortypen umgesetzt (Waldmoorschutzprogramm, MLUR 2004). Während es bei zahlreichen anderen Moorschutzprojekten um den Schutz der liegenden Torfe (C-Speicher) geht, wird bei Waldmoorprojekten die aktuelle Kohlenstofffestlegung gefördert (MLUL 2015).

Aufgrund der Bedeutung von Moorstandorten für den Biotop- und Artenschutz zielen Maßnahmen des Naturschutzes auf die Erhaltung naturnaher, wachsender Moore, die Revitalisierung leicht entwässerter Moore sowie die Sicherung einer moorschonenden Bewirtschaftung genutzter Niedermoore. Das Brandenburger Moorschutzprogramm sieht vor, in Anlehnung an die Forderung in der nationalen Biodiversitätsstrategie (BMU 2007), bis zu 10 % der Moorfläche in eine natürliche Entwicklung zu übergeben oder moorerhaltend als Röhrichte, Erlenwald und Nasswiesen zu bewirtschaften. Im Interesse des Ressourcenschutzes sollen vorrangig aufgelassene Moore revitalisiert werden (MLUL 2015).

3 Datengrundlagen

Die Datenbestände der Moorbodenkarte sind ausführlich in BAURIEGEL (2014) beschrieben. Demnach fanden erste systematische Erhebungen im Rahmen der Preußisch geologisch - agronomischen Kartierung (PGK) von 1873 bis 1939 (LIPPSTREU 2000) statt. Die Erkundungstiefe lag bei zwei Metern. Es wurden Hoch- von Niedermoortorfen unterschieden. Eine differenzierte Ansprache der Torfsubstrate auf dem Niveau von Torfarten fand nicht statt.

Im Zeitraum von 1936 bis 1954 erfolgten die Ersterhebungen zur (Reichs-)Bodenschätzung (BS) (RÖSCH & KURANDT 1950, KÜHN & HANNEMANN 2013). Bis heute finden insbesondere auch auf Moorstandorten laufend Nach- und Neuschätzungen statt. Es liegen sowohl Flächendaten (Klassenflächen) als auch Punktdaten vor. Sie beschreiben ca. 87 % der Moore Brandenburgs. Die Erkundungstiefe liegt bei lediglich einem Meter. Das liegende mineralische Substrat wurde somit oft nicht erbohrt. Torfarten wurden nicht differenziert. Die Angaben zur Wasserstufe in Anlehnung an PETERSEN (1952) und der Kulturart erlauben eine Einschätzung der Nutzungsintensität für den Erhebungszeitpunkt.

Im Rahmen der Komplex-Melioration sowie der Rohstofferkundung in der DDR wurden die Moorböden auch in den 1950er bis 1980er Jahren intensiv erkundet. Es handelt sich zumeist um die flächenbedeutsameren, großen Moorkomplexe. Diese wurden systematisch im Raster von 100 m bis zum mineralischen Untergrund untersucht. Diese Daten besitzen einen deutlich höheren Informationsgehalt, insbesondere durch detailliertere Ansprache der Torfarten und des Zersetzungsgrades nach VON POST (1922).

Die Forstliche Standortkartierung (SCHULZE & KOPP 1996) liegt für Brandenburg flächendeckend im Maßstab 1:10.000, teilweise auch im Maßstab 1:5.000 vor. Ihr Erhebungszeitraum erstreckt sich von 1957 bis heute. Gemäß Standorterkunderweisung (SEA) werden Standorte als Moore ausgewiesen, wenn deren Torfmächtigkeit mehr als 4 dm beträgt. Geringer mächtige Standorte werden als Moorgleye bezeichnet. Informationen zum Bodenaufbau stehen lediglich über den Titeldatensatz der Flächenbeschreibung zur Verfügung.

Als ergänzende Flächendatenquelle kommt der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLN 2009) eine wichtige Rolle zu, da sie auch solche Moore erfasst, die bei den nutzungsspezifischen Erhebungen der Bodenschätzung oder der Forstlichen Standortkartierung keine Rolle spielen. Oft handelt es sich um „sensible Moore“ (BAURIEGEL 2014), die im besonderen Fokus des Moor- und Naturschutzes liegen. In geringerem Umfang sind weitere Datenquellen enthalten, die zum Teil detaillierte Aufnahmen mit umfangreicher Analytik beinhalten. Zu nennen sind die „Standortkundliche Ergänzung zur Bodenschätzung“ (KASCH 1967) wie auch die aktuellen landesweiten Erhebungen des LBGR. Die Moorbodendatenbank enthält derzeit ca. 250.000 Profildatensätze mit Bezug zu Moorböden und den mit diesen assoziierten Böden. Detaillierte Ausführungen dazu sind in BAURIEGEL (2014) enthalten.

4 Bewertungungsverfahren

4.1 Schutzwürdigkeit

Die Schutzwürdigkeit eines Bodens ergibt sich aus dem Maß, in dem er seine natürlichen Bodenfunktionen erfüllt. Eine vollständige Funktionserfüllung ist nur im naturnahen Zustand gegeben. Nach MUNLV NRW

(2007) ist ein Boden besonders schutzwürdig, wenn er seine Funktionen in besonders hohem Maß erfüllt. Die Schutzwürdigkeit sinkt, je stärker ein Boden überprägt und dadurch seine Leistungs- und Funktionsfähigkeit eingeschränkt ist. Übertragen auf Moorböden gilt, dass diese in einem nicht entwässerten, naturnahen Zustand ihre Funktion als Lebensraum für Pflanzen- und Tiere, ihre Regulations- und Pufferfunktionen und ihre Funktion als Archive der Natur- und Landschaftsgeschichte am besten erfüllen. Der Boden eines wassergesättigten, naturnahen Moores gilt hier als Referenz (Leitprofil). Er zeichnet sich durch eine geringe Trockenrohdichte, hohe Porosität, hohe bis sehr hohe gesättigte Wasserleitfähigkeit und hohes nutzbares Speichervolumen aus (LUA 1997). Bei mittleren flurnahen Wasserständen wird Torf gebildet oder zumindest erhalten.

Bei der Ermittlung der Funktionserfüllung ist zu berücksichtigen, dass Böden in Abhängigkeit ihrer naturgegebenen, substratspezifischen Eigenschaften ein unterschiedliches Leistungsvermögen besitzen und damit Teilleistungen in unterschiedlichem Grad erfüllen. Auch bei Moorböden ist das Leistungsvermögen entsprechend der hydrogenetischen und ökologischen Moortypen differenziert. Beispielsweise besitzt ein Durchströmungsmoor eine höhere mechanische Filterleistung als ein Verlandungsmoor und ein Auenüberflutungsmoor weist aufgrund höherer Mineraleinlagerungen eine höhere Bindungsstärke für Schwermetalle auf als ein Versumpfungsmoor.

4.2 Vorhandene Bewertungsansätze

In Brandenburg steht ein Bewertungsverfahren für natürliche Bodenfunktionen zur Verfügung (LUA 2003), welches für groß- und mittelmaßstäbige Planungs- und Zulassungsverfahren entwickelt wurde. Es baut auf den Klassenflächen der Bodenschätzung (BS) und der Forstlichen Standortkartierung auf. Das zweistufige Verfahren sieht eine Grundbewertung anhand der Klassenflächen und eine Modifikation der vorläufigen Bewertungsergebnisse in Form von Abschlägen für vorliegende Belastungen/negative Einflüsse vor. Die Grundbewertung für Offenlandflächen wurde aus den Profilbeschreibungen von 221 Musterstücken der BS entwickelt. Parameter wie Horizontmächtigkeit, Substratart und Humusgehalt waren i.d.R. gut verfügbar, hingegen fehlten Angaben zur Rohdichte, Lagerungsdichte, Feldkapazität, pH-Wert

und Kationenaustauschkapazität. Sie wurden aus der Bodenkundlichen Kartieranleitung, 4. Auflage, (KA 4, AG BODEN 1994) abgeleitet, um die Regulationsfunktionen von Böden über die Kriterien Wasserspeichermöglichkeit, Wasserdurchlässigkeit, Nährstoffspeichervermögen, Bindungsstärke für Schadstoffe annähernd abbilden zu können. Die Stärke des vorhandenen Bewertungsansatzes besteht darin, dass dieser bei unzureichender Datenlage (v. a. Bodenparameter) eine flächenbezogene Funktionsbewertung ermöglicht, trotz aller Unsicherheiten bzgl. der abgeleiteten Daten. Die Schwächen ergeben sich aus dem Fehlen wichtiger Parameter bzw. der unzureichenden statistischen Absicherung der Kenngrößen.

4.3 Prüfung der Anwendbarkeit bei Moorböden

Mit der auf das Jahr 2013 referenzierten Moorbodenkarte hat sich die Datengrundlage im Hinblick auf wichtige bodenkundliche Parameter und Kenngrößen deutlich verbessert. Die für einzelne Bewertungsansätze erforderlichen Kenngrößen/Parameter wurden daher erneut geprüft und mit denen aus anderen länderspezifischen Verfahren (vgl. Tab. - A 1, Tab. - A 3 bis A 6 im Anhang) sowie dem Datenbestand der Moordatenbank abgeglichen.

Die Ansätze für die Bewertung der Lebensraumfunktion (vgl. Tab. - A 1) und der Funktion als Archiv der Naturgeschichte (vgl. Tab. - A 3) wurden überarbeitet sowie ein Verfahren für die Bewertung der Klimaschutzfunktion neu aufgenommen (KLINGENFUß et al. 2015b).

Die Bewertung der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt (vgl. Tab. - A 4) ist, auch auf Basis der umfangreich neu gewonnenen Kennwerte aus der aktualisierten Moorbodenkarte, prinzipiell möglich, dies allerdings nur für eine vergleichsweise geringe Anzahl ausreichend detaillierter und aktueller standortkundlicher Erhebungen. Die Möglichkeit der Ableitung einer Schutzwürdigkeit von Moorböden aus dem Erfüllungsgrad der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt wäre im Übersichtsverfahren daher nur teilweise gegeben.

Die Bewertung des Nährstoffpotenzials und der -verfügbarkeit (Fähigkeit des Bodens, basische Kationen für Pflanzen zur Verfügung zu stellen) ist kein zielführender Ansatz, um schützenswerte Moorböden zu differenzieren. Nach KA 5 (AG Boden 2005) wird die Kationenaustauschkapazität von Moorböden

generell als sehr hoch eingestuft und im entwässerten Zustand wird ein Großteil der Nährstoffe durch Torfmineralisierung freigesetzt. Eine Bewertung der Regulationsfunktion im Nährstoffhaushalt erscheint nur im Sinne der Stoffsenken- und Quellenfunktion zweckmäßig. Die Funktion als Stoffsenke erfüllt ein Moor nur im wachsenden Zustand (vgl. Ansatz in Tab. - A 5).

Ebenso erlauben die vorhandenen Ansätze bei Moorböden keine differenzierende Bewertung der Bindung anorganischer und organischer Schadstoffe. Auch kann es nur modellhaft gelingen, die mechanische Filterleistung verschiedener hydrologisch-genetischer Moortypen (HGMT) abzubilden. Die „direkte“ Ableitung der Schutzwürdigkeit von Moorböden über die Ausprägung der Filter- und Pufferfunktion (vgl. Ansatz in Tab. - A 6) sowie der Regulationsfunktion im Wasser- und Nährstoffhaushalt ist im Übersichtsverfahren aktuell nicht möglich.

Zusammengefasst beruht die Differenzierung schutzwürdiger Moorböden im Übersichtsverfahren auf der Ausprägung der Lebensraumfunktion, der Archivfunktion und der Klimaschutzfunktion im Sinne des gespeicherten Kohlenstoffvorrates. Bei allen Funktionen ist der Hauptparameter (= Kriterium) „Naturnähe“ bestimmend für einen sehr hohen Funktionserfüllungsgrad, was ebenso für die nicht direkt bewertete Regulationsfunktion im Wasser- und Nährstoffhaushalt sowie Stofffilter- und Transformationsfunktion gilt. Die Tab. 3 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen der in Brandenburg derzeit vorliegenden Bewertungsmethoden.

Tab. 3: Natürliche Bodenfunktionen, Teilfunktionen und Kriterien vereinheitlicht nach Ad-hoc-AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der BGR (2007) sowie der Eignung der in Brandenburg vorliegenden Bewertungsmethoden (LUA 2003) für die Funktionsbewertung von Moorböden.

Hauptparameter = Kriterien nach BBodSchG

Bewertung im Übersichtsverfahren: XX – sehr gut möglich, X – möglich, (x) – nur eingeschränkt möglich, - - nicht möglich bzw. sinnvoll

Bodenfunktion	Bodenteilfunktion	Hauptparameter	Möglichkeit der Bewertung	Relevanz
Lebensraumfunktion	Lebensgrundlage für Menschen	Überschreitung Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte nach BBodSchG und Altlastenverordnung	nur bei Schadstoffeintrag relevant deckt die Datengrundlage nicht ab	-
	Lebensraum Tiere	nicht vorhanden, mittelbar über Naturnähe	keine direkten Ansätze vorhanden, mittelbar über Naturnähe/Biotopstruktur abbildbar	-
	Lebensraum für Pflanzen	Standortpotenzial für natürliche Pflanzengesellschaften	Modifikation des Bewertungsansatz von LUA 2003	X
		Natürliche Bodenfruchtbarkeit (Fähigkeit des Bodens ohne landwirtschaftliche Eingriffe wie Düngung oder Melioration [...] Pflanzen gute Wachstumsbedingungen zu bieten)	nicht relevant, da geringe natürliche Bodenfruchtbarkeit bei intakten Moorböden	-
	Lebensraum für Bodenorganismen	Standorteignung für Bodenorganismengemeinschaften	derzeit keine standardisierte Methodenansätze vorhanden	-
		Naturnähe (Maß für weitgehend anthropogen unbeeinflusste Pedogenese)	Modifikation vorhandener Ansätze	X
Funktion als Bestandteil des Naturhaushaltes	im Wasserhaushalt	Abflussregulierung (Fähigkeit des Bodens, Niederschlagswasser aufzunehmen, zu speichern oder ins Grundwasser abzugeben und dadurch den Oberflächenabfluss zu reduzieren)	teilweise möglich, standardisierte Leitprofile	(x)
		Beitrag des Bodens zur Grundwasserneubildung (Sickerwasserrate)	nicht relevant, Moorböden tragen nicht zur GWN bei	-
		allgemeine Wasserhaushaltsverhältnisse (allgemeine Charakterisierung des Wasserhaushaltes, z. B. über Bodenfeuchtezustand)	keine direkten Ansätze vorhanden deckt die Datengrundlage nicht ab	-
	im Nährstoffhaushalt	Nährstoffpotenzial und Nährstoffverfügbarkeit (Fähigkeit des Bodens, basische Kationen für Pflanzen zur Verfügung zu stellen)	Bewertung im Sinne der Stoffsenken- bzw. Quellfunktion möglich	(x)

Bodenfunktion	Bodenteilfunktion	Hauptparameter	Möglichkeit der Bewertung	Relevanz
Klimaschutzfunktion	C-Senke/C-Speicher	Mächtigkeit und Stratigraphie C-Speicher ist eine Funktion der das Profil aufbauenden Horizonte/Substrate sowie deren C-Gehalte (Corg) und Trockenrohddichten (TRD).	Über einen statistischen Vergleich kann die Bedeutung der verschiedenen C-Speicher nachvollziehbar (relativ) bewertet werden.	XX
	C-Quelle	C-Verlust Der Kohlenstoffverlust aus genutzten Moorböden kann als Funktion der Landnutzung, der Überdeckung (mineralisch) und des Liegenden (Stauer) formuliert und (<i>flächendeckend</i>) abgeleitet werden. $V_i = C_i \cdot L_f \cdot U_f \cdot M_f$ Vi: Potenzielle Vulnerabilität (Index); Ci: C-Vorrat (Index), Lf: Landnutzung (Faktor) Uf: Liegendes (Faktor), Mf: Überdeckung (Faktor)	s. a. FELL et al. (2015)	XX
Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium (Puffer-, Filter- und Umwandlungsfunktion)	Filter und Puffer für anorganisch sorbierbare Stoffe	Bindungsstärke des Bodens für Schwermetalle (Fähigkeit des Bodens, Schwermetalle langfristig im Boden zu binden, so dass sie nicht von Pflanzen aufgenommen oder ins Grundwasser verlagert werden können)	im Brandenburger Verfahren sind alle Standorte mit Grund- oder Stauwasserböden auf Stufe 5 zurückgestuft (sehr geringe Bindung). Andere Bundesländer stufen Bindungsfähigkeit von Moorböden auch sehr niedrig ein.	-
	Filter, Puffer und Stoffumwandler für organisch sorbierbare Stoffe	Bindung und Abbau von organischen Schadstoffe		-
	Puffervermögen für saure Einträge	Säureneutralisationsvermögen	nicht relevant	-
	Filter für nicht sorbierbare Stoffe	Rückhaltevermögen des Bodens für nicht sorbierbare Stoffe (z. B. Nitrat)	nicht relevant	-
	allgemeine Filterfunktion von Boden und Untergrund	Sickenwasserverweilzeit, Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung	nicht relevant	-
Archiv der Natur- und Kulturschicht	Archiv der Naturschicht	Vollständigkeit des Profils Zustand der Torfe des Oberbodens Mächtigkeit der Moorsubstrate Nachweis Landnutzungsintensität	Identifikation und Bewertung aufgrund der verbesserten Datenlage möglich	X
	Archiv der Kulturschicht	siehe Tab. - A 3 im Anhang	deckt die Datengrundlage nicht ab	-

5 Übersichtsverfahren zur Abschätzung potenziell schutzwürdiger Moorböden

Im ersten Verfahrensschritt wurden Moorflächen ermittelt, bei denen über den Abgleich bodenkundlicher Altdaten (Uraufnahmen der Moorbodenkarte) mit aktuellen Referenzdaten (Biotoptypenkartierungen) auf potenziell naturnahe Zustände zu schließen war. Flächen die historisch nass waren, deren Böden zu diesem Zeitpunkt nachweislich nicht oder nur in sehr geringem Maße negativ beeinflusst waren und deren Standortausprägungen auch heute noch naturnahe bzw. gering beeinflusste Verhältnisse beschreiben, legten den Schluss nahe, dass diese in der Vergangenheit nicht oder nur sporadisch genutzt wurden und dadurch auch heute potenziell naturnahe Moorböden zu erwarten wären.

Nach der Bewertung der „Naturnähe“ wurden im zweiten Verfahrensschritt Moorböden mit besonderer Ausprägung der Funktion als Archiv der Naturgeschichte ermittelt. Anschließend erfolgte die Bewertung der gespeicherten Kohlenstoffvorräte und Kennzeichnung von Böden mit besonders hoher Speicherleistung.

5.1 Lebensraumfunktion

5.1.1 Brandenburger Ansatz

Der Brandenburger Bewertungsansatz sieht vor, den Erfüllungsgrad der Lebensraumfunktion anhand des Biotopentwicklungspotenzials zu bewerten (vgl. Tab. - A 1 im Anhang). Als Kriterium wird der Wasserhaushalt herangezogen, der über die Parameter mittlere Grundwasserstände und die Wiederherstellbarkeit einer Vernässung im Sinne von moortypischen Grundwasserständen zu bewerten ist. Eine hohe Bewertung erhalten die Standorte, bei denen die mittleren Grundwasserstände 30 cm unter Geländeoberkante (GOK) nicht unterschreiten, und eine Vernässung wiederhergestellt werden kann.

Der Datenbestand der Moorbodenkarte enthält keine belastbaren Angaben zu den aktuellen mittleren Wasserständen unter GOK und den technischen Anforderungen an die Wiederherstellung einer Vernässung. Um die Teilfunktion von Moorböden als Lebensraum für Pflanzen bewerten zu können, war die Entwicklung eines modifizierten Ansatzes erforderlich.

5.1.2 Modifizierter Ansatz im Übersichtsverfahren

Moorböden bieten natürlichen Pflanzengesellschaften Lebensraum, wenn sie sich selbst im naturnahen Zustand befinden. So liegt es nahe, die Ausprägung der Lebensraumfunktion über den Hauptparameter „Naturnähe“ zu bewerten. Auch KLINGENFUß et al. (2015b) bewerten bei der Beurteilung der Lebensraumleistung von Moorökosystemen die Naturnähe von Standortmerkmalen. Die Naturnähe als Indiz für den Erfüllungsgrad der Lebensraumfunktion kann über verschiedene Einzelparameter, die flächendeckend für Brandenburg zur Verfügung stehen, hergeleitet werden: Degradierungszustand zum Erhebungszeitpunkt, Nutzung, Vegetation und Feuchtezustand des Bodens (Tab. 4).

Tab. 4: Einzelparameter, deren Merkmalsausprägungen und Möglichkeiten der Erhebung/Ableitung zur Beschreibung des Hauptparameters „Naturnähe“.

Einzelparameter	Merkmalsausprägung	Hinweise/Indikatoren aus Kartieranleitung/Datenbeständen
Degradierungsgrad Oberboden (historisch/aktuell)	Degradierungsstufe (Gefügebildung) keine Gefüge (nHw) vererdet (nHv) vermulmt (nHm) Zersetzungsgrad Trockenrohdichten	– Bodentyp (Degradierungsgrad), z. B. Bodenschätzung: roh, torfig ⇔ erdig, zersetzt oder Zersetzungsgrad nach v. POST (HU-Moorarchiv u. a.) – Abgleich Altdaten mit aktuellen Referenzerhebungen – Ableitung des mittleren Degradierungszustandes 0 - 30 cm Tiefe für verschiedene Zeitschnitte
Nutzungshistorie	nicht genutzt / naturnah Wald/Forst Grünland Acker Brache	– Vergleich zwischen unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten Bodenschätzung -> HU Moorarchiv -> BTLN – Unterscheidung extensive/intensive Grünlandnutzung nicht für alle Zeitschnitte bzw. generell nicht hinreichend genau möglich
Vegetation	Natürlichkeitsgrad: naturnah (oligohemerob) halbnatürlich (mesohemerob) naturfremd (euhemerob)	– Biotopcodes der aktuellen, <u>flächendeckenden</u> Brandenburger Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLN) auf Basis der Auswertung von CIR-Luftbildern mit Angaben zur Vegetation, Standortausprägung (grob) und Nutzungsintensität für Moorstandorte – Ergänzung von <u>punktuellen</u> Qualitätsinformationen wie Erhebungen aus LIFE-Projekten „Kalkmoore“, „Binnensalzstellen“, „Schreiadler“ etc.
Feuchtezustand	Wasserstufen nach Petersen: 5 + (nass) 4 + (halb nass/sehr feucht) 3 + (feucht) 2 + (mäßig feucht) 1 + (frisch)	– Wasserstufen nach ROTHKEGEL (1930) und PETERSEN (1952) zu unterschiedlichen Erhebungszeitpunkten 1930er - 1950er Jahre (Bodenschätzung), 1970er und später (HU-Moorarchiv) – Wasserstufen sind untersetzt durch Vegetationstypen und langzeitigen Median des Wasserstandes (z. B. KOSKA 2001) – Wasserstufen korrespondieren mit Entwässerungsgraden (gering, mäßig, stark)

5.1.3 Bestimmung der Naturnähe des anstehenden Moorbodens im Übersichtsverfahren

Ein Moorboden ist naturnah, wenn die abgelagerten Torfschichten anthropogen unbeeinflusst sind. Einen **konkreten Beleg** dafür kann nur eine bodenkundliche Erhebung an einer Stelle für einen gegebenen Zeitpunkt liefern. Die pedogenetische Veränderung der Torfe kann direkt über den Zersetzungsgrad der Torfe oder indirekt über Parameter wie z. B. die Gefügestruktur erfasst werden. **Hinweise (= Indizien)** auf die Naturnähe eines Moorbodens können aus Informationen zur Nutzungsintensität und den Wasserstufen zum Erhebungszeitpunkt abgeleitet werden. Für den Zeitraum nach der Erhebung ist von Interesse, wie der Standort weitergenutzt worden ist. Aktuelle, flächendeckende Informationen zur Nutzung liefert die Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLN 2009) auf Basis der Auswertung von CIR-Luftbildern sowie die Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) (MIL 2014). Nutzungsart und -intensität korrelieren eng mit einer bestimmten Ausprägung der Vegetation und Wasserstufen und ermöglichen Aussagen darüber, wie weit sich der Standort von einer naturnahen, moortypischen Ausprägung entfernt hat.

5.1.3.1 Mindestanforderungen für die Verwendung eines Datensatzes

Prinzipiell sollen nur solche Punktdaten verwendet werden, die für den Erhebungszeitpunkt belastbar den Bodenzustand beschreiben. Dies trifft für die „historischen“ Daten der Bodenschätzung (BS), des Moorarchivs der Humboldt-Universität zu Berlin (HUM) und der Meliorations-Standortsuntersuchungen (MSU) in unterschiedlichem Maße zu. Aus dem Datenbestand der BS können nur diejenigen Datensätze berücksichtigt werden, die Rückschlüsse auf den Zustand der angesprochenen Torfsubstrate (erd 1-5, to 1-5, zer 1-5, amo) erlauben. Datensätze, die nur allgemeine Angaben zum Substrat („Mo“ oder „Nmo“) enthalten, ermöglichen keine Rückschlüsse auf den Bodenzustand zum Erhebungszeitpunkt. Die später erhobenen Daten des HUM und der MSU wurden i.d.R. mit dem Humifizierungsgrad nach POST beschrieben und können somit annähernd quantitativ in die Auswertung einbezogen werden. Dies trifft selbstverständlich

ebenso auf alle aktuellen Erhebungen zu, die nach der Bodenkundlichen Kartierungsanleitung (KA 5, AG BODEN 2005) oder deren Vorgänger erfasst wurden.

5.1.3.2 Vorgehensweise

Um den Degradierungszustand des Oberbodens zu ermitteln, wurde der „geringste“ Zersetzungsgrad abgefragt, der zum Erhebungszeitpunkt innerhalb der Tiefenstufe 0 - 30 cm vorgefunden wurde. Aus dem Zersetzungsgrad der Torfe kann direkt auf die Naturnähe von Moorstandorten geschlossen werden. Geringe Zersetzungsgrade in der obersten Bodenschicht stehen in engem Zusammenhang mit einem ausgeglichenen, moortypischen Wasserstand.

Die Naturnähe der nach bodenkundlicher Kartierungsanleitung aufgenommenen Standorte (nach 1990) wurde allein über deren Degradierungszustand bewertet und nicht mit weiteren Indizien unteretzt.

Im Gegensatz dazu wurden Standorte, die vor 1990 nach TGL 24300/04 (1985) bzw. deren Vorläufer erhoben wurden, mit ergänzenden Hinweisen unteretzt. Es wurden zusätzlich folgende Einzelparameter/Merkmale erhoben:

Nutzung zum Erhebungszeitpunkt - dotiert als Nutzungsintensität

Die Angaben der Nutzung zu Erhebungszeitpunkten vor 1990 sind zum Teil sehr allgemein gehalten, wie z. B. Grünland (G), Grünlandbrache (GB) oder Grünlandwechselwirtschaft (GW). Es ist nicht direkt zu erkennen, ob es sich um Grünland nasser oder feuchter Standorte bzw. ob es sich um eine extensive oder intensive Nutzung handelte. Bei allgemeinen Angaben wurden i.d.R. die für Moorstandorte eher schlechteren Bedingungen (frischer bis feuchter Standort, höhere Nutzungsintensität) angenommen.

Wasserstufen zum Erhebungszeitpunkt - dotiert als Abweichung von einer moortypischen Ausprägung

Die Wasserstufen nach ROTHKEGEL (1930), PETERSEN (1952) und TGL 80-24 301) geben Hinweise auf den Feuchtezustand des Bodens. Sie sind geeignet, die eher allgemeinen Angaben zur Nutzung und die daraus abgeleitete Nutzungsintensität zu korrigieren.

Nutzungsintensität (aktuell)

Im ersten Schritt wurden aus der BTLN (2009) die Nutzungsarten abgeleitet. Wie auch bei der Dotierung der Nutzung zum Ersterhebungszeitpunkt waren zum überwiegenden Teil nur allgemeine Aussagen zur Nutzungsintensität möglich. Wo dies möglich war, wurden in einem zweiten Schritt die Angaben der BTLN durch Angaben zur Flächennutzung aus dem InVeKoS (MIL 2014) ersetzt. Daten des InVeKoS bieten über die „Bindung“ eventuell die Möglichkeit, die Nutzungsintensität genauer zu unterscheiden. Im Rahmen dieses Verfahrens wurde dies nicht abgeprüft.

Im Übersichtsverfahren wurde ebenso davon abgesehen, Wasserstufen (analog PETERSEN) aus den Biotoptypen/Vegetationstypen (BTLN) abzuleiten. Die durch die Biotopcodes verschlüsselten Angaben zur Vegetation auf Basis der CIR-Luftbildauswertung sind hierfür zu allgemein gehalten. Die Identifikation naturnaher Vegetationsbestände auf Moorstandorten ist über Daten der selektiven, terrestrischen Biotoptypenkartierung (geschützte Biotope) sowie der FFH-Lebensraumtypenkartierung besser möglich. Allerdings liegen diese Daten nicht flächendeckend vor und sind somit für die Identifikation von naturnahen Moorstandorten im Übersichtsverfahren nicht geeignet. Sie stellen jedoch eine unverzichtbare Grundlage dar, um die im Übersichtsverfahren als potenziell naturnah abgeleiteten Moorstandorte im Gelände zu überprüfen.

5.1.3.3 Bewertung des Hauptparameters Naturnähe

Die Ableitung der Naturnähe für Flächen mit Standorterhebungen vor 1990 erfolgt über ein gewichtetes Mittel der Einzelparameter Degradierungsgrad zum Erhebungszeitpunkt, Nutzung zum Erhebungszeitpunkt, Wasserstufe zum Erhebungszeitpunkt und der aktuellen Nutzungsintensität. Es werden nur Standorte bewertet, für die auch heute noch Torfmächtigkeiten von ≥ 3 dm erwartet werden und für die mindestens die Parameter Degradierungsgrad, Nutzung zum Erhebungszeitpunkt und Nutzung aktuell belegt sind. Die Berechnung erfolgt nach folgenden Formeln:

Formel 1a (Standorterhebung vor 1990):

Naturnähe = $((\text{Dotierung Degradierungsgrad Erhebungszeitpunkt} * 2) + \text{Dotierung Nutzungsintensität Erhebungszeitpunkt} + \text{Dotierung Wasserstufe Erhebungszeitpunkt} + \text{Dotierung Nutzungsintensität aktuell})/5$

Formel 1b (Standorterhebung vor 1990 ohne Angaben zur Wasserstufe):

Naturnähe = $((\text{Dotierung Degradierungsgrad Erhebungszeitpunkt} * 2) + \text{Dotierung Nutzungsintensität Erhebungszeitpunkt} + \text{Dotierung Nutzungsintensität aktuell})/4$.

Lagen Informationen zu Sanddeckschichten vor, wurden diese im Übersichtsverfahren berücksichtigt. Sanddecken vermindern häufig die Zersetzung der darunterliegenden Torfschichten. Trotz dieses positiven Effekts stellen sie eine anthropogene Überprägung des Oberbodens dar und wurden als Malus (+ 0,25 Punkte) in der Gesamtbewertung der Naturnähe berücksichtigt.

Die Ableitung der Naturnähe für Flächen mit „aktuellen“ Standorterhebungen nach 1990 erfolgt vereinfacht als Funktion des Degradierungszustandes.

Formel 2 (Standorterhebung nach 1990):

Naturnähe = Dotierung des Degradierungsgrades des Oberbodens (vgl. Tab. 5)

5.1.3.4 Indexdotierung der Einzelparameter

Degradierungsgrad des Oberbodens (Tab. 5)

Hinweis: Hohe Zersetzungsgrade sind nicht ausschließlich auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen (z. B. natürlich höhere Zersetzungsgrade von Erlenbruchwaldtorfen, in Zeiten der Klimaschwankung). Eine trennscharfe Unterscheidung ist im Rahmen dieses Übersichtsverfahrens aber nicht möglich.

Merkmal: Zersetzungsgrad nach VON POST

Dotierung: Abweichung vom natürlichen Zustand des Torfes: 1 (sehr gering), 2 (gering), 3 (mittel), 4 (hoch), 5 (sehr hoch)

Nutzung zum Erhebungszeitpunkt (Tab. 6)

Merkmal: Nutzungsarten

Dotierung: Aus den Nutzungsarten abgeleitete Nutzungsintensität: 1 (sehr gering), 2 (gering), 3 (mittel), 4 (hoch), 5 (sehr hoch)

Wasserstufen zum Erhebungszeitpunkt (Tab. 7)

Merkmal: Wasserstufen

Dotierung: Abweichung von einer moortypischen Ausprägung der Feuchteverhältnisse: 1 (keine bis sehr gering), 2 (gering), 3 (mittel), 4 (hoch), 5 (sehr hoch)

Nutzungsintensität aktuell, abgeleitet aus der BTLN (Tab. 8)

Merkmal: Nutzungsarten

Dotierung: Aus den Nutzungsarten abgeleitete Nutzungsintensität:
1 (keine bis sehr gering), 2 (gering), 3 (mittel), 4 (hoch), 5 (sehr hoch)

Tab. 5: Indexdotierung des Degradierungsgrads des Oberbodens (Zersetzungsgrad nach VON POST, KA 5).

Merkmalsausprägung	Bezeichnung	Dotierung
1, 2, 3	Pflanzenstrukturen im Torf deutlich erkennbar, einziger bis nahezu einziger Torfbestandteil	1
4, 5		2
6	Pflanzenstrukturen im Torf etwas undeutlich, etwa zwei Drittel der Torfsubstanz ausmachend	3
7	Pflanzenstrukturen noch einigermaßen erkennbar, etwa die Hälfte der Torfsubstanz ausmachend	3
8	Pflanzenstrukturen sehr undeutlich, etwa nur noch ein Drittel der Torfsubstanz ausmachend	4
9	Pflanzenstrukturen fast nicht mehr erkennbar	4
10	vollkommen zersetzte Pflanzenstruktur (amorph)	5

Tab. 6: Indexdotierung der Nutzungsintensität zum Erhebungszeitpunkt.

Merkmalsausprägung	Nutzungsintensität	Dotierung
Naturwaldparzelle	ungenutzt	1
Ödland allgemein (naturnah, ungenutzt oder nur extensiv genutzt): Feucht-, Sumpf-, Wasserfläche; zerstochnes Moor	gering bzw. Nutzung länger zurückliegend	2
Kusselgelände, Gehölz, Unland, Brachfläche allgemein, Grünlandbrache, extensiv genutztes Grünland, Mähweide, „Grünland/ Forst“; „Forst allgemein“, Pflanzung, Aufforstung, Baumschule, Waldweide; unbekannte Nutzung (n. B.)	mittel	3
„Grünland allgemein“, Grünland-Wechselwirtschaft, intensiv genutztes Grünland, „Grünland/Acker“, „Acker/Grünland“,	hoch	4
„Grünland/Acker/Forst“, „Ackerfläche allgemein“, Ackerbrache, sonstige Nutzung wie Wildacker, Kleingartenanlage, Hausgarten, Gartenland, Golfplatz, versiegelte und verbaute Fläche, Halde (Aufschüttung), Steine- und Erdenabbau (Gruben, Steinbrüche), Trockenfläche	sehr hoch	5

Tab. 7: Indexdotierung der Wasserstufen zum Erhebungszeitpunkt.

Merkmalsausprägung	Bezeichnung	Dotierung
5+	nass	1
4+	halbnass	2
3+	etwas zu nass (feucht)	3
2+	feucht bis frisch (mäßig feucht)	4
1	frisch	5
2-	mäßig trocken (wechselfrisch)	5
2+/-	mäßig wechselfeucht	5
3+/-	wechselfrisch	5
3-	trocken	5
4-	sehr trocken	5
5-	dürr	5

Tab. 8: Indexdotierung der aktuellen Nutzungsintensität.

Merkmalsausprägung	Nutzungsintensität	Dotierung
<ul style="list-style-type: none"> – Moor- und Sumpfvvegetation (allgemein), moosdominierte Moore (Torfmoosrasen, Torfmoos-Seggenriede und Braunmoos-Seggenriede), Großseggen- und Röhrichtmoore – Moor- und Bruchwälder, Moorgehölze/-gebüsche (nat. Sukzession), naturnahe Moorgewässer 	ungenutzt	1
<ul style="list-style-type: none"> – Großseggenwiesen (Streuwiesen) – Grünlandbrachen feuchter Standorte, Hochstaudenfluren feuchter bis nasser Standorte (z. T. hervorgegangene aus brachliegenden Feuchtwiesen) – Gebüsche und Gehölze nasser Standorte (gewässerbegleitend und auf überprägten Niedermoorstandorten), Vorwälder feuchter Standorte, wiedervernässte Grünlandbrachen – naturnahe Auen- und Laubwälder – Wasservegetation und Röhrichtgesellschaften (Großröhrichte, Schilfröhrichte, Rohrkolbenröhrichte) in und an Fließ- und Standgewässern (naturnah) 	gering bzw. Nutzung länger zurückliegend, Drainage funktionslos	2
<ul style="list-style-type: none"> – Feuchtwiesen und Weiden, wechselfeuchtes Auengrünland, Flutrasen – Grünlandbrachen frischer Standorte (incl. deren Staudenfluren), ruderale Gras- und Staudenfluren – Erlenbestände, Laubholzforste, Gebüsche und Gehölze frischer Standorte – wiedervernässtes Feuchtgrasland 	mittel	3
<ul style="list-style-type: none"> – Intensiv- und Saatgrasland, Frischwiese, -weide, Zierrasen, Grünlandbrachen trockener Standorte, Mischforste, Streuobstwiesen 	hoch	4
<ul style="list-style-type: none"> – Acker, Sanddeckkultur, Nadelholzforste, Sekundärstandorte – naturferne Fließ- und Standgewässer – vegetationsfreie Standorte, sonstige Nutzungen: Gärten, sonstige Nutzung wie Sonderkulturen, Gärten, Sport- und Reitplätze, Siedlungen/Bebauung 	sehr hoch	5

5.1.3.5 *Geländeverification der abgeleiteten Naturnähe von Moorböden an ausgewählten Standorten*

Die im Übersichtsverfahren prognostizierte Naturnähe von Moorböden wurde an 21 zufällig ausgewählten Standorten mit einer Indexdotierung zwischen 1 - 2,2 (laut Übersichtsverfahren) überprüft. Ziel war es die Spannweite zu ermitteln, bei der im Übersichtsverfahren

mit hoher Wahrscheinlichkeit naturnahe bis mäßig naturnahe Moorböden identifiziert worden sind. Zugleich diente die Geländeverification der Qualitätssicherung des Bewertungsansatzes sowie der Überprüfung der Datengrundlagen.

Der Vergleich der Indexdotierung Naturnähe im Übersichtsverfahren und nach der Vorort-Begehung (vgl. Tab. - A 7) sowie die Dokumentation der Profile sind im Anhang (Kapitel 8.7) enthalten. Vier der ausge-

wählten Standorte waren nicht für eine Verifikation geeignet. Entweder waren die Standorte zwischenzeitlich z.B. durch Torfabbau (Profil-ID 2897_1.6, 4770_1.6) stark verändert oder die Zielpunkte durch Überstauung (1539_1.6, 451_2.2) nicht erreichbar.

Im Gelände wurden die folgenden für die Bestimmung des Hauptparameters Naturnähe erforderlichen Daten bis in eine Tiefe von 1 m erhoben: Bodenhorizonte mit Tiefenangaben, Bodenart bzw. Torfart, Zersetzungsgrad, Humus- und Kalkgehalt, Hydromorphie Merkmale und aktuelle Bodenfeuchte. Nutzungsart, Vegetation und anthropogene Veränderungen wurden vermerkt.

Die überwiegende Anzahl der aufgesuchten Bohrpunkte lag in ungenutzten Bereichen mit naturnaher Vegetation (Birkenmoorwald, Grauweiden-Erlen-Gebüsch, Erlen-Moorgehölz, Schilfröhricht, Großseggen-Schwarzerlenwald) sowie in extensiv genutzten Flächen (Feuchtwiesen, absterbende Pappelforste etc.). Eine frühere Nutzung „Grünland“ und „Grünland/Forst“, wie beispielsweise im Titelsatz der Altdaten häufig angegeben, war anhand der Vegetationsstrukturen meist nicht (mehr) zu erkennen, wohl aber am Zustand des Oberbodens.

Auf Basis der aktuellen Geländebefunde wurde der Hauptparameter Naturnähe erneut bewertet. Um die Veränderungen zwischen der bodenkundlichen Ersterhebung und der Nacherhebung (aktuelle Geländeverifikation) zu berücksichtigen, wurde die, für die Bestimmung der Naturnähe im Übersichtsverfahren aufgestellte Formel um die Parameter „aktueller Degradierungsgrad“ und „aktuelle Wasserstufe“ erweitert. Zudem wurde die aus der BTLN abgeleitete aktuelle Nutzungsintensität (Dotierung) nach der terrestrischen Begehung korrigiert, wenn beispielsweise ein abweichender Biotoptyp festgestellt wurde.

Die Dotierung des aktuellen Degradierungsgrades folgt der Tab. 5 (vgl. Degradierungsgrad Ersterhebung). Bei den aus der aktuellen Vegetation abgeleiteten Wasserstufen handelt es sich um eine vereinfachte Einschätzung, da die Begehung einmalig in der Zeit der Vegetationsruhe erfolgte und ohne Auskartierung einzelner Pflanzengesellschaften. Um einen Vergleich mit den Wasserstufen zum Zeitpunkt der Ersterhebung zu ermöglichen, wurde bewusst auf das von KOSKA (2001) erweiterte Schema der Wasserstufen verzichtet, auch wenn dieses u. a. die zugenommene Wechsellösung bzw. -feuchte auf Niedermoorflächen besser abbildet.

Hinweise zu schwankenden Wasserverhältnissen

konnten aus den Momentaufnahmen der Bodenfeuchte gewonnen werden (z. B. Stauwasser, keine vollständige Durchfeuchtung des Profils). Somit können aktuell insbesondere bei Schilfröhrichten und Moorwäldern die Wasserverhältnisse über die Wasserstufe ggf. zu gut bewertet worden sein, da an den meisten der überprüften Standorte aktuell keine Mudde- oder Torfakkumulation nachgewiesen wurde. Da keine sicheren Aussagen zu den tatsächlichen mittleren Grundwasserständen möglich waren, wurden bei einigen Vegetationstypen zwei Wasserstufen angegeben, um somit auf höhere Schwankungsamplituden hinzuweisen (vgl. Tab. - A 2 im Anhang).

In Übereinstimmung mit KLINGENFUß et al. (2015b) wird darauf hingewiesen, dass naturnahe Vegetationsstrukturen nicht per se naturnahe Moorbodenverhältnisse implizieren. Die Unterscheidung, ob es sich bei Moorgehölzen um natürliche Alterungsstadien oder Sukzessionsstadien nach einer Nutzungsphase handelt, ist anhand von Luftbildauswertungen nicht zweifelsfrei erkennbar. Im Gelände hingegen kann diese Unterscheidung sicher vorgenommen werden, z. B. wenn ein Gehölz/Waldbestand auf einem Moos- oder Radzellentorf stockt, aber Holztorfe fehlen. Bei einem Gehölzdeckungsgrad von > 30 % wurde die Dotierung für die Wasserstufe als auch Naturnähe um eine Stufe herabgesetzt.

Die Formel für die Bewertung der Naturnähe lautet:

$$\text{Naturnähe} = ((\text{Dotierung Degradierungsgrad Erhebungszeitpunkt} * 2) + (\text{Dotierung Degradierungsgrad Nacherhebung} * 2) + \text{Dotierung Nutzungsintensität Erhebungszeitpunkt} + \text{Dotierung Wasserstufe Erhebungszeitpunkt} + \text{Dotierung Wasserstufe aktuell} + \text{Dotierung Nutzungsintensität aktuell (korrigiert)}) / 8$$

Bei Vorhandensein einer Sanddecke wird die Dotierung des Summenparameters mit einem Malus von + 0,25 Punkten versehen.

Anhand des aktuellen Oberbodenzustandes, des Gesamterscheinungsbildes des Profils und dessen Einbettung in den Naturraum wurde die Naturnähe des Moorbodens bestimmt und klassifiziert. Folgende Merkmalsausprägungen wurden definiert (Tab. 9):

Tab. 9: Naturnähe von Moorböden, abgeleitet aus der Ausprägung des Oberbodenzustandes.

Naturnähe Moorboden	Merkmalsausprägung des Oberbodens
naturnah bis mäßig naturnah	nHw-, nHr-Horizonte, Zersetzungsgrad (ZG) H 1 - H 4 *H 5, geringmächtiger nHv-Horizont (< 10 cm) und geringmächtige Sanddecke sind zulässig, wenn darunter Torfe mit ZG ≤ H 4 folgen. Genannte Merkmale geben Hinweise auf eine schwache Überprägung des Oberbodens durch frühere Nutzung. Sanddecken deuten auf erschwerte Nutzungsbedingungen hin.
schwach degradiert	nHv-Horizonte, Zersetzungsgrad ≥ H 5
stark degradiert (naturfern)	nHvm-, nHm-, nHa-Horizonte und/oder mindestens 3 dm amorpher Torf

Die 17 für den Vergleich der Indexdotierung „Naturnähe“ geeigneten Profile wurden entsprechend ihrer Eigenschaften klassifiziert und in der Tab. 11 aufsteigend nach der Indexdotierung aus dem Übersichtsverfahren sortiert. Abweichungen von der Dotierung im Übersichtsverfahren ergeben sich aktuell durch Verschlechterung des Oberbodenzustandes und Veränderung der Wasserstufe.

Wie aus Tab. 11 ersichtlich, wurden drei von vier Profilen mit einer Indexdotierung aus dem Übersichtsverfahren ≤ 1,5 aktuell als naturnah bis mäßig naturnah bewertet. Bei einer Dotierung von > 2,0 wurden drei von vier Profilen als naturfern eingestuft. Von den untersuchten Profilen mit einer Dotierung > 1,5 ≤ 2,0 wurden fünf als naturnah bis mäßig naturnah, drei als schwach degradiert und ein Profil als naturfern klassifiziert. Während sich die naturnahen von den naturfernen Moorböden im Übersichtsverfahren gut voneinander trennen lassen, gelingt die Trennung zwischen mäßig naturnahen und schwach degradierten Moorböden nicht vergleichbar scharf. Hier besteht u. U. noch Potenzial für eine Fortentwicklung des Verfahrens.

Auch wenn für eine statistische Absicherung der Indexdotierung aus dem Übersichtsverfahren der Stichprobenumfang noch zur gering ist, bestätigen die Geländebefunde die generelle Anwendbarkeit des Bewertungsansatzes. Aufbauend auf den Ergebnissen der Geländeverifikation wird die im Übersichtsverfahren ermittelte Indexdotierung wie in Tab. 10 bewertet.

Tab. 10: Einstufung der Indexdotierung für den Hauptparameter „Naturnähe“.

Indexdotierung	verbale Bewertung der Naturnähe von Moorböden
≤ 1,5	überwiegend naturnah
> 1,5 ≤ 2,0	mäßig naturnah bis schwach degradiert
> 2,0 - 5,0	überwiegend stark degradiert (naturfern) Das Vorkommen von naturnahen bis mäßig naturnahen Moorböden ist praktisch auszuschließen.

Tab. 11: Vergleich der Indexdotierung aus dem Übersichtsverfahren und aus der Nacherhebung für den Hauptparameter Naturnähe.

Einstufung	Profil-ID	Index Naturnähe		Bodenform (vereinfacht)	Vegetation
		Übersichtsverfahren	Vorort		
naturnah bis mäßig naturnah	3929_1	1	1,5	kolluvial überdecktes Niedermoor aus Kolluvialsand über Braunmoostorf	Birkenmoorwald mit Erle
naturnah bis mäßig naturnah	4249_1	1	1,3	Normniedermoor aus Torfmoostorf über Braunmoostorf	Birkenmoorwald
schwach degradiert	3370_1.4	1,4	1,9	Erdniedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf	abgestorbener Bruchwald
naturnah bis mäßig naturnah	4777_1.4	1,4	1,5	Normniedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf	Weidengehölz
schwach degradiert	2508_1.6	1,6	1,8	flachgründiges Erdniedermoor aus Schilf und Seggentorf über Mudde	Schilfröhricht
naturnah bis mäßig naturnah	4329_1.6	1,6	1,6	Erdniedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf über Detritusmudde	Schilfröhricht
naturnah bis mäßig naturnah	4506_1.6	1,6	1,75	Normniedermoor aus Seggen- und Braunmoostorf über Lebermudde	Großseggen-Schwarzerlenwald
naturnah bis mäßig naturnah	4801_1.6	1,6	1,6	flacher Gley über Niedermoor aus Kippsand über Braunmoos-Seggentorf	Schilfröhricht
naturnah bis mäßig naturnah	2251_1.8	1,8	1,6	schwach vererdetes Niedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf	Grauweiden-Erlen-Gebüsch
naturnah bis mäßig naturnah	3407_1.8	1,8	1,6	Normniedermoor aus Moos- und Seggentorf	Erlen-Moorgehölz
schwach degradiert	2261_1.8	1,8	2,1	flachgründiges Erdniedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf über Organomudde	Feuchtwiese (sehr extensiv), Vogelschutz
schwach degradiert	950_2.0	2,0	2,1	flache Mudde über Erdniedermoor aus Ton über Seggen- und Schilftorf	Schilfröhricht
naturfern	2304_2.0	2,0	2,4	Erdniedermoor aus Seggentorf über Schluffmudde	Schilfröhricht
naturfern	1440_2.2	2,2	3	Moorgley aus amorphen Torf über Ton- und Detritusmudde	absterbender Pappel-forst
naturfern	2799_2.2	2,2	2,5	Erdniedermoor aus Seggen- und Schilftorf mit geringmächtiger Auenlehmschicht (7 cm)	Rohrglanzgras (sehr extensiv), Vogelschutz
naturfern	4525_2.2	2,2	3	Mulmniedermoor aus amorphen Torf über Kalkmudde	Rohrglanzgras (sehr extensiv)
schwach degradiert	5019_2.2	2,2	2,4	Erdniedermoor aus Braunmoos- und Seggentorf	abgestorbener Bruchwald

5.1.3.6 Bewertungsergebnisse

Im Übersichtsverfahren wurde die Naturnähe bei 57.792 Profilen abgeschätzt (vgl. Tab. 12). 95 % der Profile müssen als potenziell stark degradiert eingestuft werden. Lediglich 0,4 % (216 Profile) wurden als überwiegend naturnah und 4,1 % (2.352 Profile) als mäßig naturnah bis schwach degradiert bewertet (vgl. Abb. 1). Insgesamt können < 5 % der untersuchten Moorböden ihre Lebensraumfunktion überwiegend uneingeschränkt erfüllen.

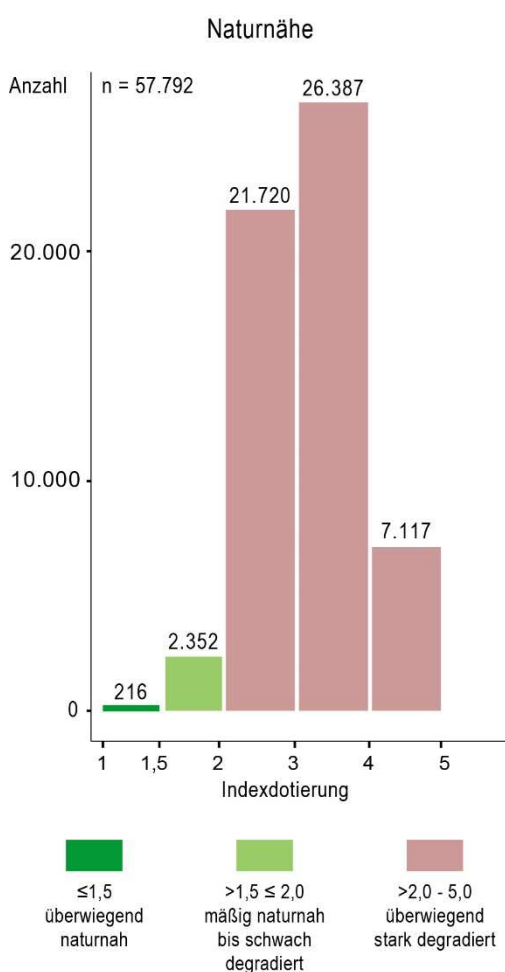


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung für den Hauptparameter Naturnähe

Tab. 12: Anzahl von Profilen aus verschiedenen Erhebungsverfahren, bei denen die potenzielle Naturnähe bewertet wurde.

Erhebungsverfahren	Anzahl bewerteter Profile
Moorbodenkarte Bbg. (MKB)	3.553
LBGR	82
MSU	833
BS	14.553
HUM	38.735
BSE	36
Summe	57.792

5.1.3.7 Qualitätssicherung des Übersichtsverfahrens für den Parameter Naturnähe

Die Standorte, die im Übersichtsverfahren als naturnah mit geringen Zersetzungsgraden im Oberboden ausgewiesen wurden (Indexdotierung $\leq 1,5$), konnten als solche bestätigt werden. Unschärfer wird die Prognose der Naturnähe bei Profilen mit einer Dotierung $1,5 \leq 2,0$.

Im bestehenden Ansatz ist der Blick auf die Nutzung zum Zeitpunkt der Ersterhebung und der aktuellen Nutzung (BTLN 2009) gerichtet. Die Nutzung im dazwischenliegenden Zeitraum, der mindestens 30 bis 50 Jahre umfasst, bleibt bisher unberücksichtigt. Am Beispiel der durchgeführten Nacherhebungen wurde deutlich, dass aktuell ungenutzte Standorte überwiegend einen schlechteren Oberbodenzustand aufwiesen als dies die aktuellen naturnahen Vegetations- und Biotopstrukturen erwarten ließen. Diese Abweichung deutet darauf hin, dass Flächen zwischen der Ersterhebung und Nacherhebung intensiver genutzt worden sein müssen. Der bisherige Verfahrensansatz bildet demnach insbesondere bei Standorten, die erst nach der bodenkundlichen Ersterhebung intensiver landwirtschaftlich genutzt wurden, den fortgeschrittenen Degradierungszustand nicht hinreichend ab.

Verbesserung der Informationen zur Nutzungsintensität durch Einbindung der BTLN 1993 und INVEKOS-Daten

Die Prognose der Naturnähe bzw. des Degradierungsgrades kann geschärft werden, indem mindestens ein weiterer Nutzungszeitschnitt betrachtet wird. Durch die zusätzliche Einbindung der BTLN 1993 besteht die Möglichkeit, Flächen zu identifizieren, die entweder bis zu Beginn der 1990er Jahre noch intensiv genutzt und von Meliorationsmaßnahmen beeinflusst oder bereits zu diesem Zeitpunkt ungenutzt/naturnah waren. Je genauer die Kenntnis der Nutzungsintensität über verschiedene Zeitschnitte ist, desto höher ist die Aussageschärfe der Indexdotierung.

Zudem können aus den InVeKoS-Daten genauere Angaben zur Nutzungsintensität abgeleitet werden. Bisher wurden Nutzungsangaben nur vereinfacht übernommen (Acker, Grünland, Sonstiges). Über eine zusätzliche Auswertung z. B. der genauen Fördermaßnahmen (Kulturarten, Nutzungszeitpunkt und -häufigkeit, Wasserstandshaltung, Nutzungsbeschränkungen) ist es teilweise möglich, die Nutzungsintensität stärker zu differenzieren.

Verbesserung der Prognosesicherheit durch Weiterführung von Nacherhebungen und Einbeziehung weiterer Daten

Moorbodenstandorte, die auch heute noch landwirtschaftlich genutzt werden, werden im Übersichtsverfahren überwiegend als naturfern erfasst. Von 550 Profilen aus dem HUM, die im Rahmen der aktualisierten Moorbodenkarte für Brandenburg neu erhoben wurden, erhielten nur fünf Profile im Übersichtsverfahren eine bessere Dotierung als 2,0.

Zielführend ist es, auf aktuell ungenutzten Standorten, für die Altdaten aus dem HUM (MOORARCHIV 1952-1972) vorliegen, weitere Nacherhebungen in ausreichender Stichprobenanzahl durchzuführen, um die schwach degradierten besser von den stark degradierten Moorböden zu trennen und dadurch den Bewertungsansatz und die Prognosesicherheit verbessern zu können. Im Schnitt ist die Indexdotierung der Naturnähe aus der Nacherhebung um 0,25 schlechter als aus dem Übersichtsverfahren. Infolge dessen wird sich voraussichtlich die Anzahl der als schwach degradiert eingestuften Moorböden verringern.

Hingegen kann sich durch Einbeziehung weiterer Daten die Anzahl naturnaher bis mäßig naturnaher Moorböden erhöhen. Dazu zählen naturnahe Moorbiootope, die im vorliegenden Übersichtsverfahren bisher nicht berücksichtigt wurden, weil keine bodenkundlichen Erhebungen vorlagen, oder Moorflächen, die im Rahmen von EU-LIFE-Projekten und Forschungsarbeiten detailliert untersucht wurden.

Alte Torfstiche können nicht sicher durch die BTLN erfasst werden. Auch hier scheint eine Nachbesserung des Verfahrens durch Einbeziehung von weiteren Daten sinnvoll.

5.2 Funktion als Archiv der Naturgeschichte

Moorböden dokumentieren durch die abgelagerten Moorsubstrate und Mineraleinlagerungen verschiedene Phasen der Naturgeschichte und Landschaftsentwicklung sowie anthropogene Einflüsse. Die Entwässerung und Nutzung von Moorböden zerstört mittel- bis langfristig unwiederbringlich ihre Archivfunktion. Insbesondere auf flach- bis mittelgründigen Standorten ist die Funktion als Archiv der Naturgeschichte infolge der Torfmineralisierung zum Teil verlorengegangen. Umso dringlicher ist es, verbliebene wertvolle Moorböden zu sichern. Das sind neben den naturnahen Moorböden ebenso genutzte Böden, die trotz stärkerer Oberbodendegradierung, bei großer Torfmächtigkeit und Vorkommen von gering zersetzten Torfen, Kalkmudden oder besonderen Moorsubstraten (Raseneisenerz, Vivianit, Siderit u. a.) wertvolle Archive darstellen.

5.2.1 Brandenburger Ansatz

Nach LUA 2003 gelten organische Böden mit Anreicherung von Raseneisenstein, naturnahe Moore, Kalkmoore und Auenüberflutungsmoore als Archivböden. Wertbestimmend sind die Kriterien Repräsentativität, Seltenheit, Naturnähe und Flächengröße (vgl. Tab. - A 3 im Anhang). Der Bewertungsansatz sollte allgemeiner aufgestellt und durch folgende Betrachtungsweise modifiziert werden.

5.2.2 Modifizierter Ansatz im Übersichtsverfahren

Moorböden, deren Substrate in ihrer natürlichen Abfolge relativ unverändert und vollständig erhalten sind (pedogen unveränderte Torfe), dokumentieren Pro-

zesse zu historischen Klima- und Vegetationsverhältnissen sowie der Landschaftsgenese am besten. Je höher in einem Profil unveränderte Substrate anstehen bzw. je mächtiger die Schicht unveränderter Substrate im Untergrund auch bei genutzten Mooren ist, desto umfangreicher ist ein Moor als Archiv der Naturgeschichte.

Nur vollständig erhaltene Moorprofile, die ausschließlich nHw- und nHr-Horizonte aufweisen und deren Torfarten eindeutig ansprechbar sind (Qualität: Zersetigungsgrad \leq H 6, vgl. KA 5) stellen vollständige Archive dar. Alle anderen Profile mit pedogen veränderten Ober- und Unterböden (nHv-, nHm-, nHa-, nHt-Horizonte und Torfzersetigungsgrade \geq H 7) sind als unterschiedlich stark gekappte Profile anzusprechen und liefern nur unvollständige Archive.

Der Umfang eines Moorarchivs ergibt sich aus der Differenz der Unterkante des letztmaligen Auftretens von unveränderten Torfen einschließlich organischer Mudden und der Oberkante des erstmaligen Auftretens eines für einen Archivboden tauglichen Horizontes. Das Vorkommen von Kalkmudden und Raseneisenstein wird in der Bewertung gesondert berücksichtigt.

In Abhängigkeit von seiner Mächtigkeit beschreibt ein Moorboden verschieden große Zeiträume der Naturgeschichte. Mächtige Moore, z. B. Verlandungs- oder Durchströmungsmoore bilden i.d.R. einen längeren Zeitraum der Landschaftsgenese ab und stellen damit potenziell ein umfangreicheres Archiv der Naturgeschichte dar als z. B. flachgründige Versumpfungsmoore. Der jährliche Torfzuwachs kann in Abhängigkeit von den herrschenden Bildungsbedingungen, z. B. beschrieben über die hydrogeologischen Moortypen, erheblich streuen. Er liegt in einem Bereich von 0,5 mm bis 8 mm (LUTHARDT & ZEITZ 2014). Bei tieferliegenden, komprimierten Torfen ist von einer durchschnittlichen Höhenzuwachsrate von 1 mm/a auszugehen. Ebenso ist die absolute stratigraphische Einordnung auf Basis der vorliegenden Daten schwierig, da Altersdatierungen mittels Radiocarbonatierung (C^{14} -Analyse) in der Regel auf wenige, wissenschaftlich untersuchte Standorte beschränkt sind.

Um den Blick in die Vergangenheit, den ein Moorarchiv aufgrund seiner Mächtigkeit potenziell ermöglichen kann, zumindest grob einzuordnen, wird in diesem Verfahren eine Torfbildungsrate von 1 mm/Jahr angenommen und diese mit der Gesamtmächtigkeit

aller gering bis unveränderten, teilweise komprimierten Torfsubstrate multipliziert.

Zusammengefasst wird die Archivfunktion Brandenburger Moorböden über die Parameter Vollständigkeit des Profils und Mächtigkeit der Moorsubstrate bewertet.

Zudem können weitere spezifische Merkmale wie das Vorkommen von Sondersubstraten (z. B. Raseneisenstein oder Vivianit), die Auskunft über besondere Verwitterungsprozesse im landschaftlichen Zusammenhang geben, herangezogen werden. Zukünftig sollte ebenso die regionale bzw. überregionale Seltenheit der hydrogenetischen Moortypen (HGMT) berücksichtigt werden. ROßKOPF et al. (2015) beschreiben ein Verfahren zur Ausweisung der HGMT auf Basis der naturräumlichen Einbettung. Allerdings bauen die bis dato hierzu vorliegenden Ergebnisse für Brandenburg i. W. auf den Daten der Bodenschätzung auf. Um die Seltenheit von Moortypen berücksichtigen zu können, müssten die Flächenanteile der HGMT auf Basis der Datengrundlagen der aktualisierten Moorbodenkarte erneut bewertet/kartiert werden.

5.2.2.1 *Mindestanforderung für die Verwendung eines Datensatzes*

Es sollen nur solche Punktdaten verwendet werden, für die verlässliche Angaben zu Horizontausbildungen und/oder Zersetzungsgraden vorliegen und deren Erkundungstiefe > 1 m ist. Für den Datenbestand des HUM und MSU gilt einschränkend, dass belastbare Horizontangaben (nHr, nHw) erst in den 1980er Jahren systematisch nach TGL (1985) erfasst wurden. Die Datenanalyse stützt sich daher hauptsächlich auf die Auswertung des Humifizierungsgrades nach POST. Alle aktuellen Erhebungen nach 1990, die nach der Bodenkundlichen Kartierungsanleitung (KA 5) erfasst wurden, konnten quantitativ berücksichtigt werden.

5.2.2.2 *Vorgehensweise*

- Abfrage vollständiger Profile: Es wurden solche Profile gefiltert, deren 1. Horizont zum Erhebungszeitpunkt als Wasserwechsel- (nHw) oder Reduktionshorizont (nHr) gekennzeichnet oder für den ein Zersetzungsgrad \leq H 6 belegt wurde.
- Abfrage unvollständiger Profile: Es wurden solche

Profile gefiltert, die zum Erhebungszeitpunkt in einer Tiefenstufe > 0 und ≤ 30 cm unter GOK nHw-, nHr-Horizonte oder einen Zersetzungsgrad ≤ H 6 aufwiesen. Diese Profile sind als mäßig vollständig anzusehen. Alle anderen Profile, die zum Erhebungszeitpunkt erst tiefer als 30 cm nHw-, nHr-Horizonte oder ein Zersetzungsgrad ≥ H 6 aufwiesen, werden als gekappte bzw. degradierte Profile eingestuft.

5.2.2.3 Bewertung der potenziellen Archivfunktion

Die Ableitung der potenziellen Archivfunktion eines Moorbodens erfolgt über ein gewichtetes Mittel der Einzelparameter Vollständigkeit des Profils und Gesamtmächtigkeit der für ein Archivprofil tauglichen, pedogen unveränderten Substrate. Um den Wert vollständiger Profile zu unterstreichen, wird der Parameter Vollständigkeit mit 1,5 multipliziert.

Zu- und Abschläge

Da der aktuelle Zustand von Standorten, die vor 1990 erhoben wurden, nicht hinreichend genau bekannt ist, wird bei Altdaten das Ergebnis der Indexdotierung „Vollständigkeit“ um eine Stufe herabgesetzt, z. B. von Stufe 1 auf Stufe 2 (Malus + 1).

Formel 1 (Standorterhebung nach 1990):

Archiv = ((Dotierung Vollständigkeit des Profils zum Erhebungszeitpunkt*1,5) + (Dotierung Mächtigkeit*))/2,5

Formel 2 (Standorterhebung vor 1990):

Archiv = (((Dotierung Vollständigkeit des Profils zum Erhebungszeitpunkt + 1)*1,5) + (Dotierung Mächtigkeit*))/2,5

*Treten Kalkmudden mit einer Mächtigkeit > 1 m auf, wird das Ergebnis der Indexdotierung „Mächtigkeit“ um eine Stufe verbessert, z. B. von Stufe 2 auf Stufe 1 hochgesetzt (Bonus -1).

Beim Auftreten von Sondersubstraten wie Raseneisenerz, Vivianit (Blaueisenerz) und Siderit (Weißeisenerz) wird das Gesamtergebnis geringfügig verbessert (Bonus - 0,25).

5.2.2.4 Indexdotierung der Einzelparameter

Vollständigkeit des Profils (Tab. 13)

Merkmale: Oberbodenzustand: nHw, nHr und/oder Zersetzungsgrad ≤ H 6

Dotierung: Vollständigkeit der abgelagerten Torfsubstrate bei aktuellen Erhebungen: 1 - vollständig, 2 - mäßig vollständig, 3 - unvollständig

Bei Altdaten wird die Indexdotierung um eine Stufe herabgesetzt: 2 – vollständig, 3 - mäßig vollständig, 4 – unvollständig.

Tab. 13: Indexdotierung der Vollständigkeit eines Moorbodenprofils.

Tiefenstufe	Dotierung
1. Horizont	1
> 0 ≤ 30 cm	2
≥ 30 cm	3

Gesamtmächtigkeit (Tab. 14)

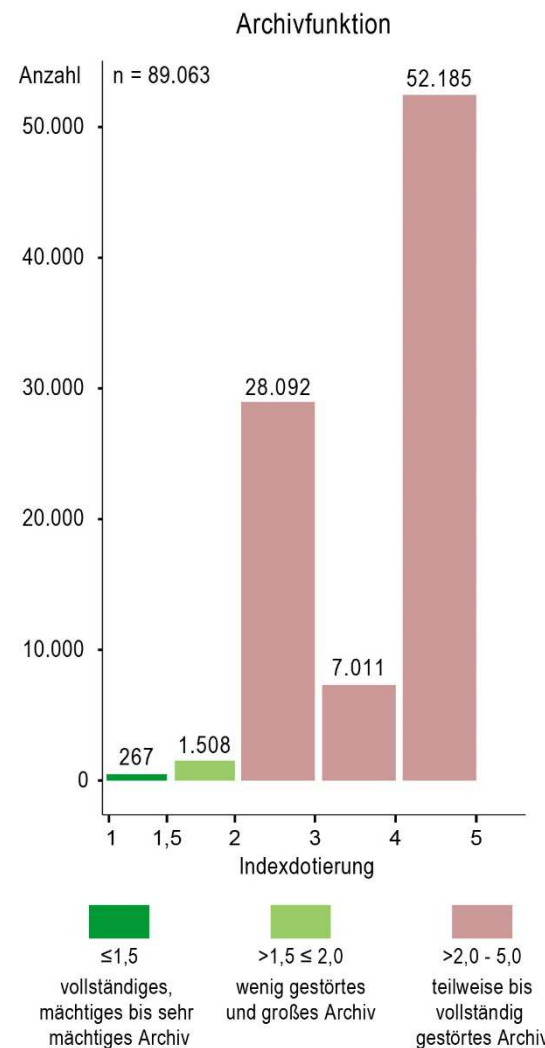
Merkmale: Mächtigkeit der Schicht unveränderter Torfe

Dotierung: Zeitspanne des Blicks in die Vergangenheit (angenommene Torfzuwachsrate von 1 mm/a); 3 - mittel, 2 - hoch, 1 - sehr hoch

Tab. 14: Indexdotierung der Gesamtmächtigkeit und Blick in die Vergangenheit, den ein Moorarchiv potenziell ermöglichen kann.

Merkmalsausprägung	Bezeichnung	Epoche	Dotierung
0,2 ≤ 1 m	0,2 bis 1 m mächtig, Rückblick auf mindestens 200 bis 1000 Jahre	Neuzeit (ab 1500 n. Chr.) und Mittelalter (1200 bis 1500 n. Chr.)	3

≤ 2 m	1 bis 2 m mächtig, Rückblick auf mindestens 1000 bis 2000 Jahre	Slawenzeit (600 bis 1200 n. Chr.) und Völkerwanderung (375 bis 600 n. Chr.)	2
> 2 m	> 2 mächtig, Rückblick auf mehr als 2000 Jahre	Eisenzeit (800 bis 50 v. Chr.) und älter	1



Die Einstufung und Bewertung der Indexdotierung für die potenzielle Archivfunktion folgt der Tab. 15.

Tab. 15: Einstufung der Indexdotierung für die potenzielle Archivfunktion.

Indexdotierung	verbale Bewertung
≤ 1,5	vollständiges, mächtiges bis sehr mächtiges Archiv
≤ 2,0	wenig gestörtes und großes Archiv
> 2,0 - 5,0	teilweise bis vollständig gestörtes Archiv

5.2.2.5 Bewertungsergebnisse

Im Übersichtsverfahren wurde bei insgesamt 89.063 Profilen die Ausprägung der Archivfunktion bewertet (vgl. Tab. 16). Wie der Abb. 2 zu entnehmen ist, müssen 98 % der Profile als teilweise bis vollständig gestörte Archive betrachtet werden. Nur 0,3 % der Profi-

le (267) stellen demnach vollständig erhaltene und mächtige Archive dar. 1,7 % der Profile (1.508) können als wenig gestörte und große Archive bewertet werden.

Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der potenziellen Archivfunktion

Tab. 16: Anzahl von Profilen aus verschiedenen Erhebungsverfahren, bei denen die potenzielle Archivfunktion bewertet wurde.

Erhebungsverfahren	Anzahl bewerteter Profile
LBGR	215
MKB	3.924
ROH	6
MSU	3.497
BS	36.032
HUM	44.959
BSE	430
Summe	89.063

5.3 Klimaschutzfunktion

5.3.1 Vorhandene Ansätze

Eine Klimaschutzfunktion des Bodens ist im BBodSchG bislang nicht bestimmt, deren Aufnahme wird aber in Fachkreisen konsequent gefordert (LABO 2010). Auch stehen Methoden zur Erfassung und Bewertung des Kohlenstoffspeichers (u. a. FELL et al. 2015, KLINGENFUß et al. 2015b) zur Verfügung.

FELL et al. (2016) haben ein Verfahren entwickelt, um die Vulnerabilität von Moorstandorten gegenüber Kohlenstoffverlusten unter den gegebenen natürlichen und sozioökonomischen Bedingungen zu berechnen. Die Vulnerabilität hängt ab von dem Kohlenstoffvorrat, der Landnutzung, dem Untergrund und der Bedeckung (vgl. Kapitel 8.3 Anhang).

KLINGENFUß et al. (2015b) stellen verschiedene C-Pools für die Bewertung der Klimaschutzleistung vor. Neben dem gesamten C-Pool können der gefährdete bzw. der labile, gefährdete C-Pool der entwässerten Horizonte berechnet werden.

5.3.2 Ansatz im Übersichtsverfahren

In Anlehnung an KLINGENFUß et al. (2015b) soll in diesem Übersichtsverfahren die Ausprägung der Klimaschutzfunktion vereinfacht über die Abschätzung des standortspezifischen C-Vorrates differenziert und bewertet werden. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Berliner Verfahren wurde der Bewertungsansatz von FELL et al. (2016) im Übersichtsverfahren nicht angewandt.

5.3.2.1 *Mindestanforderungen für die Verwendung eines Datensatzes*

Die C-Speicherleistung soll in diesem Rahmen lediglich hinreichend genau abgeschätzt werden. Hierfür ist eine Unterscheidung auf dem Niveau von Torf- bzw. Muddearten nicht notwendig. Sämtliche Profile, für die sowohl die Mächtigkeit der organischen Substrate als auch deren Nutzungshistorie hinreichend genau bekannt sind, gelten somit als für das Verfahren geeignet.

5.3.2.2 *Vorgehensweise*

Der C-Speicher ist eine Funktion der das Profil aufbauenden Horizonte und Substrate sowie deren spezifischer C-Gehalte (Corg) und Trockenrohddichten

(TRD). Dichten und C-Gehalte unterscheiden sich signifikant in Abhängigkeit der anthropogenen Überprägung. Stark degradierte Torfe weisen charakteristisch hohe Trockenrohddichten ($\sim 0,41 \text{ g/cm}^3$) bei gleichzeitig geringeren C-Gehalten ($\sim 30 \%$) auf. Nicht bzw. gering zersetzte Torfe hingegen zeichnen sich durch geringe Dichten ($\sim 0,15 \text{ g/cm}^3$) bei höheren C-Gehalten ($\sim 40 \%$) aus (FELL et al. 2016).

Im Rahmen des Übersichtsverfahrens wurden daher zunächst diejenigen Profile identifiziert, für die eine anthropogene Überprägung ausgeschlossen werden kann oder diese wahrscheinlich nur gering ausgeprägt ist. Dies betrifft alle im Sinne der Archivfunktion als „vollständig“ ausgewiesene Profile bzw. diejenigen Profile, deren Naturnähe besser/gleich 1,5 bewertet wurde. Alle anderen Profile wurden als teilweise oder vollständig anthropogen überprägt bewertet.

Für nicht oder nur gering überprägte Profile wurden auf Basis von FELL et al. (2016) durchschnittliche C-Speichermengen von $6,5 \text{ kg C/m}^2 \cdot \text{dm}$ angesetzt. Bei anthropogen überprägten Profilen wurden analog auf Basis der Angaben in FELL et al. (2016) bis in eine Tiefe von 60 cm C-Speichermengen von $11 \text{ kg C/m}^2 \cdot \text{dm}$ angesetzt. Tiefer liegende organische Substrate wurden ebenso mit $6,5 \text{ kg C/m}^2 \cdot \text{dm}$ angesetzt.

Abschätzung des Kohlenstoffspeichers eines Moorbodens (FELL et al. 2016)

$$\text{C-Speicher t/ha} = ((\text{Mächtigkeit degradiertes Torfe [dm]} \cdot 11 \text{ kg C/m}^2) + (\text{Mächtigkeit gering zersetzter Torfe [dm]} \cdot 6,5 \text{ kg C/m}^2)) \cdot 10000/1000$$

5.3.2.3 *Indexdotierung und Einstufung der Bewertungsergebnisse*

Im Vergleich zu Mineralböden weisen Moorböden per se eine höhere Kohlenstoff-Speicherleistung auf. Die in Tab. 17 angegebene Klassifizierung der Speicherleistung folgt KLINGENFUß et al. (2015b).

Tab. 17: Indexdotierung und Bewertung des abgeschätzten Kohlenstoffspeichers eines Moorbodens.

Indexdotierung	Klassengrenzen	verbale Bewertung
1	> 3.000 t	extrem hohe Speicherleistung
2	≥ 1.000 t bis < 3.000 t	sehr hohe Speicherleistung
3	< 1.000 t	hohe Speicherleistung

5.3.2.4 Bewertungsergebnisse

Im Übersichtsverfahren wurde bei insgesamt 89.063 Profilen die Kohlenstoff-Speicherleistung bewertet. Die Anzahl von Profilen aus verschiedenen Erhebungsverfahren ist mit den Angaben aus Tab. 16 identisch. Von 89.063 Profilen weisen 2,1 % (1.911) eine extrem hohe Kohlenstoff-Speicherleistung auf. 21,1 % der Profile (18.829) besitzen eine sehr hohe Speicherleistung (vgl. Abb. 3).

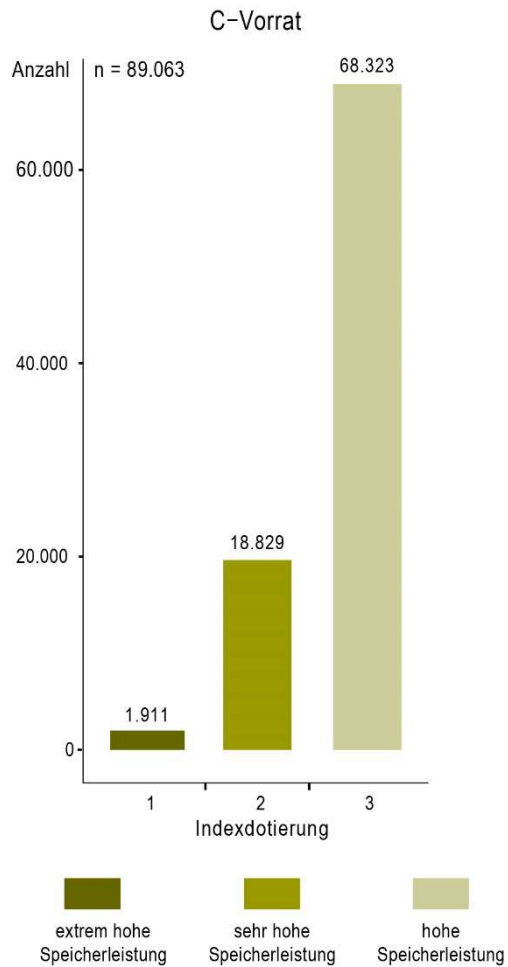


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der potenziellen C-Speicherleistung von Moorböden.

5.4 Funktion im Wasserhaushalt

5.4.1 Vorhandene Bewertungsansätze und Möglichkeiten der Implementierung im Übersichtsverfahren

Der Ansatz zur Bewertung der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt (LUA 2003) erfordert als Eingangsgrößen bodenphysikalische Kennwerte der Wasserbindung (nutzbare Feldkapazität in Vol.-%) bzw. die gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf in cm/d) (vgl. Tab. - A 4 im Anhang).

Diese Kenngrößen liegen teilweise für aktuelle Erhebungen vor. Die im Rahmen der „Erarbeitung einer referenzierten Moorbodenkarte ...“ (MIL 2014) an 200 Profilen ermittelten Kenngrößen zum Wasserhaushalt (Wasserbindung, Wasserleitfähigkeit, Grundwasserneubildung) werden derzeit aufbereitet und klassifiziert. Eine standortspezifische Übertragung dieser Ergebnisse zur Bewertung der Funktionsausprägung von Moorböden im Wasserhaushalt analog der Bewertung der Naturnähe war im Rahmen dieses Projektes

aber noch nicht möglich.

Unterschiede in der Funktionserfüllung von naturnahen und naturfernen Moorböden können aber exemplarisch aufgezeigt werden (vgl. Tab. 18). Moorböden erfüllen in naturnahem Zustand ihre Regulationsfunktion am besten und mit zunehmender Degradierung verschlechtert sich diese.

Dies zeigt sich auch in den bodenkundlichen Kennwerten für charakteristische Substrat-Horizont-Kombinationen. Naturnahe Standorte zeigen über das ganze Bodenprofil hohe nutzbare Feldkapazitäten (~ 50 %) und eine hohe gesättigte Leitfähigkeit (110 - 158 cm/d). Demgegenüber sind degradierte Standorte von geringeren nutzbaren Feldkapazitäten im Oberboden (~ 30 %) und auch deutlich herabgesetzten gesättigten Leitfähigkeiten gekennzeichnet (40 - 70 cm/d). In diesem Sinne wird die Naturnähe in dem Übersichtsverfahren als geeignetes Proxy für den Erfüllungsgrad der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt angesehen.

Tab. 18: Nutzbare Feldkapazität (nFK) und gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf) für charakteristische Substrat-Horizont-Kombinationen naturnaher und degradierter Standorte (KÜHN et al. 2015).

naturnahe Standorte				degradierte Standorte			
cm u. GOK	Horizont	nFK [%]	kf [cm/d]	cm u. GOK	Horizont	nFK [%]	kf [cm/d]
10	nHw	47	110	10	nHm	28	42,5
20				nHa	42	55	
30	nHr	52	158				30
40							
50				nHw	47	110	
60							
70				nHr	52	158	
80							
90							
100							
110							
120							

5.5 Zusammenführende Funktionsbewertung und Ableitung von Schutzzielen für Moorböden

Die potenzielle Schutzwürdigkeit der untersuchten Moorböden ergibt sich aus der Ausprägung der Naturnähe/Lebensraumfunktion, der Archivfunktion und der Klimaschutzfunktion (C-Vorrat). Ziel war es, mit dem Übersichtsverfahren besonders schutzwürdige Moorböden im Datenbestand zur aktualisierten Moorbodenkarte Brandenburgs zu bestimmen. Für die Gesamtbewertung wurden im Wesentlichen vollständig bewertete Profile (Naturnähe, Archivfunktion, C-Vorrat) herangezogen. Standorte mit extrem großem C-Speicher, für die die Hauptparameter Naturnähe und Archivfunktion nicht bewertet werden konnten, sind ebenso Teil des Datenkollektivs.

5.5.1 Indexdotierung

Die Dotierung erfolgte regelbasiert nach folgendem Schema:

- Mit dem Wert 1 wurden solche Standorte gekennzeichnet, für die gilt, dass mindestens zwei Hauptparameter Naturnähe (NN), Archivfunktion (AV) bzw. C-Vorrat (CV) ≤ 2 bzw. im Fall von CV mit 1 bewertet wurde:

($NN \leq 2$ und $AV \leq 2$) oder ($NN \leq 2$ und $CV = 1$)
oder ($AV \leq 2$ und $CV = 1$)

- Mit dem Wert 2 wurden solche Standorte gekennzeichnet, für die gilt, dass mindestens ein Hauptparameter ≤ 2 bzw. im Fall von CV mit 1 bewertet wurde:

($NN \leq 2$ oder $AV \leq 2$ oder $CV = 1$)

- Eine weitere Untergliederung ist auf Basis des C-Vorrats möglich. Solche Standorte mit $CV = 2$ und $NN > 2$ und $AV > 2$ wurden mit einer 3, Standorte mit $CV = 3$ und $NN > 2$ und $AV > 2$ wurden mit einer 4 dotiert.

Unter dem Gesichtspunkt, dass letztendlich alle Moorböden schützenswert sind, wurde folgende Klassifikation vorgenommen (vgl. Tab. 19).

Tab. 19: Klassifikation der potenziell schutzwürdigen Moorböden.

Indexdotierung	verbale Bewertung	Regeln
1	sehr stark schutzwürdig	mindestens zwei Funktionen wurden mit 2 und besser und dabei der C-Vorrat mit 1 bewertet
2	stark schutzwürdig	mindestens 1 Funktion wurde mit 2 oder besser und dabei der C-Vorrat mit 1 bewertet
3	schutzwürdig	C-Vorrat wurde mit 2, andere Funktionen schlechter als 2 bewertet
4	mäßig schutzwürdig	C-Vorrat wurde mit 3, andere Funktionen schlechter als 2 bewertet

5.5.2 Bewertungsergebnisse

Von 89.063 Profilen wurden 1.007 Profile (1,1 %) als sehr stark schutzwürdig und 4.191 (4,7 %) als stark schutzwürdig eingestuft (vgl. Abb. 4). Damit liegt der Anteil besonders schutzwürdiger Profile mit besonderer Funktionserfüllung bei 5,8 %. 94,2 % der Profile sind mäßig schutzwürdig. Die meisten von ihnen befinden sich unter landwirtschaftlicher Nutzung und

erfüllen ihre Funktionen nur noch eingeschränkt.
Schutzwürdigkeit

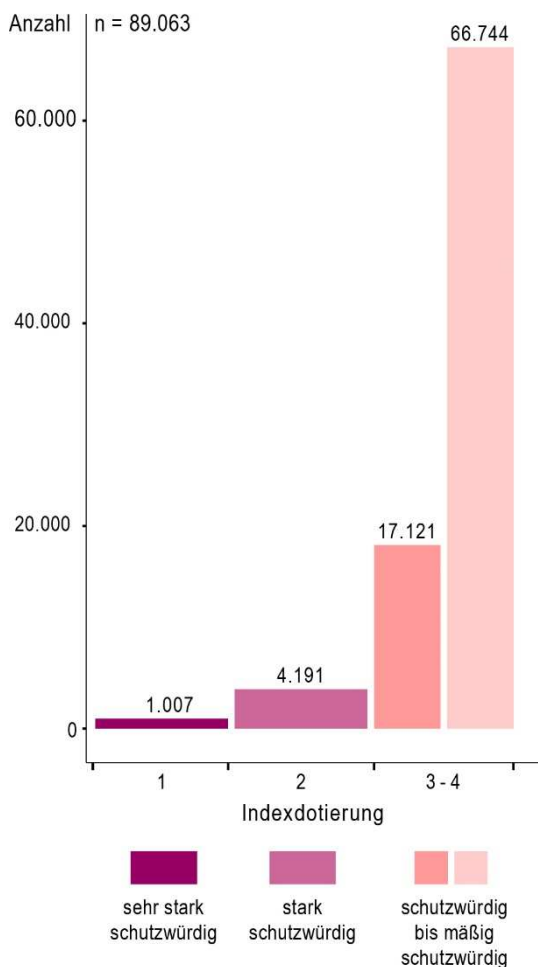


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der klassifizierten Schutzwürdigkeit von Moorböden.

Die Bewertungsergebnisse zu den Punktdaten werden in der „Karte potenziell schutzwürdiger Moorböden in Brandenburg“ als Esri-Shape-Datei bereitgestellt. Alle wesentlichen Ergebnisse zur Naturnähe/Lebensraumfunktion, Archivfunktion und zum C-Speicher von Moorböden sind darin enthalten. Für jedes sehr stark und stark schutzwürdige Profil (Indexdotierung ≤ 2) wird ein Kennblatt bereitgestellt. Dieses Kennblatt enthält alle bewerteten Einzelparameter und deren Benotung, teilweise in verbalisierter Form. Es ermöglicht auch Außenstehenden die Bewertung der aufbereiteten Daten nachzuvollziehen.

5.5.3 Schutzziele

Für die als sehr stark und stark schutzwürdig bewerteten Moorbodenprofile (5,8 %):

- Erhalt von Böden mit sehr guter bis guter Ausprägung der natürlichen Bodenfunktionen
- Erhalt bedeutsamer Kohlenstoffspeicher

Für die als mäßig schutzwürdig bewerteten Moorbodenprofile (94,2 %):

- Verlangsamung der Moorbodendegradierung und Verschlechterung der Ausprägung von Bodenfunktionen durch moorbodenschonende Bewirtschaftungsweisen

Folgende Schutzziele können erst formuliert werden, wenn die bewerteten Punktdaten in die Fläche übertragen werden.

- Schutz bedeutsamer Moorareale und deren natürlichen Bodenfunktionen
- Schutz von Moorböden in Landschaften mit nur geringer Moorverbreitung
- Ableitung von aktuellen Gefährdungskarten, z. B. Archivfunktion + Nutzung = potenzielle Gefährdung

Die technische Umsetzung der Bewertungsverfahren erfolgte softwaregestützt, direkt auf der Moordatenbank aufsetzend. Da auch die Moorbodenkarte nicht als streng statische Datengrundlage angelegt ist, sichert dieser Ansatz die Möglichkeit einer systematischen Neubewertung entweder bei Überarbeitung der Algorithmen oder auch in Folge von Änderungen in der Datengrundlage der Moorbodenkarte.

5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Aus dem Datenbestand der Moorbodenkarte Brandenburg mit über 250.000 Profilen wurden zunächst 92.676 Profile mit Torfmächtigkeiten bezogen auf das Referenzjahr 2013 von mehr als 30 cm und einer ausreichenden inhaltlichen Detaillierung ausgewählt. Alterhebungen, die in unmittelbarer Nähe zu aktuellen Erhebungen liegen, wurden ausgeschlossen, wodurch sich die Anzahl der verwendeten Profile auf 89.063 verringerte.

Für die Ableitung des Kriteriums Naturnähe konnten von diesen 89.063 Profilen insgesamt 57.792 Profile

herangezogen werden. Es wurden 0,4 % (216 Profile) als überwiegend naturnah und 4,1 % (2.352 Profile) als mäßig naturnah bis schwach degradiert bewertet. Insgesamt können weniger als 5 % der untersuchten Moorböden ihre Lebensraumfunktion überwiegend uneingeschränkt erfüllen. 95 % der untersuchten Moorbodenprofile müssen als potenziell stark degradiert und funktionsgestört eingestuft werden.

Die Ausprägung der Archivfunktion konnte für 89.063 Profile bewertet werden. Nur 0,3 % der Profile (267) stellen demnach vollständig erhaltene und gleichzeitig auch mächtige Archive dar. 1,7 % der Profile (1.508) konnten als wenig gestörte und große Archive bewertet werden. 98 % der Profile wurden als teilweise bis vollständig gestörte Archive eingestuft.

Die potenzielle Kohlenstoff-Speicherleistung wurde ebenfalls für 89.063 Profile berechnet und bewertet.

2,1 % der Profile (1.911) weisen mit > 3.000 t C/ha eine extrem hohe Kohlenstoff-Speicherleistung auf. 21,1 % der Profile (18.829) besitzen eine sehr hohe potenzielle C-Speicherleistung (≥ 1.000 bis < 3.000 t C/ha). Der größte Anteil der bewerteten Profile (68.323, 76,8 %) speichert weniger als 1.000 t C/ha, aber beträchtlich mehr als mineralische Böden.

Die potenzielle Schutzwürdigkeit der untersuchten Moorböden wurde aus der Ausprägung der Naturnähe/Lebensraumfunktion, der Archivfunktion und der Klimaschutzfunktion (C-Vorrat) regelbasiert abgeleitet. Von 89.063 bewerteten Profilen wurden 1.007 Profile (1,1 %) als sehr stark schutzwürdig und 4.191 (4,7 %) als stark schutzwürdig eingestuft. Damit liegt der Anteil besonders schutzwürdiger Profile mit hoher Funktionserfüllung bei 5,8 %. 94,2 % der betrachteten Profile sind mäßig schutzwürdig. Die meisten von ihnen befinden sich unter landwirtschaftlicher Nutzung und erfüllen ihre Funktionen nur noch eingeschränkt.

6 Ausblick

1. Aufbauend auf den Ergebnissen der im Projekt durchgeführten Qualitätsabsicherung der Punktdaten naturnaher, nicht bis sporadisch genutzter Moorböden mit potenzieller sehr hoher Funktionserfüllung erscheint es sinnvoll, das Verfahren zukünftig weiter zu untersetzen. Folgende Punkte könnten hierbei von Bedeutung sein:

- Ergänzende Geländeverification der in der BTLN als

nass/naturnah angegebenen Biotoptypen (Bruchwälder, Torfmoosmoore etc.) hinsichtlich ihres tatsächlichen Zustandes und ihrer Aussagekraft zur Naturnähe des Bodens. Die BTLN basiert auf einer Auswertung von Luftbildern, wodurch die Aussagestärke bzgl. der aktuellen Wasserstände und Vegetationsausprägung z. T. eingeschränkt ist. Es bietet sich an, alle relevanten, naturnahen, moorspezifischen Biotoptypen mit einer statistisch sinnvollen Stichprobe (z. B. 25 bis 50 Testflächen pro Biotyp) im Frühjahr (Februar bis Mai) hinsichtlich des Nässegrades/Bodenzustandes zu überprüfen.

- In größerem Umfang sollten weitere Standortausprägungen in die Geländeverification einbezogen werden, deren Zustand mit den bisher erarbeiteten Regelwerken nicht hinreichend sicher abgebildet werden konnte. Für die potenziell besten Standorte (und weitere Fälle) wären z. B. Luftbildkartierungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten vorauszuwerten und daraus abzuleiten, ob sich der Zustand geändert hat oder konstant geblieben ist. Im Gelände wäre zu überprüfen, ob es sich um naturnahe Zustände oder Sukzessionsstadien handelt. Durch die Verknüpfung einer multitemporalen Luftbilddauswertung der Biotoptypen mit einer moorbodenkundlichen Feldkartierung können Annahmen, die für die Aufstellung der bisherigen Regelwerke getroffen wurden, abgesichert werden.
- Bei positiver Kopplung zwischen naturnaher Ausprägung von Vegetation und Boden ergibt sich u. U. die Möglichkeit, die bisher abgeleitete Punktdatenkulisse (siehe Verfahren zur Bestimmung des Hauptparameters Naturnähe) um eine begrenzte Flächenkulisse zu erweitern. Dies betrifft vor allem Bereiche, in denen naturnahe Moorbiotope ausgewiesen wurden, diese aber bei fehlenden bodenkundlichen Erhebungen bisher nicht berücksichtigt werden.
- Ergänzung von aktuellen Erhebungen z. B. aus LIFE-Projekten „Kalkmoore“, „Binnensalzstellen“, „Schreiadler“ (aktuelle Moor- und Vegetationskartierungen)
- Bearbeitung und Ergänzung von Hinweisen aus der Literatur zu besonders naturnahen, mächtigen und sonstigen bemerkenswerten Moorstandorten (LU-

THARDT & ZEITZ 2014, MLUL 2015, Expertenwissen)

- Berücksichtigung und Ergänzung von Angaben aus FFH-Managementplänen, selektiven Biotoptypenkartierungen

2. weitere Qualifizierung der potenziellen Archivfunktion der Naturgeschichte durch

- Berücksichtigung der regionalen und überregionalen Seltenheit der in Brandenburg vorkommenden hydrologisch-genetischen Moorarten (HGMA) (ROSKOPF et al. 2015). Um die Seltenheit von Moorarten berücksichtigen zu können, müssen deren Flächenanteile auf Basis der neuen Datengrundlagen der Moorbodenkarte bewertet werden. Möglicherweise können darauf fußend Areale abgeleitet werden, die allein durch ihren Moortyp als schützenswert gelten.
- Ergänzung von Moorstandorten, die wissenschaftlich gut dokumentiert sind (Pollenanalysen, sonstige Analysen, die historische Klima- und Vegetationsverhältnisse abbilden); Recherche von Qualifizierungsarbeiten, Expertenwissen

3. Ergänzung von Moorböden mit Funktion als Archiv der Kulturgeschichte in Zusammenarbeit mit dem Brandenburgischen Landesamt für Denkmalpflege und dem archäologischen Landesmuseum

7 Literatur

- AD-HOC-AG BODEN DER STAATLICHEN GEOLOGISCHEN DIENSTE UND DER BGR (2007): Methodenkatalog zur Bewertung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion des Bodens, der Nutzungsfunktion „Rohstofflagerstätte“ nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Erosion und Verdichtung.
- AG BODEN (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. 4. Aufl., Hannover, 392 S.
- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl., Hannover, 486 S.
- BAURIEGEL, A. (2014): Verbreitung der Moorböden. – In: LUTHARDT, V. & J. ZEITZ (Hrsg.): Moore in Brandenburg: 123 - 135
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT & BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (LfU) (Hrsg., 2003): Das Schutzgut Boden in der Planung. Bewertung natürlicher Bodenfunktionen und Umsetzung in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Augsburg, 66 S.
- BTLN (1993): Digitale Daten der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung (BTLN) aus Color-Infrarot-Luftbildern des Landes Brandenburg (Bildmaterial 1991-1993). - Potsdam
- BTLN (2009): Flächendeckende Biotop- und Landnutzungskartierung (BTLN) im Land Brandenburg - CIR-Biotoptypen 2009, <http://www.lugv.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.359429.de> (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT BODENSCHUTZ (LABO) (2010): LABO-Positionspapier – Klimawandel – Betroffenheit und Handlungsempfehlungen des Bodenschutzes. 22 S., https://www.labo-deutschland.de/documents/LABO_Positionspapier_Boden_und_Klimawandel_090610_aa8_bf5.pdf (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- BUNDES-BODENSCHUTZGESETZ (BBODSCHG) (1998): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten. BGBl. I S. 502
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (2007): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. 180 S., <https://www.cbd.int/doc/world/de/de-nbsap-01-de.pdf> (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- DRÖSLER, M., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMAN, L., BEYER, C., CHOJNICKI, B., FÖRSTER, C., FREIBAUER, A., GIEBELS, M., GÖRLITZ, S., HÖPER, H., KANTELHARDT, J., LIEBERSBACH, H., HAHN-SCHÖFL, M., MINKE, M., PETSCHOW, U., PFADENHAUER, J., SCHALLER, L., SCHÄGNER, P., SOMMER, M., THUILLE, A. & M. WEHRHAN (2013): Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz – Moornutzungsstrategien 2006 - 2010. 201 S.
- EU-WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich Wasserpolitik. ABl. EG Nr. L 327/1, 22.12.2000
- FELL, H., ROßKOPF, N., BAURIEGEL, A., & J. ZEITZ (2016): Estimating vulnerability of agriculturally used peatlands in north-east Germany to carbon loss based on multi-temporal subsidence data analysis. CATENA (137): 61 - 69
- FELL, H., ROßKOPF, N., BAURIEGEL, A., HASCH, B., SCHIMMELMANN, M. & J. ZEITZ (2015): Erstellung einer aktualisierten Moorbodenkarte für das Land Brandenburg, TELMA (45): 75 - 104
- HENNINGS, V. (Koord., 1994): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. – Geologisches Jahrbuch Reihe F, (31):(BGR, Hannover), 242 S.
- KASCH, W. (1967): Die Bodenschätzung und ihre standortkundliche Ergänzung. – Feldwirtschaft 8: 402 - 405
- KLINGENFUß, CH., HELLER, CH., MÖLLER, D. & J. ZEITZ (2015b): Boden- und Vegetationsmerkmale als Indikatoren zur Bewertung der Lebensraum- und Klimaschutzleistung von Mooren. – Natur und Landschaft 90 (12): 556 - 563
- KLINGENFUß, CH., MÖLLER, D., HELLER, CH. & J. ZEITZ (2015a): Bewertung von Ökosystemleistungen der Moorböden. Eine Ergänzung zum Bodenfunktionskonzept. – Bodenschutz 20 (3): 82 - 87
- KOSKA, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung. – In: SUCCOW, M. & H. JOOSTEN (Hrsg.): Landschaftsökologische Moorkunde. – Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung: 92- 111
- KÜHN, D. & J. HANNEMANN (2013): Digitale Erfassung der Grablochbeschreibungen der Bodenschätzung und ihre Schlussfolgerungen für die aktuelle Bodenkartierung in Brandenburg. DBG (eprints)
- KÜHN, D., BAURIEGEL, A., MÜLLER, H. & N. ROßKOPF (2015): Charakterisierung der Böden Brandenburgs hinsichtlich ihrer Verbreitung, Eigenschaften und Potenziale mit einer Präsentation gemittelter analytischer Untersuchungsergebnisse einschließlich von Hintergrundwerten (Korngrößenzusammensetzung,

- Bodenphysik, Bodenchemie). - Brandenburger Geowissenschaftliche Beiträge, Heft 1 (Cottbus), S.154
- LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (LBEG) (2013): Bodenfunktionsbewertung auf regionaler und kommunaler Ebene. Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung. - GeoBerichte 26, 46 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (LUGV) (2014): Beschreibung und Bewertung der Lebensraumtypen des Anhangs I der FFH-Richtlinie in Brandenburg. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 23 (3, 4), 175 S.
- LANDESAMT FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (LUGV) (2011): Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Beiträge des Landes Brandenburg zu den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder. Potsdam, 196 S., http://www.mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/wrri_2011_gesamt.pdf (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (LUA) (1997): Entscheidungsmatrix als Handlungshilfe für die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in Niedermooren. - Fachbeiträge des Landesumweltamtes (27), 62 S.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (LUA) (2003): Anforderungen des Bodenschutzes bei Planungs- und Zulassungsverfahren im Land Brandenburg - Handlungsanleitung. - Fachbeiträge des Landesumweltamtes (78), 68 S.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (LUA) (2007): Biotopkartierung Brandenburg. Band 2. Beschreibung der Biotoptypen. – Potsdam: Brandenburgische Universitätsdruckerei und Verlagsgesellschaft, 512 S.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (LUA) (2009). Umweltdaten Brandenburg 2008/09, http://www.mlul.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2334.de/udb_09.pdf
- LANDGRAF, L. (2010): Wo steht der Moorschutz in Brandenburg? - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 19 (3,4): 126 - 131
- LIPPSTREU, L. (2000): Von den Anfängen der geologischen Kartierung im ehemaligen Preußen – ein Beitrag zum Beginn der geologisch-agronomischen Kartierung im Norddeutschen Flachland vor 125 Jahren. – Brandenburgerische Geowissenschaftliche Beiträge 7 (1/2): 5 - 19
- LUTHARDT, V. & J. ZEITZ (Hrsg., 2014): Moore in Brandenburg und Berlin. - Rangsdorf: Natur+Text, 384 S.
- MINISTERIUM FÜR INFRASTRUKTUR UND LANDWIRTSCHAFT (MIL) (2014): InVeKoS-Daten, als Bestandteil der Moorbodenkarte, <http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.331615.de>
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES BRANDENBURG (MLUL) (2015): Moorschutz in Brandenburg. - Potsdam (LGB), 69 S., http://www.lugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.3310.de/Moorschutz_in_Brandenburg.pdf
- MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES BRANDENBURG (MLUL) (2014): Maßnahmenprogramm Biologische Vielfalt Brandenburg. Potsdam, 64 S., http://www.mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/maasnahmenprogramm_bioviefalt.pdf (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG (MLUR) (2001a): Landschaftsprogramm Brandenburg. – Potsdam, 70 S., <http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.322337.de> (letzter Zugriff am 29.09.2015)
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG DES LANDES BRANDENBURG (MLUR) (2004): Moorschutz im brandenburgischen Wald. Flyer, 11 S., <http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.202612.de> (letzter Zugriff am 20.11.2015)
- MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELTSCHUTZ UND RAUMORDNUNG (MLUR) (2001b): Landschaftsprogramm Brandenburg. Ergänzende Materialien: Schutzgutbezogene Ziele 3.2 Boden.– Potsdam, <http://www.mlul.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.322337.de> (letzter Zugriff am 29.09.2015)
- MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (MUNLV NRW) (2007): Schutzwürdige Böden in Nordrhein-Westfalen – Bodenfunktionen bewerten. 44 S.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (MUGV) (2014): Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes in Brandenburg. – Bericht zum Förderprogramm der Landesregierung für Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes im Zeitraum von 2002 bis 2012. – Potsdam, 59 S., http://www.mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/lagebericht_landeswasserhaushalt.pdf

- MOORARCHIV DER HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN (HUM) (1953-1973): Wissenschaftliche Sammlungen der Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaft, Berlin
- MÜLLER, U. & A. WALDECK (2011): Auswertungsmethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS®). – GeoBerichte 19 (LBEG, Hannover), 415 S.
- MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS®). – 6. Erweiterte und ergänzte Auflage. Hannover, 312 S.
- PETERSEN, A. (1952): Die neue Rostocker Grünland-schätzung. – Berlin: Akademie Verlag, 20 S.
- RÖSCH, A. & F. KURANDT (1950): Bodenschätzung und Liegenschaftskataster. 3. Aufl., Berlin: Heymann-Verlag, 300 S.
- ROBKOPF, N., FELL, H., & J. ZEITZ (2015). Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. - CATENA (133): 157-170
- ROTHKEGEL, W. (1930): Landwirtschaftliche Schätzungslehre. – Stuttgart: Ulmer
- SCHALITZ, G. & A. BEHRENDT (2014): Landwirtschaftlich genutzte Moorflächen – wissenschaftlicher Erkenntnisstand und Realisierung. – In: LUTHARDT, V. & J. ZEITZ (Hrsg.): Moore in Brandenburg: 157 - 168
- SCHULZE, G. & D. KOPP (Hrsg., 1996): Anleitung für die forstliche Standortserkundung im nordostdeutschen Tiefland (Standortserkundungsanleitung Teil A – D). – Schwerin
- SUCCOW, M & H. JOOSTEN (Hrsg., 2001): Landschaftsökologische Moorkunde. - Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 622. S
- TECHNISCHE NORMEN, GÜTEVORSCHRIFTEN UND LIEFERBEDINGUNGEN (TGL) 24300/04 (1985): Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte. Moorstandorte. – Leipzig: Verlag für Standardisierung, 13 S.
- TECHNISCHE NORMEN, GÜTEVORSCHRIFTEN UND LIEFERBEDINGUNGEN (TGL) 80-24 301 (1970): Meliorationen – Aufnahme von Moorboden-Standorten – Aufnahme und Ansprache
- UBA (Hrsg., 2015) Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. - Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung
- VON POST, L. (1922): Sveriges Geologiska Undersöknings torvinventering och några av dess hittills vunnna resultat - Svenska mosskulturöreningens tidskrift. 37: 1-27
- WICHTMANN, W., WICHMANN, S. & F. TANNEBERGER (2010): Paludikultur - Nutzung nasser Moore: Perspektiven der energetischen Verwertung von Niedermoorbiomasse. - Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 19 (3, 4): 211 – 218
- ZAK, D. & J. GELBRECHT (2014): Die Bedeutung der Moore für den Schutz der Gewässer. – In: LUTHARDT, V. & J. ZEITZ (Hrsg.): Moore in Brandenburg und Berlin. - Rangsdorf: Natur+Text, 384 S.
- ZEITZ, J., ZAUFT, M. & N. ROBKOPF (2010): Die Bedeutung Brandenburger Moore für die Kohlenstoffspeicherung. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 19 (3, 4): 202 – 206

8 Anhang

8.1 Lebensraumfunktion

8.1.1 Brandenburger Ansatz

Tab. - A 1: Brandenburger Ansatz zur Bewertung der Lebensraumfunktion (LUA 2003).

Teilfunktion	Kriterium	Parameter/Merkmale	Eignung des Ansatzes
Lebensraum für Pflanzen	– Biotopentwicklungspotenzial	– Grundwasserstand – Möglichkeit der Wiedervernässung (Hinweis auf LUA 1997)	– Modifikation erforderlich
	– Natürliche Bodenfruchtbarkeit	– Bodenzahl, Grünlandgrundzahl bzw. Stammfruchtbarkeitskennziffer	– für Moorböden nicht relevant
Lebensraum für Bodenorganismen	– Standorteignung für Bodenorganismengemeinschaften	– anthropogene Einflüsse, die eine Abweichung der aktuellen Biozönosen vom jeweiligen erwartbaren standortspezifischen Zustand nahelegen	– methodischen Ansätze zur Bewertung der Bodenfunktion befinden sich noch in der Entwicklung, (Ad-hoc-AG Boden, 2007)

8.1.2 Ansätze aus anderen Bundesländern

Niedersachsen (LBEG 2013):

Ziel: Ausweisung von Extremstandorten für seltene /gefährdete Pflanzengesellschaften

Kriterium: Biotopentwicklungspotenzial (NIBIS-Auswertungsmethode)

Bewertung: allgemein hohe Einstufung von Moorstandorten als Extremstandort

Eignung des Ansatzes: keine Differenzierung für Moorböden möglich

Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg., 2003):

Ziel: Bewertung des Standortpotenzials für die natürliche Vegetation (Arten- und Biotopschutzfunktion)

Kriterium: Bodenkundliche Standorttypen

Parameter: Bodentyp, nFK_{We}, Carbonatgehalt, Grundwassereinfluss, Überflutungsdynamik

Bewertung: Sehr hohe und hohe Wertklassen erhalten bodenkundliche Extremstandorte, bei denen aufgrund ihrer Seltenheit von einer überregionalen Bedeutung als Pflanzenstandort ausgegangen werden kann. Nicht entwässerte Niedermoore sowie Moorgleye, Anmoorgleye und Humusgleye mit potenziell langanhaltenden oberflächennahen Grundwassereinfluss werden mit Wert 6 eingestuft (höchste Stufe).

Eignung des Ansatzes: Moore können nur bewertet werden, wenn sie sich in einem naturnahen Zustand befinden

und nicht entwässert sind.

KLINGENFUß, CH. et al. (2015a): Bewertung von Ökosystemleistungen der Moorböden. Eine Ergänzung zum Bodenfunktionskonzept (für Berlin)

Ziel: Messen und Bewerten der Lebensraumleistung für Feuchtgebietsarten (Biodiversität)
Parameter: Wasserstand, C/N-Verhältnis (Trophiestufe), aktuelle Biotopstruktur
Bewertung: durch den Abgleich ist Ist-Zustandes mit dem Ziel-Zustand; Bewertungssynthese: naturnah, bedingt naturnah, mäßig naturnah
Eignung des Ansatzes: Differenzierung von Moorböden sehr gut möglich

8.1.3 Anpassung der Bewertungsformel für den Hauptparameter Naturnähe nach der Nacherhebung

8.1.3.1 *Indexdotierung aktueller Wasserstufen*

Merkmal: Wasserstufen, abgeleitet aus den Biotoptypen (LUA 2007) und den Vegetationsformen der offenen, ungenutzten Feuchtgebietsstandorte sowie der Vegetationsformen der Gebüsche und Wälder auf Moorstandorten in Anlehnung an SUCROW & JOOSTEN (2001)
Dotierung: als Abweichung von einer moortypischen Ausprägung der Feuchteverhältnisse
 1 (sehr gering), 2 (gering), 3 (mittel), 4 (hoch), 5 (sehr hoch)
Beachte: nur Flächen mit erkennbar aktueller Torf- und Muddebildung werden mit einer 1 (5+) dotiert; Degradierungsstadien und Moorgehölze mit einer Bedeckung von > 30 % werden mit einer 3+ bewertet
 *unsichere Ableitung, Vor-Ort-Überprüfung der durch die Vegetation indizierten Wasserverhältnisse erforderlich, Dotierung ggf. zu gut/zu schlecht

Tab. - A 2: *Ableitung der Wasserstufen aus den Biotoptypen und Vegetationsformen auf Moorstandorten in Anlehnung an LUA (2007) und SUCROW & JOOSTEN (2001).*

Biotopcode	Beschreibung	Merkmalsausprägung Wasserstufen in Anlehnung an KOSKA (2001)	Bezeichnung	Dotierung
04201	Moorbildungen auf sauren Standorten in der Bergbaufolgelandschaft	5+	nass	1
042011	Moorinitiale, saurer Standort	5+	nass	1
042012	Quellsumpf, saurer Standort	5+	nass	1
04311	Torfmoosrasen	5+	nass	1
04312	Torfmoos-Moorgehölz (Gehölzbedeckung 10 – 30 %)	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04313	Zwergstrauchstadium der Sauer-Ammoore	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04316	Gehölzarmes Degenerationsstadium der Sauer-Ammoore	4+, 3+*	halbnass bis feucht	3*

Biotopcode	Beschreibung	Merkmalsausprägung Wasserstufen in Anlehnung an KOSKA (2001)	Bezeichnung	Dotierung
04317	Abtorfungsbereich der Sauer-Ammoore mit Regeneration	5+	nass	1
04321	Torfmoos-Schwingrasen und Schlenken	5+	nass	1
04322	Torfmoos-Seggen-Wollgrasried	5+	nass	1
04323	Wollgras-Kiefern-Moorgehölz der Sauer-Zwischenmoore (Gehölzbedeckung 10 – 30 %)	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04324	Birken-Moorgehölz der Sauer-Zwischenmoore (Gehölzbedeckung 10 – 30 %)	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04325	Faulbaum- und Faulbaum-Weiden sowie sonstige Moorgebüsche der Sauer-Zwischenmoore	5+, 4+, 3+*	nass bis feucht	2*
04326	Gehölzarmes Degenerationsstadium der Sauer-Zwischenmoore	4+, 3+*	halbnass bis feucht	3*
04327	Abtorfungsbereich der Sauer-Zwischenmoore mit Regeneration	5+	nass	1
04411	Braunmoosreiches Kleinseggenried	5+	nass	1
04412	Braunmoos-Großseggenried	5+	nass	1
04413	Moorgebüsch der Basen-Zwischenmoore	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04414	Erlen-Moorgehölz der Basen-Zwischenmoore mit unterschiedlichen Bedeckungsgraden	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04416	gehölzarmes Degenerationsstadium der Basen-Zwischenmoore	4+, 3+*	halbnass bis feucht	3*
04418	Abtorfungsbereich mit Regeneration	5+	nass	1
04421	Braunmoos-Sumpfsimsen-Ried	5+	nass	1
04422	Braunmoos-Schneiden-Röhricht auf Kalk-Zwischenmooren	5+	nass	1
04423	Braunmoos-Kalkbinsen-Ried	5+	nass	1
04424	Moorgebüsch der Kalk-Zwischenmoore mit unterschiedlichen Bedeckungsgraden	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04425	Erlen-Moorgehölz der Kalk-Zwischenmoore mit unterschiedlichen Bedeckungsgraden	5+, 4+	nass bis halbnass	2
04426	gehölzarmes Degenerationsstadium der Kalk-Zwischenmoore	4+, 3+*	halbnass bis feucht	3*

Biotopcode	Beschreibung	Merkmalsausprägung Wasserstufen in Anlehnung an KOSKA (2001)	Bezeichnung	Dotierung
04427	Abtorfungsbereich der Kalk-Zwischenmoore mit Regeneration	5+	nass	1
04511	Schilfröhricht	5+*	nass	1*
04512	Rohrkolbenröhricht	5+	nass	1
04513	Wasserschwadenröhricht	5+	nass	1
04514	Rohrglanzgras-Röhricht	5+	nass	1
04520	Seggenried mit überw. bultigen Großseggen	5+	nass	1
04530	Seggenried mit überwiegend rasig wachsenden Großseggen	5+	nass	1
04540	Kleinseggenriede	5+	nass	1
045620	Weidengebüsche nährstoffreicher Moore und Sümpfe	5+	nass	1
05101	Großseggenwiesen	5+, 4+	nass bis halbnass	2
05102	Feuchtwiesen nährstoffarmer bis mäßig nährstoffreicher Standorte	4+, 3+	halbnass bis feucht	3
05103	Feuchtwiesen nährstoffreicher Standorte	4+, 3+	halbnass bis feucht	3
05104	Wechselfeuchtes Auengrünland	4+/2+	stark wechsel-feucht	3
05105	Feuchtweiden	4+, 3+, 2+	halbnass bis mäßig feucht	3
05106	Flutrasen	4+/2+	stark wechsel-feucht	3
05108	wiedervermässtes Feuchtgrasland	k. A.	nicht bestimmbar	k. A.
05110	Frischwiesen und -weiden	1, 2-	frisch bis wechselfrisch	5
05120	Trockenrasen	3-	trocken	5
05131	Grünlandbrachen feuchter Standorte	4+, 3+	halbnass bis feucht	3
05132	Grünlandbrachen frischer Standorte	1, 2-	frisch bis mäßig trocken	5
05133	Grünlandbrachen trockener Standorte	2-, 3-	mäßig trocken	5

			bis trocken	
--	--	--	-------------	--

Biotopcode	Beschreibung	Merkmalsausprägung Wasserstufen in Anlehnung an KOSKA (2001)	Bezeichnung	Dotierung
05134	Grünlandbrachen, wiedervermässt	k. A.	nicht ableitbar, GWS prüfen	k. A.
05141	Hochstaudenfluren feuchter bis nasser Standorte	4+, 3+	halbnass bis feucht	3
05142	Staudenfluren (Säume) frischer Standorte	1, 2-	frisch bis mäßig trocken	5
05143	Staudenfluren (Säume) trockener Standorte	2-, 3-	mäßig trocken bis trocken	5
05150	Intensivgrasland incl. Intensivweiden	2+, 1, 2-	mäßig feucht bis mäßig trocken	5
07101	Gebüsche nasser Standorte	5+, 4+*	nass	2*
081011	Pfeifengras-Kiefern-Moorwald	5+, 4+*	nass bis halbnass	2*
081012	Sumpfporst-Kiefern-Moorwald	5+, 4+*	nass bis halbnass	2*
081021	Schnabelseggen-Moorbirkenwald	5+, 4+*	nass bis halbnass	2*
081022	Torfmoos-Moorbirkenwald	3+*	feucht	3*
081023	Trunkelbeer-Kiefern-Moorbirkenwald	3+*	feucht	3*
081024	Pfeifengras-Moorbirkenwald	3+*	feucht	3*
08103	Erlen-Bruchwälder, Erlenwälder	5+, 4+, 3*	nass bis halbnass	2*
081037	Moorbirken-Schwarzerlenwald	5+, 4+*	nass bis halbnass	2
08120	Pappel-Weiden-Weichholzaunenwälder	4+/2+*	stark wechsel-feucht	3*
09130	Intensiv genutzte Äcker	2+, 1, 2-	mäßig feucht bis mäßig trocken	5

8.2 Archivfunktion

Tab. - A 3: *Bewertung der Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (LUA 2003) und z. T. eigene Ergänzungen (kursiv).*

Teilfunktion		Kriterium					Begründung/Beispiele
		Flächengröße	Naturnähe	Seltenheit	Repräsentanz	Alter	
Archive der Naturgeschichte	Kalkmoore (Kalkniedermoor, Kalkmoorgley)				x	x	– Dokumentieren nacheiszeitliche Verwitterungsprozesse (Lösung, Verlagerung und Ausfällung von CaCO ₃ in der Landschaft) und damit landschaftliche Zusammenhänge; Bedeutung als Archiv der Landschaftsgenese und als Stoffspeicher – großflächige Kalkmoore des Havellandes bei Nauen, Biesenthaler Becken
	Raseneisenstein				x	x	– Senken des Stofftransportes im sauren Milieu
	naturnahe Moore mit ihren Pollen und Großresten		x	x		x	– Klimaarchiv – Archiv der Landschaftsgenese (vgl. auch Kalkmoore) – Archiv der Vegetationsentwicklung und Besiedlungsgeschichte – Hinweise auf atmosphärische Einträge (Schwermetalle)
	Auen (Böden der Überflutungsauen)	x	x				– an Oder und Elbe – kleine Tieflandauen (Spreewald, Untere Havel); zeichnen sich durch feinerdereichere und humosere Sedimente als ihre Umgebung aus (Moorgley, Humusgley) – Wechsellagerung von Moor- und Auen-sedimenten im Mündungsbereich des Finowtals in das Oderbruch bei Falkenberg-Freienwalde

Teilfunktion		Kriterium			Begründung/Beispiele
Archive der Kulturgeschichte	Naturnahe Moore allgemein	x	x	x	– Zeugnisse der Siedlungsgeschichte: Konservierung von Siedlungsresten, Hausgrundrisse, Wege, Konstruktionen, Artefakte
	teilweise überprägte Moore				– Zeugnisse historischer Landnutzungsformen: gut erhaltene Moor-Kulturosole; Moore in ehemaligen Mühlenstauen
Referenzböden	Bodendauerbeobachtungsflächen		x	x	– Können Böden mit Funktion als Archiv der Natur- und/oder Kulturgeschichte sein; sie sind für wissenschaftliche Untersuchungen der Bodenentwicklung von besonderer Bedeutung
	Integrierende ökologische Dauerbeobachtung		x	x	
	Musterstücke der Bodenschätzung		x	x	
	Land- und Forstwirtschaftliche Versuchsflächen		x	x	

8.3 Klimaschutzfunktion

Ansatz 1 (KLINGENFUß et al. 2015b):

Ziel: Bewertung der Klimaschutzfunktion von Moorböden im Sinne der „historischen“ C-Speicherleistung bzw. deren potenziellen Gefährdung durch C-Freisetzung.

Parameter: Insgesamt werden drei verschiedene C-Pools in Moorböden berechnet: der gesamte, der gefährdete und der labile, gefährdete C-Pool; Eingangsgrößen: Corg-Gehalt, TRD, Horizontmächtigkeit

Formel: vgl. KLINGENFUß et al. (2015b)

Bewertung: klassifizierte Speicherleistung C-Pool in t/ha

Ansatz 2 (FELL et al. 2016):

Ziel: Standortspezifische Bewertung der Anfälligkeit gegenüber Kohlenstoffverlusten

Parameter: Der Kohlenstoffverlust aus genutzten Moorböden kann als Funktion der Landnutzung, der Überdeckung (mineralisch) und des Liegenden (Stauer) formuliert und (*flächendeckend*) abgeleitet werden.

Formel: $V_i = C_i * L_f * U_f * M_f$

V_i : Potentielle Vulnerabilität (Index); C_i : C-Vorrat (Index), L_f : Landnutzung (Faktor) U_f : Liegendes (Faktor), M_f : Überdeckung (Faktor)

Bewertung: Eine hohe potentielle Vulnerabilität weisen mächtige Moore mit hohen C-Vorräten und hohen Verlusten auf. Hingegen besitzen geringmächtige Moore mit geringeren C-Vorräten und geringen

gen Verlustraten eine niedrige Vulnerabilität.

8.4 Funktion im Wasserhaushalt

8.4.1 Brandenburger Ansatz

Tab. - A 4: Bewertung der Regulationsfunktion im Wasserhaushalt (LUA 2003).

Kriterium	Subkriterium	Parameter/Merkmale	Eignung des Ansatzes
Abflussregulation	Wasserspeichervermögen	<ul style="list-style-type: none"> – maximale Wasserspeicherkapazität: FK (KA 4, modifiziert), abgeleitet aus Bodenart, Humusgehalt bei angenommener mittlerer Lagerungsdichte – potenziell pflanzenverfügbaren Bodenwassermenge: nFK (KA 4, modifiziert), abgeleitet aus Bodenart, Humusgehalt bei angenommener mittlerer Lagerungsdichte 	Modifikation des Ansatzes auf Basis einer verbesserten Datengrundlage
	Infiltrationsvermögen	<ul style="list-style-type: none"> – kf (KA4, modifiziert), für Moorböden abgeleitet aus Zersetzungsgrad und Substanzvolumen bei angenommener mittlerer Lagerungsdichte 	

8.4.2 Ansätze aus anderen Bundesländern

Niedersachsen (LBEG, 2013):

Kriterium: Wasserspeichervermögen

Parameter: nFKwe und Wasserdurchlässigkeit (kf) im wassergesättigten Boden (MÜLLER & WALDECK 2011)

Bewertung: 5 Wertstufen (Funktionserfüllung)

Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg., 2003):

Ziel: Bewertung des Retentionsvermögens des Bodens bei Niederschlagsereignissen

Kriterium: Fähigkeit des Bodens zur Wasseraufnahme

Parameter: gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf), nutzbare Feldkapazität (nFK), Luftkapazität (LK), Grundwassereinfluss, Stauwassereinfluss, Hangneigung

Bewertung: 5 Wertstufen (Funktionserfüllung)

8.5 Funktion im Nährstoffhaushalt

Tab. - A 5: Bewertung der Regulationsfunktion im Nährstoffhaushalt (LUA 2003):

Kriterium	Parameter/Merkmale	Eignung des Ansatzes
Nährstoffpotenzial	<ul style="list-style-type: none"> – Potenzielle KAK (KA 4, modifiziert), bestimmt aus Bodenart und Humusgehalt für jeden Horizont bis 1 m Tiefe; – Niedermoore werden mit einem mittleren potenziellen Nährstoffvorrat bewertet 	<ul style="list-style-type: none"> – Potenzielle Verfügbarkeit von basischen Kationen wird abgebildet – Potenziale und Verfügbarkeit von Makronährstoffen (N, P, K) werden nicht abgebildet (Ad-hoc-AG Boden 2007) – Bewertung nur im Sinne der Stoffsenken- und Quelfunktion möglich

8.6 Funktion als Filter und Puffer und für die Stoffumwandlung

8.6.1 Brandenburger Ansatz

Tab. - A 6: Bewertung der Filter- und Pufferfunktion (LUA 2003).

Kriterien	Parameter/Merkmale	Eignung des Ansatzes
mechanisches Filtervermögen		
Festlegung und Pufferung anorganischer Schadstoffe	relative Bindungsstärke für Cd (nach HENNINGS 1994, modifiziert), pH-Wert, Humusstufe, Bodenart	<ul style="list-style-type: none"> – Die Bewertung gilt exemplarisch für Cadmium. Die Methode ist nur für orientierende Aussagen in Brandenburg empfehlenswert (Ad-hoc-AG Boden 2007). – Torfböden sind bei HENNINGS nicht berücksichtigt worden; im Brandenburger Verfahren werden diese „... wegen der möglichen Bildung löslicher Schwermetallkomplexe und des vorwiegend oberflächennah anstehenden Grundwassers mit einer sehr geringen Bindung [...] eingestuft“ – keine Differenzierung bei Moorböden möglich
Festlegung und Pufferung organischer Schadstoffe	Bindungsstärke nach MÜLLER (1997, modifiziert), Humusgehalt, Bodenart	<ul style="list-style-type: none"> – Im Brandenburger Verfahren sind alle Standorte mit Grund- oder Stauwasserböden auf Stufe 5 zurückgestuft (sehr geringe Bindung). – keine Differenzierung bei Moorböden möglich
Säurepufferung	Einfluss von pH-Wert und Carbonatgehalt (Festlegung nach Expertenwissen)	– keine Differenzierung bei Moorböden möglich

8.6.2 Beispiele aus anderen Bundesländern

Bayerisches Geologisches Landesamt & Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Hrsg. ,2003):

Kriterium: Rückhaltevermögen des Bodens für Schwermetalle

Parameter: pH-Wert, Humusgehalt, Bodenart (Tongehalt), Grundwasser

Bewertung: fünf Wertklassen; exemplarisch für Cadmium: die relative Bindungsstärke von Mooren ist wegen der möglichen Bildung löslicher organischer Komplexe sehr gering (Wertklasse 1)

**Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Landwirtschaft
des Landes Brandenburg (MLUL)**

Landesamt für Umwelt (LfU)

Seeburger Chaussee 2
14476 Potsdam OT Groß Glienicke
Tel.: 033201/442-171
Fax: 033201/43678
infoline@lfu.brandenburg.de
www.lfu.brandenburg.de

