

Aufbau eines digitalen Moorkatasters

für die Gemeinden
Edewecht, Bad Zwischenahn, Rastede
und für die Stadt Westerstede

Auftraggeber: **Gemeinden Edewecht, Bad Zwischenahn, Rastede
sowie Stadt Westerstede**

Bearbeitung: Hofer & Pautz GbR
Ingenieurgesellschaft
für Ökologie, Umweltschutz und Landschaftsplanung



Auftraggeber

Gemeinde Edewecht
Rathausstraße 7
26188 Edewecht



Gemeinde Bad Zwischenahn
Am Brink 9
26160 Bad Zwischenahn



Gemeinde Rastede
Sophienstraße 27
26180 Rastede



Stadt Westerstede
Am Markt 2
26655 Westerstede



Auftragnehmer

Hofer & Pautz GbR
Ingenieurgesellschaft für Ökologie,
Umweltschutz und Landschaftsplanung
Buchenallee 18
48341 Altenberge



Bearbeitung: E. Rosinski, B. Hofer, L. Katins, C.-S.-Becker, J. Rudolph, S. Sandfort, J. Bonaus

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Aufgabenstellung	1
2	Projektgebiet	2
3	Dokumentation der Vorgehensweise	3
3.1	Darstellung von Bodendaten	3
3.1.1	Auswertung vorhandener Datengrundlagen zur Bildung der Bohrkulisse	3
3.1.2	Ergänzende bodenkundliche Untersuchung vor Ort	6
3.1.3	Satellitendaten	12
3.2	Darstellung von Treibhausgasemissionen	16
3.2.1	Methodik	16
3.2.2	Ergebnisse	17
3.3	Berechnung des Kohlenstoffspeichers	18
3.3.1	Methodik	18
3.3.2	Ergebnisse	20
4	Kriterienliste zur Bewertung des Wiedervernässungspotenzials	22
4.1	Standorteigenschaften	22
4.1.1	Torfmächtigkeit	22
4.1.2	Klimatische Wasserbilanz	22
4.1.3	Lage hinsichtlich Vorfluterniveau	23
4.1.4	Höhenunterschiede	24
4.1.5	Relieflage	25
4.2	Umsetzbarkeit	25
4.2.1	Flächenverfügbarkeit	25
4.2.2	Lage in Schutzgebieten	26
4.2.3	Flächengröße	26
4.2.4	Flächenzuschnitt	27
4.2.5	Nutzungsintensität	27
4.2.6	Siedlungsabstand	28
4.3	Zusammenfassende Bewertung	28
4.4	Nicht in die zusammenfassende Bewertung eingegangenes Kriterium	29
5	Anwendung der Kriterien zur Bewertung des Wiedervernässungspotenzials	30
5.1	Standorteigenschaften	30
5.1.1	Torfmächtigkeit	30
5.1.2	Klimatische Wasserbilanz	31
5.1.3	Lage hinsichtlich Vorfluterniveau	31
5.1.4	Höhenunterschiede	32
5.1.5	Relieflage	33
5.2	Umsetzbarkeit	34
5.2.1	Flächen der öffentlichen Hand	34
5.2.2	Lage in Schutzgebieten	36

5.2.3	Flächengröße	37
5.2.4	Flächenzuschnitt	38
5.2.5	Nutzungsintensität.....	39
5.2.6	Siedlungsabstand.....	39
5.3	Zusammenfassende Gesamtbewertung	40
5.3.1	Standorteigenschaften	40
5.3.2	Umsetzbarkeit.....	41
6	Begleitende Texte für das webgis	43
6.1	Thematische Texte	43
6.2	Projektbezogene Texte	44
6.3	Kartenbezogene Texte	45
6.3.1	Verbreitung kohlenstoffreicher Böden.....	45
6.3.2	Treibhausgasemissionen	46
6.3.3	Wiedervernässungspotenziale	47
6.4	Kennzahlen für die Gemeinden.....	48
6.5	Weitere Texte zur internen Verwendung	48
6.5.1	Vernässung ohne Nutzung.....	49
6.5.2	Vernässung mit Nutzung	51
6.5.3	Vernässung mit Pflege	53
7	Literatur	54
8	Anhang.....	58

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Projektbeteiligte Gemeinden.	2
Abbildung 2:	Beispiel für die maßstabsbedingte Unschärfe der BHK50.	4
Abbildung 3:	Klassifizierung der Gartenbaubetriebe	5
Abbildung 4:	Identifizierung von Tiefumbruch-Flächen in Luftbildern und DGM	5
Abbildung 5:	Beispiel 1 für Klassifizierung des Suchraums	6
Abbildung 6:	Beispiel 2 für Klassifizierung des Suchraums	6
Abbildung 7:	Gitterzellen am Bohrkulissenrand.....	7
Abbildung 8:	Funktionsweise des KI-Modells zur Erfassung von Moorflächen	13
Abbildung 9:	Ergebnisse der KI zur Torfwahrscheinlichkeit. Schwarze Linie: Grenzen der unbestätigten Moorflächen.	14
Abbildung 10:	Verteilung der Emissionsfaktoren-Klassen in den vier Gemeinden.	18
Abbildung 11:	Schematische Darstellung der Erstellung von Thiessen-Polygonen.....	18
Abbildung 12:	Verschneidung der Hochmoorflächen mit den dazugehörigen Thiessen-Polygonen	19
Abbildung 13:	Klimatische Wasserbilanz im Sommerhalbjahr	23
Abbildung 14:	Verdeutlichung der Geomorphon-Landformen	24
Abbildung 15:	Beispiel für Scheingenaugigkeit durch die Verschneidung verschiedener Datensätze im GIS.....	29
Abbildung 16:	Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Torfaufgabe.	30

Abbildung 17: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der klimatischen Wasserbilanz.	31
Abbildung 18: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Vorfluterniveaus.	32
Abbildung 19: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Höhenunterschiede.	32
Abbildung 20: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Relieflage.	33
Abbildung 21: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße der Flächen der öffentlichen Hand.	34
Abbildung 22: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße nahe beieinanderliegender Flächen der öffentlichen Hand.	35
Abbildung 23: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Zuschnitts der Flächen der öffentlichen Hand.	35
Abbildung 24: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Lage in Schutzgebieten.	36
Abbildung 25: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße.	37
Abbildung 26: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Flächenzuschnitts.	38
Abbildung 27: Verteilung der Bewertungskategorien der Nutzungsintensität.	39
Abbildung 28: Verteilung der Bewertungskategorien des Siedlungsabstandes.	40
Abbildung 29: Verteilung der Bewertungspunkte zu den Standorteigenschaften.	41
Abbildung 30: Verteilung der Bewertungspunkte zur Umsetzbarkeit.	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Flächengröße der Bodenkategorien der BHK50ks.....	3
Tabelle 2:	Flächengröße der Bodenkategorien der BHK50.	3
Tabelle 3:	Flächengröße des Suchraums in den verschiedenen Arbeitsschritten.	4
Tabelle 4:	Klassifizierung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Torf.	5
Tabelle 5:	Flächengrößen im Suchraum nach den bodenkundlichen Untersuchungen.	8
Tabelle 6:	Stratigrafische Kennwerte für die Hochmoorböden der vier Gemeinden.....	9
Tabelle 7:	Gesamttorfmächtigkeit der Niedermoorböden der vier Gemeinden.....	9
Tabelle 8:	Ergebnisse der KI-Auswertung. Flächengröße der unbestätigten Moorflächen und der höchstwahrscheinlich Bestätigten pro Gemeinde	15
Tabelle 9:	Kennwerte der wichtigsten organischen Bodenhorizonte von Moorböden	20
Tabelle 10:	Torfvolumen und Kohlenstoffspeicher der Niedermoorböden in den vier Gemeinden.	20
Tabelle 11:	Torfvolumen und Kohlenstoffspeicher der Hochmoorböden in den vier Gemeinden.	21
Tabelle 12:	Bewertungsgrenzen der Mächtigkeit der Torfauflage.....	22
Tabelle 13:	Bewertungsgrenzen der klimatischen Wasserbilanz.	23
Tabelle 14:	Bewertungsgrenzen der Lage hinsichtlich des Vorfluterniveaus.....	23
Tabelle 15:	Bewertungsgrenzen der lokalen Höhenunterschiede.....	24
Tabelle 16:	Bewertungsgrenzen der Relieflage.	25
Tabelle 17:	Bewertung der Flächen der öffentlichen Hand.	26
Tabelle 18:	Bewertung der Lage in Schutzgebieten.....	26
Tabelle 19:	Bewertungsgrenzen der Flächengröße.	27
Tabelle 20:	Bewertungsgrenzen des Flächenzuschnitts.	27
Tabelle 21:	Bewertungsgrenzen der Nutzungsintensität.....	28
Tabelle 22:	Bewertungsgrenzen des Siedlungsabstandes.	28
Tabelle 23:	Umklassifizierung der Bewertung der Einzelkriterien.	29
Tabelle 24:	Bewertungsgrenzen der Schwarztorfauflage.....	29
Tabelle 25:	Ergebnisse der Bewertung der Torfauflage.....	30
Tabelle 26:	Ergebnisse der Bewertung der klimatischen Wasserbilanz.	31
Tabelle 27:	Ergebnisse der Bewertung des Vorfluterniveaus.	31
Tabelle 28:	Ergebnisse der Bewertung der Höhenunterschiede.....	33
Tabelle 29:	Ergebnisse der Bewertung der Relieflage.	33
Tabelle 30:	Ergebnisse der Bewertung der Flächen der öffentlichen Hand.....	35
Tabelle 31:	Ergebnisse der Bewertung der Lage in Schutzgebieten.	37
Tabelle 32:	Ergebnisse der Bewertung der Flächengröße.....	37
Tabelle 33:	Ergebnisse der Bewertung des Flächenzuschnitts.	38
Tabelle 34:	Ergebnisse der Bewertung der Nutzungsintensität.	39
Tabelle 35:	Ergebnisse der Bewertung des Siedlungsabstandes.	40
Tabelle 36:	Ergebnisse der zusammenfassenden Bewertung des Standorteigenschaften.	41
Tabelle 37:	Ergebnisse der zusammenfassenden Bewertung des Standorteigenschaften.	42

1 Anlass und Aufgabenstellung

Während intakte Moore mit flurnahen Wasserständen eine hohe Bedeutung als Kohlenstoffspeicher haben, setzen entwässerte Moorböden beträchtliche Mengen klimarelevanter Gase, darunter vor allem Kohlendioxid (CO₂), frei. Im Rahmen des Klimaschutzmanagements planen die Gemeinden Edewecht, Rastede, Bad Zwischenahn und die Stadt Westerstede daher, entwässerte Moorstandorte wieder zu vernässen, um so den CO₂-Ausstoß zu reduzieren.

Informationen zur Verbreitung der kohlenstoffreichen Böden gibt die Karte der „Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten in Niedersachsen 1:50.000“ des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Diese derzeit zur Verfügung stehenden Daten sind aufgrund des Alters bzw. der Aktualität der Datensätze nur bedingt für einen regionalen Ansatz geeignet. Die Abgrenzung der Moore fußt überwiegend auf den Kartierungen von SCHNEEKLOTH et al. aus den 1950-1960ern (veröffentlicht in SCHNEEKLOTH et al. 1970-1983), der Neubewertung der Hochmoore (NLÖ 1994), auf teils ebenso alten Angaben der Bodenschätzung sowie untergeordnet auf bodenkundlichen Bohrungen der Landesaufnahme aktuelleren Datums. Seitdem hat sich jedoch durch großräumige Meliorationen und die Nutzungsintensivierung viel getan: Die Verbreitung der Moorflächen nahm durch Umbruch ab, in der Vertikalen kam es durch Entwässerung zu Sackung, Schwund und Mineralisierung zur Absenkung der Mooroberfläche. In der Summe betragen die Mächtigkeitsverluste 1-2 cm pro Jahr, bei intensiv bewirtschafteten Ackerstandorten auch mehr. Insbesondere flachgründige Moore verschwinden so schleichend über die Jahre und vor allem die geringmächtigen Randbereiche bedürfen daher einer Überprüfung.

Auch die räumliche Auflösung ist für eine regionale Betrachtung nur bedingt geeignet. Die Karte der „Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten in Niedersachsen 1:50.000“ ist für eine Übersicht im Maßstab 1:50.000 gemacht und daher nicht zur Darstellung auf lokalem Maßstab gedacht. Torfmächtigkeiten und Torfarten ändern sich durch Unterschiede im Mineraluntergrund und während der Moorbildung oftmals sehr kleinräumig. Zudem kommt noch der Nutzungsfaktor hinzu, sei es durch bäuerlichen oder industriellen Torfabbau oder durch landwirtschaftliche Nutzung. Die Karte der „Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten in Niedersachsen 1:50.000“ fasst die Moorflächen maßstabsbedingt zu größeren, vermeintlich homogenen Einheiten zusammen. Eine aktuelle Erfassung der Stratigraphie in kleinerem Maßstab ist bei einem regionalen Ansatz daher sinnvoll und notwendig. Zwar erstellt das LBEG gerade eine Karte der Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten gemäß GAPKondV, hierfür werden jedoch Modelle und Simulationen zur Abnahme der Torfmächtigkeit verwendet – Feldbohrungen erfolgten in dem Zusammenhang nur in einem geringen Umfang zur Referenzierung.

Um geeignete Flächen für Wiedervernässungsmaßnahmen zu identifizieren, sollen bereits vorhandene Daten zusammengebracht, ausgewertet und durch Felderhebungen ergänzt werden. Aus diesen Daten sowie weiteren Informationen z.B. zur Flächenverfügbarkeit, weiteren Standorteigenschaften oder zur Raumplanung sollen mögliche Standorte von Wiedervernässungsmaßnahmen identifiziert werden. All diese Informationen sollen gesammelt in einem digitalen Moorkataster für die Gemeinden Rastede, Edewecht, Bad Zwischenahn und die Stadt Westerstede aufrufbar sein.

In einer öffentlich zugänglichen webgis-Anwendung sollen sich zudem auch Bürgerinnen und Bürger sowie Flächeneigentümer und -eigentümerinnen hinsichtlich des Moor-Themas informieren können und hinsichtlich der Klimarelevanz sensibilisiert werden.

2 Projektgebiet

Das Projektgebiet umfasst die Moorböden der Gemeindegebiete von Edewecht, Bad Zwischenahn, Rastede und der Stadt Westerstede im Landkreis Ammerland (Abbildung 1) im Nordwesten Niedersachsens.

Die Moorflächen können vier Naturräumen zugeordnet werden. Hierzu gehören die Ostfriesischen Zentralmoore auf dem Scheitelpunkt der Ostfriesischen Geest mit dem Lengener, Ihauser Moor und Apenes Moor im Gemeindegebiet der Stadt Westerstede. Die Moore der Oldenburger Geest im Nordosten der Gemeinde Bad Zwischenahn und der Stadt Westerstede sind kleinflächiger und überwiegend in Südwest-Nordost-Richtung ausgerichtet. Nach Süden hin schließt sich überwiegend im Gemeindegebiet von Edewecht und Bad Zwischenahn die Hunte-Leda-Moorniederung an mit dem Fintlandsmoor und Dänikhorster Moor, dem Langen Moor, dem Vehnemoor und dem Großen Wildenlohsmoor. Im Osten liegt auf dem Gemeindegebiet von Rastede der großflächig zusammenhängende Moorkomplex der Wesermarsch mit dem Jader Kreuzmoor und dem Ipweyer Moor.

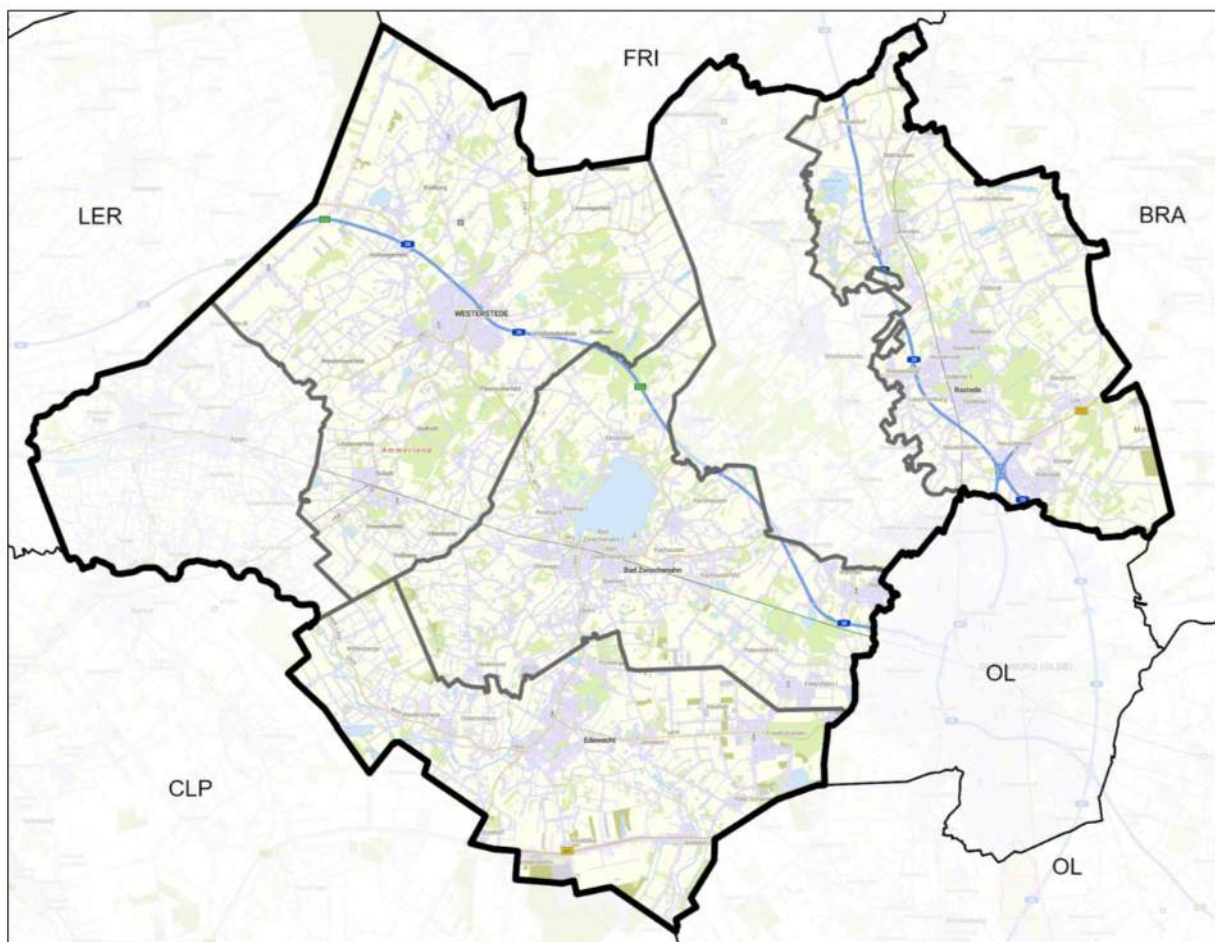


Abbildung 1: Projektbeteiligte Gemeinden.

3 Dokumentation der Vorgehensweise

3.1 Darstellung von Bodendaten

3.1.1 Auswertung vorhandener Datengrundlagen zur Bildung der Bohrkulisse

Eine aktuelle Erfassung der Stratigraphie dient zum einen der Aktualisierung der Ausdehnung der Moorböden sowie zum anderen der Aktualisierung der Torfmächtigkeit. Um die Bohrpunkte zu platzieren, musste zunächst der Suchraum für die Moorböden eingegrenzt werden. Grundlage hierfür bildete die Karte der „Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten in Niedersachsen mit Bedeutung für den Klimaschutz“ (BHK50KS, Tabelle 1) des LBEG. In dieser sind gegenüber der Karte der „Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten in Niedersachsen“ (BHK50, Tabelle 2) die Siedlungen nicht enthalten, dies trifft auch auf die Moor-Trepose und die mächtig überlagerten Torfe zu, da diese gegenüber den anderen kohlenstoffreichen Böden eine geringe Klimarelevanz aufweisen. In einem ersten Schritt wurden im Geoinformationssystem (GIS) alle Hoch- und Niedermoorböden der BHK50ks selektiert. Diese umfassten rund 14.600 Hektar innerhalb der vier Gemeinden.

Da die BHK50ks auf der Bodenkarte 1:50.000 (BK50) beruht und diese für den Maßstab 1:50.000 ausgelegt ist, beinhaltet die BHK50ks auf kommunaler Ebene maßstabsbedingt Unschärfen (Abbildung 2). In unmittelbarer Nähe zu Hoch- und Niedermoorböden wurden daher auch angrenzende kohlenstoffreiche Böden der BHK50ks mit in den Suchraum integriert.

Tabelle 1: Flächengröße der Bodenkategorien der BHK50ks.

Bodenkategorie der BHK50ks	Flächengröße in Hektar				
	Bad Zwischenahn	Edeweicht	Rastede	Westerstede	Summe
Hochmoor	1.911	4.383	3.314	2.132	11.740
Niedermoor	190	326	996	250	1.763
Moorgley	677	135	449	2.164	3.425
flach überdecktes Moor	.	.	324	.	324
Sanddeckkultur	.	397	< 1	13	410
Organomarsch	.	.	49	.	49
Summe	2.778	5.241	5.132	4.560	17.711

Tabelle 2: Flächengröße der Bodenkategorien der BHK50.

Bodenkategorie der BHK50	Flächengröße in Hektar				
	Bad Zwischenahn	Edeweicht	Rastede	Westerstede	Summe
Hochmoor	2.089	4.972	3.470	2.191	12.722
Niedermoor	199	407	1.015	253	1.874
Moorgley	738	154	470	2.246	3.608
flach überlagerter Torf	.	.	331	.	331
mächtig überlagerter Torf	.	.	118	.	118
Sanddeckkultur	.	411	< 1	13	424
Moor-Trepose	1.205	1.635	206	1.635	4.680
Summe	4.231	7.579	5.610	6.337	23.757

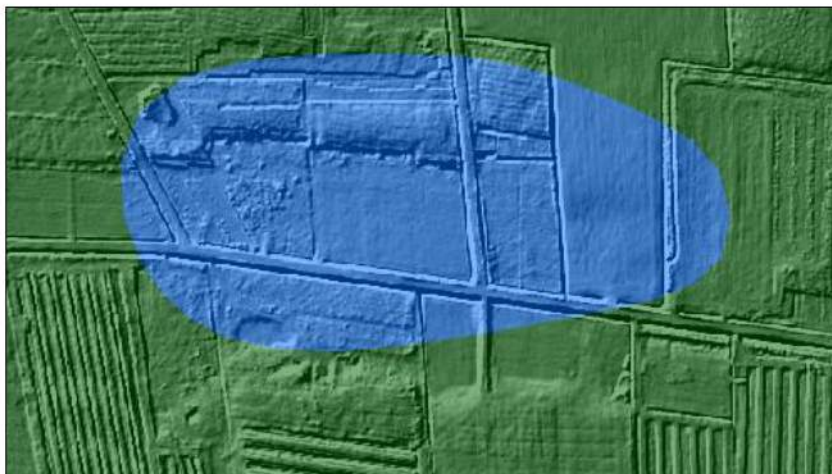


Abbildung 2: Beispiel für die maßstabsbedingte Unschärfe der BHK50. Moorgley (blau) und umgebendes Hochmoor (dunkelgrün) innerhalb eines von Torfstichen überprägten Bereichs.

Tabelle 3: Flächengröße des Suchraums in den verschiedenen Arbeitsschritten.

Arbeitsschritte		Flächengröße in Hektar				
		Bad Zwischenahn	Edeweicht	Rastede	Westerstede	Gesamt
Schritt 1	Selektion von Hoch- und Niedermoorböden	2.101	4.709	4.310	2.382	11.740
Schritt 2	Hinzunahme angrenzender kohlenstoffreicher Böden	2.427	5.211	5.085	3.511	16.234
Schritt 3	Ausschneiden der tiefgekuhlten und übersandeten Flächen	2.399	4.558	5.055	3.427	15.439

Durch den Landkreis Ammerland wurden flurstückscharfe Informationen zu tiefgekuhlten und übersandeten Flächen zur Verfügung gestellt. Diese wurden in einem dritten Arbeitsschritt aus dem Suchraum ausgeschnitten (siehe Tabelle 3). Es verblieb eine Suchraum-Fläche von rund 15.440 Hektar. Anschließend erfolgte eine Bereinigung von durch die Verschneidung im GIS entstehenden Splitterflächen.

Innerhalb des Suchraums wurden folgende Flächen aus der Bohrkulisse ausgeschlossen:

- (1) Bestehende und ehemalige Torfabbauf Flächen: Für diese liegen dem Landkreis Ammerland als genehmigende Behörde Informationen zu Resttorfmächtigkeiten vor. Die Flächen verblieben mit Ausnahme der Folgenutzung „Landwirtschaft“ in der Gebietskulisse, da überwiegend noch Resttorfmächtigkeiten vorhanden sind, es erfolgten jedoch keine Bohrungen.
- (2) Gartenbaubetriebe: Das Niederbringen von Bohrungen auf Betriebsgelände hätte einen zu hohen organisatorischen Aufwand bedeutet. Zugleich stehen diese Flächen mindestens kurz- bis mittelfristig nicht für Maßnahmen zur Verfügung. Aus diesen Gründen erfolgte nur eine Auswertung von Luftbildern und DGM1 (Abbildung 3), ob die Gartenbaubetriebe auf mehr oder weniger unverändertem Torfprofil („Torf“), auf Mineralboden oder umgebrochenen Resttorfauf lagen liegen („Sand“) oder ob eine Mischung aus Torfboden und Mineralboden zu erkennen war („Torf/Sand“). Die „Torf“-Flächen verblieben in der Gebietskulisse.
- (3) Flächen mit gestörtem Torfprofil wie Sandmisch- und Sanddeckkulturen. Diese wurden über die Bodenschätzung (BS5), Luftbildzeitreihen und das DGM1 identifiziert (Abbildung 4).



Abbildung 3: Klassifizierung der Gartenbaubetriebe: Links mit Sand als Untergrund, in der Mitte mit Torf und rechts auf hellerem grau-braunen Sand-Torf-Gemisch nach Tiefumbruch (DOP20: ©LGLN).



Abbildung 4: Identifizierung von Tiefumbruch-Flächen in Luftbildern und DGM (oben links: Schummerung des DGM1, DOP20: ©LGLN; links: Landsat / Copernicus 2016).

Für alle weiteren Flächen des Suchraums erfolgte über DGM1, Luftbildzeitreihen und BS5 eine Klassifizierung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Torf (Tabelle 4, Abbildung 5, Abbildung 6). Aktuelle DOP aus dem Jahr 2023 standen erst nach der Bohrkampagne flächenhaft zur Verfügung und wurden daher erst im Anschluss ausgewertet.

Tabelle 4: Klassifizierung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Torf.

Wahrscheinlichkeit	Torfmächtigkeit	Bohrkulisse
sehr wahrscheinlich Torf	eher hoch	ja
sehr wahrscheinlich Torf	eher gering	ja
vermutlich Torf	unklar	ja
fraglich	unklar	ja, vorrangig zu klären
eher kein Torf	unklar	ja, nachrangig zu klären
vermutlich kein Torf	unklar	ja, nachrangig zu klären

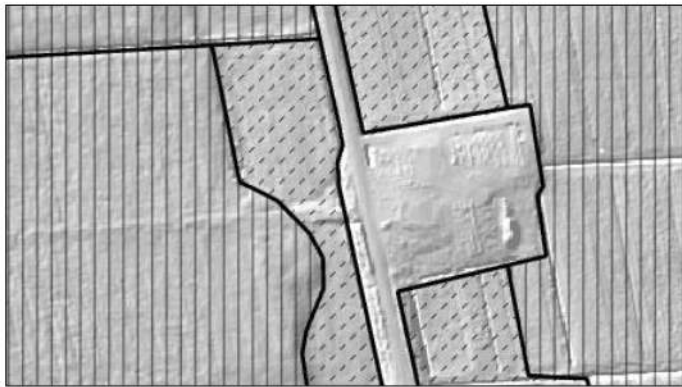


Abbildung 5: Beispiel 1 für Klassifizierung des Suchraums hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Torf. Die Vertikal-schraffur kennzeichnet Bereiche mit vermuteter hoher Torfmächtigkeit, die gestrichelte Schräg-schraffur kennzeichnet Torfstichbereiche mit vermuteter geringerer Torfauflage. Zu beachten ist, dass zusätzlich zu den Torfstichstrukturen der Verlauf des mineralischen Untergrunds zu beachten ist, welcher nur über Bohrungen zu lokalisieren ist (Schummerung des DGM1: ©LGLN).

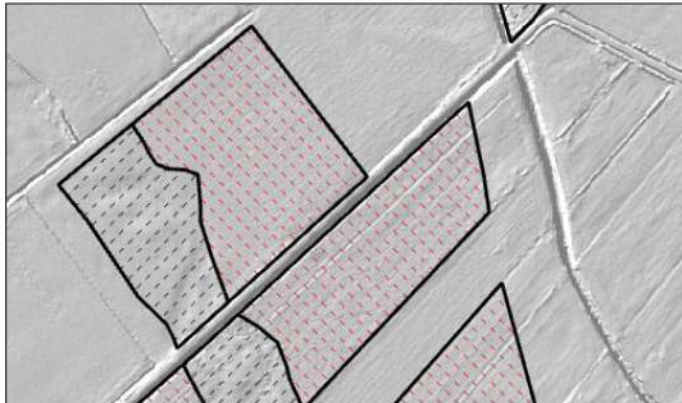


Abbildung 6: Beispiel 2 für Klassifizierung des Suchraums hinsichtlich der Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Torf. Die Bereiche mit roter Schrägschraffur stellen sich sehr einheitlich dar, wohingegen die mit schwarzer Schrägschraffur gekennzeichneten Bereiche ein naturbelasseneres Relief aufweisen (Schummerung des DGM1: ©LGLN).

3.1.2 Ergänzende bodenkundliche Untersuchung vor Ort

3.1.2.1 Methodik

Die nach der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Torf klassifizierten Flächen des Suchraums bildeten die Bohrkulisse.

Über diese wurde ein Gitter gelegt, wobei im GIS jeweils im Zentrum einer Gitterzelle automatisiert ein Bohrpunkt platziert wurde. Diese Punkte wurden manuell nachbearbeitet, um sie einerseits nicht im Siedlungsbereich oder in Gewässern niederzubringen und sie andererseits in repräsentative oder auch hinsichtlich des Torfvorkommens fragliche Bereiche der Gitterzelle zu legen. Bohrpunkte von Gitterzellen im Randbereich der Gemeinden, wo die Gitterzellen nur sehr geringe Anteile der Bohrkulisse einnahmen und stattdessen überwiegend in umgebenden Landkreisen lagen (Abbildung 7, links), wurden in andere, heterogene Gitterzellen verlegt, wo dann zwei Bohrungen niedergebracht wurden. Auch bei sehr kleinen Moorflächen (Abbildung 7, rechts), die zwar von zwei Gitterzellen überlagert wurden, jedoch ein Bohrpunkt als ausreichend repräsentativ angesehen werden konnten, wurde so verfahren.

Die Erfassung erfolgte auf einem im Umfang reduzierten Aufnahmeformblatt für die bodenkundliche Kartierung des Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Mit dem Guts-Bohrer wurden die punktuellen Bodenprofile entnommen und alle Torfarten einschließlich des anstehenden mineralischen Untergrundes angesprochen und gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung (AG BODEN 2005) protokolliert, wie u.a. die Mächtigkeit der Schichten, der Zersetzungsgrad nach von Post, die Humusstufe, Lagerungsdichte, Feuchte, ggf. Beimengungen und Entwässerungstiefe.



Abbildung 7: Gitterzellen am Bohrkulissenrand. Links: Die Gitterzellen G6 und D7 liegen zum Großteil im Landkreis Leer. Rechts: Die überwiegend in K32 gelegenen Flächen werden durch zwei Bohrpunkte ausreichend repräsentiert. Der dritte Bohrpunkt wurde in eine andere Gitterzelle verschoben. Dieses Beispiel zeigt auch die Notwendigkeit des manuellen Verschiebens der im Zentrum der Gitterzellen im GIS automatisiert geplanten Bohrpunkte.

Alle niedergebrachten Bohrungen wurden per GPS eingemessen. Hierfür kamen hochpräzise Messgeräte der Firma Trimble zum Einsatz. Die R12 Antennen bieten in Kombination mit den TC-Controllern eine Messgenauigkeit im Zentimeter-Bereich. In Wäldern oder Bereichen, in denen keine ausreichende Verbindung mit den Satelliten und Korrekturstationen hergestellt werden konnte, wurden Hand-GPS Geräte der Firma Garmin eingesetzt. Alle Messungen fanden im ETRS UTM 32N Koordinatensystem statt.

Im Gelände wurden parallel zu der Durchführung der Bohrungen auf der Luftbildkarte die Moorgrenzen eingezeichnet. Dabei kam es zur Berücksichtigung von Geländekanten, Änderungen in der Vegetation, Flurgrenzen und Gräben. Diese Grenzen konnten im Nachgang anhand des DGM1 und der daraus abgeleiteten Schummerung validiert und im GIS als Polygon erfasst werden. Nicht mit dem Bohrpunkt abgedeckte Bereiche der Bohrkulisse wurden als „nicht bestätigt“ gekennzeichnet.

Die großen Abstände der Einzelbohrungen führten in Gebieten ohne zusammenhängende Moorauflage dazu, dass zwischen den Bohrungen überwiegend kein stratigrafischer Zusammenhang bestand. Stratigrafisch betrachtet handelt es sich somit bei jeder Bohrung um eine Einzelerkundung ohne Aussagen für die fernere Umgebung als etwa 100 m um den Bohrpunkt selbst. Aussagekräftige Bohrraster sollten eine Gitterweite an die 100 m aufweisen.

3.1.2.2 Ergebnisse – Moorbodenkategorien im Suchraum

Die Untergliederung des Suchraums nach den ergänzenden bodenkundlichen Untersuchungen ist in Tabelle 5 aufgelistet. In Bad Zwischenahn sind rund 1.700 ha Moorböden vorhanden, in Edevecht rund 3.200 ha, in Rastede rund 3.700 ha und in Westerstede rund 1.600 ha.

In Kapitel 3.2 und Kapitel 4 werden nur die Moorflächen im weiteren Sinn betrachtet, da sowohl überdeckte oder überlagerte Moorböden (Sanddeckkulturen) als auch Sandmischkulturen deutlich geringere THG-Emissionen aufweisen und eine Wiedervernässung unverhältnismäßig aufwendig wäre.

Tabelle 5: Flächengrößen im Suchraum nach den bodenkundlichen Untersuchungen.

	Vorhandensein von Torf	Moorböden im weiteren Sinne	Unterkategorie	
Gemeinde	Flächengröße in ha	Flächengröße in ha	Flächengröße in Hektar	
Bad Zwischenahn	fraglich 705	ja 1.658	fraglich - Baumschule 138	
			fraglich - sonstiges 567	
	ja 970		Hochmoor 746	
			Niedermoor 112	
			Torfabbau mit Resttorfen 95	
		nein 146	nein 163	Sanddeckkultur 17
				Gley 35
	sonstige 36			
	Moor-Treposole 39			
	Podsol 2			
Anmoorgley 34				
Edeweicht	fraglich 1.213	ja 3.245	fraglich - Baumschule 245	
			fraglich - sonstiges 968	
	ja 2.096		Hochmoor 1.509	
			Niedermoor 103	
			Resttorf 420	
		nein 206	nein 269	Sanddeckkultur, übersandetes Niedermoor 63
				Gley 44
	sonstige 51			
	Moor-Treposole 78			
	Podsol 3			
Anmoorgley 30				
Rastede	fraglich 561	ja 3.730	fraglich - Baumschule 87	
			fraglich - sonstiges 474	
	ja 3.265		Hochmoor 2.391	
			Niedermoor 778	
		nein 124	nein 220	Sanddeckkultur, übersandetes Niedermoor 96
				Gley 12
	sonstige 50			
	Anmoorgley 21			
Moor-Treposole 41				
Westerstede	fraglich 281	ja 1.601	fraglich - Baumschule 10	
			fraglich - sonstiges 271	
	ja 1.355		Hochmoor 1.195	
			Niedermoor 50	
			Resttorf 75	
		nein 604	nein 639	Sanddeckkultur, übersandetes Niedermoor 34
				Anmoorgley 24
	Gley 236			
	sonstige 69			
	Anmoorgley 16			
Moor-Treposole 259				

3.1.2.3 Ergebnisse – Bohrprofile

Die Bohrprofile und die digitalisierten Moorflächen sind in Karte 1 und Karte 2 dargestellt und werden im Folgenden für die vier Gemeinden beschrieben. Die Kennwerte für die vier Gemeinden sind zu einen in den Steckbriefen (Anhang 1) und zudem in Tabelle 6 und Tabelle 7 aufgeführt.

Tabelle 6: Stratigrafische Kennwerte für die Hochmoorböden der vier Gemeinden. Betrachtet wurden die Bodentypen HH, HHv, und HHa. Angegeben sind Durchschnitt ($\bar{x}$), Standardabweichung (STD) und Maximalwert (max).

Gemeinde	Gesamttorfmächtigkeit		Hochmoortorf-mächtigkeit		Weißtorf-mächtigkeit		Schwarztorf-mächtigkeit		Niedermoortorf-mächtigkeit	
	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max
Bad Zwischenahn	1,52 $\pm$ 1,02	3,55	1,36 $\pm$ 0,98	3,45	0,28 $\pm$ 0,39	1,83	0,87 $\pm$ 0,83	2,99	0,13 $\pm$ 0,27	1,77
Edeweicht	1,92 $\pm$ 0,73	3,03	1,69 $\pm$ 0,74	2,93	0,70 $\pm$ 0,63	2,45	0,80 $\pm$ 0,62	2,17	0,22 $\pm$ 0,28	1,47
Rastede	2,51 $\pm$ 0,90	4,67	1,48 $\pm$ 0,89	3,75	0,85 $\pm$ 0,80	3,12	0,46 $\pm$ 0,52	2,05	0,97 $\pm$ 0,89	3,68
Westerstede	1,30 $\pm$ 0,87	4,90	1,05 $\pm$ 0,71	3,40	0,22 $\pm$ 0,26	1,08	0,67 $\pm$ 0,61	2,82	0,19 $\pm$ 0,45	2,62

Tabelle 7: Gesamttorfmächtigkeit der Niedermoorböden der vier Gemeinden. Betrachtet wurden die Bodentypen HN, HNv, und HNa. Angegeben sind Durchschnitt ($\bar{x}$), Standardabweichung (STD) und Maximalwert (max).

Gemeinde	Gesamttorfmächtigkeit	
	$\bar{x} \pm \text{STD}$	max
Bad Zwischenahn	0,59 $\pm$ 0,24	1,10
Edeweicht	1,22 $\pm$ 0,71	3,54
Rastede	1,02 $\pm$ 0,65	3,10
Westerstede	0,67 $\pm$ 0,45	1,55

Bad Zwischenahn

Die Moorflächen der Gemeinde Bad Zwischenahn lassen sich im Wesentlichen als Teilflächen der größeren Mooregebiete Aschhauser Hohes Moor, Fintlandsmoor sowie Großes Wildenlohsmoor zusammenfassen.

Aschhauser Hohes Moor: Es liegt im Nordosten der Gemeinde und wies recht heterogene Torfmächtigkeiten sowie wenig zusammenhängende Moorflächen auf. Während im zentralen Bereich Mächtigkeiten von über 1,00 m bis 1,35 m im Maximum festgestellt werden konnten, waren die Randbereiche mit Mächtigkeiten von unter 60 cm nur noch geringmächtig. Es herrschten höher zersetzte Schwarztorfe vor, die in den oberen Dezimetern vererdet waren; Weißtorfe fehlten. Bei nahezu der Hälfte der niedergebrachten Bohrungen konnten infolge von Meliorationsmaßnahmen keine Moorböden festgestellt werden.

Fintlandsmoor: Die ermittelte Gesamttorfmächtigkeit des im Westen der Gemeinde Moores lag durchschnittlich bei ca. 1,80 m, im Maximum wurden fast 3,50 m erbohrt. Die Bodenprofile der niedergebrachten Sondierungen beschreiben überwiegend schwarztorfreiche Moorböden, welche insbesondere im Bereich von Resttorfblöcken und -bänken noch eine geringer zersetzte Weißtorfschicht aufwiesen. Die Weißtorfe waren meist 70-90 cm, stellenweise 1,50 m mächtig. An der Basis der Moorprofile kamen vereinzelt wenige Dezimeter mächtige, häufig stärker zersetzte Niedermoortorfe vor. Torfmächtigkeiten unter einem Meter sowie Profile ohne Torfhorizonte konnten nur in geringem Umfang und überwiegend nur randlich des Mooregebietes festgestellt werden.

Großes Wildenlohsmoor: Der nördliche Teil des Moorgebietes auf Bad Zwischenahner Gemeindegebiet kann als Hochmoor mit lokal hohen Gesamttorfmächtigkeiten beschrieben werden. Die Moorböden erreichten in einer Linie vom Ekerter Moor, sowie südlich von Petersfehn II und Petersfehn I an der Grenze zu Edewecht nicht selten Mächtigkeiten von über drei Metern, das Maximum lag bei ca. 3,55 m. Die Torfprofile setzten sich hierbei aus einer Abfolge von geringmächtigem, vererdetem Oberboden, geringer zersetztem Weißtorf sowie hohen Anteilen an Schwarztorf zusammen. Niedermoorböden sowie organische Mudden an der Moorbasis kamen nur selten und wenn, dann nur geringmächtig vor. In den Randlagen wurden überwiegend deutlich geringere Gesamttorfmächtigkeiten von z.T. unter 50 cm festgestellt. In den Randbereichen im Anschluss an die Siedlungsgebiete von Bad Zwischenahn und Kayhauser Feld sowie östlich von Petersfehn II treten Niedermoor Moore deutlich in den Vordergrund.

Zusammenfassung und Vergleich: Bei den Moorböden in Bad Zwischenahn handelt es sich hauptsächlich um Hochmoorböden aus überwiegend stärker zersetzten Schwarztorfen mit unterschiedlich mächtigen Weißtorfauflagen. Die Weißtorfauflagen sind, wie auch in Westerstede, im Vergleich zu Edewecht und Rastede eher geringmächtig und/oder weniger flächendeckend anzutreffen. Reine Niedermoorböden kommen nur in geringem Ausmaß, hauptsächlich entlang von Bachverläufen der Ollenbäke, Flugplatzbäke sowie des Putthaaren vor.

Edewecht:

Die Moorböden des Edewechter Gemeindegebiets können zu einem großen Anteil dem beidseits des Küstenkanals liegendem Moorkomplex des Langen Moores und des Vehnemoors zugerechnet werden. Westlich verläuft das Aue-Godensholter Tief. Des Weiteren teilt sich Edewecht zusammen mit Bad Zwischenahn und Westerstede das Fintlandsmoor sowie mit Bad Zwischenahn das Große Wildenlohsmoor.

Großes Wildenlohsmoor: Für den Edewechter Teil kann ein vergleichbarer stratigraphischer Aufbau beschrieben werden, wie bereits für den Bad Zwischenahner Teil. Das Vorkommen hauptsächlich stärker zersetzten Niedermoor Mooren ist im Edewechter Teil verbreiteter, auch die Mächtigkeit ist geringfügig höher. Ebenso sind die Weißtorfauflagen höher. Die Gesamttorfmächtigkeit bleibt auf Edewechter Seite unterhalb von drei Metern, im Maximum wurden 2,95 m erbohrt, und nimmt vom zentral gelegenen Kleefeld zum Rand des Moorgebiets ab.

Fintlandsmoor, Dänikhorster Moor: Auch die Bereiche des Fintlandsmoors lassen sich mit den Gegebenheiten auf der Bad Zwischenahner Seite vergleichen, es herrschen Hochmoorböden mit Schwarztorfen sowie einer Weißtorfauflage vor. Die durchschnittliche Gesamttorfmächtigkeit liegt bei etwa 1,60 m mit einem Maximum von 2,84 m. Am Südrand des Dänikhorster Moores fällt die Torfmächtigkeit auf unter 50 cm ab.

Langes Moor, Vehnemoor: Beidseits des Küstenkanals wurde eine durchschnittliche Mächtigkeit von fast zwei Metern erbohrt, in einer Bohrung wurden knapp über drei Meter festgestellt. Die Moorflächen sind im Vergleich zum Großen Wildenlohsmoor durch Meliorationsmaßnahmen wie Tiefumbruch und Übersandung stärker fragmentiert als im Großen Wildenlohsmoor. Entlang der Vehne konnte eine deutliche Zunahme der Niedermoorhorizonte, sowohl mit anschließender Hochmoorentwicklung als auch als reine Niedermoorflächen, beschrieben werden.

Aue-Godensholter Tief: Das Gebiet des Aue-Godensholter Tiefs sowie Flächen rund um die zufließende Vehne ist ausschließlich durch z.T. gering zersetzte Niedermoorböden geprägt. Diese erreichen stellenweise Mächtigkeiten von über 3,50 m, sind aber in der Regel in geringmächtigerer Ausprägung von unter 2 m festgestellt worden. Es handelt sich nicht um die Fließgewässer in ihrer ganzen Länge begleitende Moorböden, sondern um voneinander separierte Moorflächen.

Zusammenfassung und Vergleich: Die Moorflächen im Gemeindegebiet von Edewecht lassen sich in tiefgründige, teils fragmentierte Hochmoorböden großflächiger Hochmoorkomplexe sowie in fließgewässerbegleitende Niedermoorböden unterteilen. Die durchschnittliche Hochmoortorfmächtigkeit ist verglichen mit den anderen Gemeinden in Edewecht mit fast 1,70 m am höchsten. Auch bei den Niedermoorböden wiesen die Bohrungen in Edewecht mit rund 1,20 m die durchschnittlich höchsten Mächtigkeiten auf.

Rastede

Die Moorflächen im Rasteder Gemeindegebiet liegen v.a. innerhalb des sogenannten Großen Meerkirchener Moores, welches sich am Rande der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und der Wesermarsch erstreckt und in Rastede die Teilgebiete Jader Kreuzmoor und Ipweyer Moor umfasst.

Jader Kreuzmoor: Die bodenkundliche Untersuchung der Flächen des Jader Kreuzmoors beschreibt eine Moorstratigraphie mit deutlich höherem Anteil an Niedermoor torfen, im Vergleich zu den anderen Gemeinden. Insbesondere im Norden und Westen treten diese als reine Niedermoorböden auf, in den meisten Fällen werden sie jedoch durch unterschiedlich mächtige, gering bis stärker zersetzte Hochmoortorfe überdeckt. Der Anteil an stärker zersetztem Schwarztorf nimmt dabei in Richtung Norden zu, bei gleichzeitiger Abnahme der Niedermoor mächtigkeit. Die durchschnittliche Gesamtorf mächtigkeit umfasst ca. 2 m; entlang der von der Geest zufließenden Gewässer wurden überwiegend Niedermoorböden mit im Verhältnis geringeren Mächtigkeiten festgestellt.

Ipweyer Moor: Der Übergang vom Jader Kreuzmoor zum Teilgebiet Ipweyer Moor wird durch die Niedermoorböden der Rasteder Bäke eingeleitet. Nach Süden verlaufend nehmen die Niedermoor torfe stark ab, bei zugleich ansteigenden Mächtigkeiten von häufig geringer zersetzten Weißtorfen. Dabei kommt es gebietsweise zu einem kompletten Ausfallen der Niedermoorhorizonte. In diesen Bereichen bilden gering zersetzte Weißtorfe den größten Anteil der Bodenprofile, häufig mit basaler, geringmächtigerer Schwarztorfschicht. In Richtung der südlichen Grenze des Rasteder Gemeindegebietes treten entlang des Geestrandes sowie in Richtung Hunteniederung wieder vermehrt Niedermoor torfe in den Vordergrund. Diese sind in den meisten Fällen durch Weiß- und/oder Schwarztorfhorizonte überdeckt, im Südwesten des Ipweyer Moors befinden sich jedoch auch Flächen aus überwiegend gering zersetzten, braunmoosreichen Niedermoorböden. Die Gesamtorf mächtigkeit beträgt im Durchschnitt ca. 2,20 m.

Zusammenfassung und Vergleich: Im Vergleich zu den anderen Gemeinden sind in den Hochmoorbohrungen in deutlich höhere Niedermoor torf mächtigkeiten festgestellt worden. Zudem ist die durchschnittliche Gesamtorf mächtigkeit mit über 2,50 m in den Hochmoorbohrungen am höchsten. Im Ipweyer Moor liegen tiefgründige Hochmoorböden vor, die Gesamtorf mächtigkeiten erreichen in den zentralen Bereichen deutlich über 3,00 m.

Westerstede

Die Moorböden der Stadt Westerstede lassen sich in das westlich gelegene Grenzmoor mit den Teilgebieten Lengener Moor, Ihauser Moor und Apener Moor sowie in die östlich gelegenen Moorgebiete der Wapel-Jühdener Moorgeest zusammenfassen.

Die östlich liegenden Bereiche des Grenzmoores fallen durch ein hohes Maß an Variabilität bezüglich der Mächtigkeitsverteilung auf. Zwar konnten Torfprofile von über 3,50 m nachgewiesen werden, aufgrund der Häufigkeit geringmächtiger Profile erreicht die durchschnittliche Mächtigkeit der

Sondierungen für das Grenzmoor nur 1,20 m. Des Weiteren konnten hier auch verhältnismäßig viele Sondierungen ohne Torfnachweis festgestellt werden. Diese liegen schwerpunktmäßig im Norden und Süden des Grenzmoors. Die Torfarten variieren zwischen Schwarz- und Weißtorfen, wobei letztere hinsichtlich der Mächtigkeit dominieren. Basale Lagen von Niedermoor torfen kommen vereinzelt vor, im Südosten des Grenzmoors treten auch Niedermoorböden entlang der Großen Norderbäke auf. Die Oberböden des Grenzmoors sind weitestgehend vererdet, vereinzelt treten auch Übersandungen auf.

Wapel-Jühdener Moorgeest: Bei über der Hälfte der niedergebrachten Bohrungen konnte kein Torf festgestellt werden, die Moorflächen stellen sich daher deutlich fragmentierter dar, als es der Suchraum vermittelte. Bei einer Bohrung im Heller Moor wurden 4,90 m erreicht, der Großteil der Bohrungen erreichte aber nur wesentlich geringere Teufen, diese lagen dabei nicht selten unter 60 cm Mächtigkeit. Bei den Moorflächen handelt es sich überwiegend um Niedermoore, die zu Hochmooren aufgewachsen sind.

Zusammenfassung und Vergleich: Die Moore Westerstedes zeichnen sich zum einen durch die großflächigen, tiefgründigen, schwarztorfreichen Hochmoorflächen des Lengener und Ihauser Moores sowie des niedermoorgeprägten Apenner Moores aus und zum anderen durch die fragmentierteren, heterogenen Moorflächen der Wapel-Jühdener Moorgeest. Im Heller Moor wurde mit 4,90 m die höchste Torfmächtigkeit der Bohrkampagne vorgefunden.

3.1.3 Satellitendaten

Innerhalb der Gebietskulisse sollte mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) eine Vorauswertung der kohlenstoffreichen Böden stattfinden, um Flächen ohne Torf ausschließen zu können und um bei der Bohrpunktplanung den Fokus auf die Torfvorkommen zu legen. Ein Grund hierfür war die ungenaue und veraltete Datenlage. Die Bodenschätzung und die BHK50 beruhen auf einer Verschneidung von Altdaten, die sich teilweise immer noch auf jahrzehntealte Bohrdaten beziehen. Ein aktuelles Bild des fortschreitenden Wandels in der Landschaft sowie der starken Zerschneidung der Moorlandschaften kann so nicht in aktueller Form abgebildet werden. Außerdem war die Aktualisierung der BHK50 gemäß der GAP-Konditionalitäten-Verordnung noch nicht vorliegend, auch diese erfolgt jedoch ohne stratigraphische Erhebungen im Feld. Aus den genannten Gründen und vor dem Hintergrund, dass die Anzahl der Bohrungen aus Budgetgründen im Vergleich zu Größe der Gebietskulisse stark limitiert war, sollte mit Hilfe der KI-Auswertung die Bohrpunktplanung erleichtert werden.

Hierfür kam ein in Entwicklung befindliches „Machinelearning-Modell“ zum Einsatz, das mit Hilfe von Satellitendaten, Wetterdaten und digitalem Geländemodell eine KI gestützte Aussage über die Wahrscheinlichkeit von Torf im Untersuchungsgebiet treffen kann. Mit Hilfe der Daten vom EL-MIS, dem Moorinformationssystem des Landkreises Emsland mit über 10.000 Bohrungen, wurde das Modell trainiert. Es stellte sich heraus, dass das Modell 91 % der tatsächlich kartierten Flächen des EL-MIS richtig einstufen konnte.

Die Funktionsweise und Herausforderungen der KI sollen im Folgenden kurz dargelegt werden. Als Datengrundlage werden unter anderem die verschiedenen Frequenzbänder des japanischen Erdbeobachtungssatelliten ALOS2 genutzt. Es handelt sich dabei um spezialisierte Satelliten für Fragestellungen des Umweltmonitoring. Die Messung wird durch SAR-Frequenzen mit verschiedenen Wellenlängen durchgeführt (vgl. Abbildung 8). Das C-Band im Wellenlängenbereich von 1530 nm - 1565 nm, hat dabei eine geringere Durchdringung und wird für das Monitoring von Veränderungen der Erdoberfläche verwendet. Das L-Band im Wellenlängenbereich von

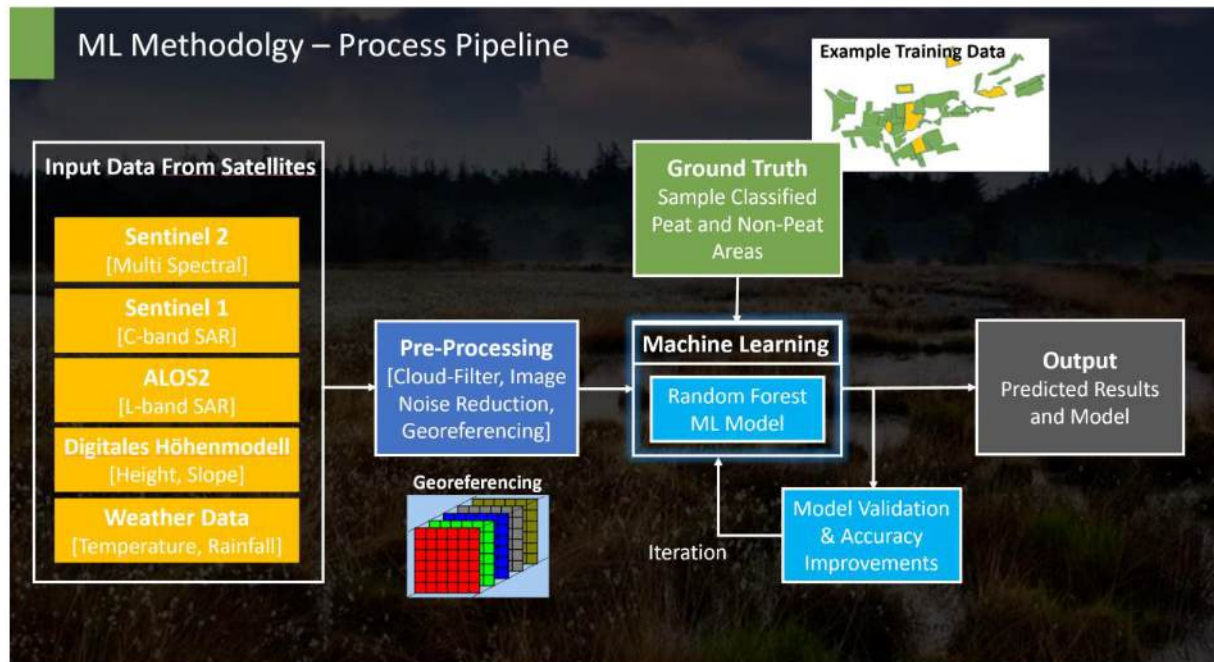


Abbildung 8: Funktionsweise des KI-Modells zur Erfassung von Moorflächen (Quelle: Karuna 2023)

570 nm -1610 nm wird genutzt, um geophysikalische Veränderungen in der Biomasse oder Vegetation zu erfassen und besitzt eine hohe Eindringtiefe in den Oberboden.

Die Bohrdaten aus dem Moorkataster und die digitalisierten Moorflächen wurden zusätzlich dafür genutzt, die KI auf das Untersuchungsgebiet zu trainieren. Im Zusammenhang mit den Wetterdaten und dem DGM1 errechnet das Modell Vorhersagen über Torfvorkommen in der Landschaft.

Ursprünglich sollten die Aussagen des Modells bei der Vorauswertung und der Festlegung der Bohrungen eingesetzt werden. Leider lieferte die KI jedoch zu niedrige Konfidenz-Werte (ein Maß wie sicher sich das Modell bei der Vorhersage ist), sodass die Ergebnisse nicht für die Bohrpunktplanung genutzt werden konnten. Dies hatte zum einen den Grund, dass die Moorlandschaft des Emslands und des Ammerlands doch größere Unterschiede in den Inputdaten für das Modell aufwies. Da die KI ursprünglich mit Daten aus dem EL-MIS trainiert worden war, waren die vielen Ergebnisse unsicher und nicht genau genug. Außerdem wurden Satelliten-Daten im ersten Versuch aus Zeiträumen nach Einsetzen der Vegetationsperiode genutzt. Daher konnten die SAR-Bänder nicht überall die Vegetationsdecke ausreichend durchdringen, wodurch ebenfalls ungenauere Aussagen entstanden.

Diese Probleme wurden im Laufe des Projekts behoben, in dem die Satelliten-Daten im Zeitraum vor der Vegetationsperiode eingespeist wurden und die KI zusätzlich mit den Bohrungen und den digitalisierten Moorflächen aus den vier Gemeinden trainiert wurde. Daher ließ sich die KI nun dafür einsetzen, um für die im Ergebnis unbestimmten Flächen des Moorkatasters in Zusammenhang mit der manuellen Vorauswertung eine Aussage treffen zu können. Mögliche Detailbetrachtungen und Bohrungen in der Zukunft können so deutlich besser eingegrenzt und eingeschätzt werden.

Als Ergebnis ergab sich ein Datensatz, der für im Feld unbestätigte Moorflächen aufgrund der Kombination aus KI-Aussage und manueller Vorauswertung eine Angabe über die Wahrscheinlichkeit zum Vorhandensein von Torf in den Bereichen treffen kann, die aufgrund der begrenzten Bohranzahl nicht erfasst werden konnten.

3.1.3.1 Methodik

Da die Vorauswertung mit Hilfe der KI nicht wie erwartet durchgeführt werden konnte (Kapitel 3.1.3), wurden die Ergebnisse im Nachhinein verwendet, um die unbestätigten Moorflächen, die aufgrund der geringen Bohranzahl nicht erfasst werden konnten, mit hoher Wahrscheinlichkeit der Gruppe „kein Torf“ oder „Torf“ zuordnen zu können. Damit können zukünftig notwendige Nachbohrungen auf diese Flächen beschränkt werden, ohne alle unbestätigten Flächen im Gelände kontrollieren zu müssen.

Hierfür wurden die unbestätigten Flächen mit der Information aus der Vorauswertung verknüpft (Kapitel 3.1.1). Diese finden sich in der Spalte *hi_results* wieder (human intelligence). Die Ergebnisse der KI lagen in gerasterten Quadraten vor, die als Wert die Konfidenz-Zahl für Torf oder kein Torf enthalten. Je höher diese Zahl, desto sicherer ist die Klassifizierung des Untersuchungsgebiets in „kein Torf“ oder „Torf“. In der Umwandlung dieser Rasterdaten in Vektorquadrate wurde der Konfidenz-Wert in Klassen aufgelöst:

Beispiel:

Confidence = 95,6 → ConfLayer = VeryHighConfidence Peat

Die Umklassifizierten Konfidenz-Zahlen lagen anschließend als Text-Information in den Vektorquadraten vor. Da aufgrund der hohen Auflösung der Rasterdaten 1m x 1m Quadrate entstanden, kann es vorkommen, dass verschiedene Konfidenz-Klassen innerhalb einer unbestätigten Fläche vorkommen können (Abbildung 9).

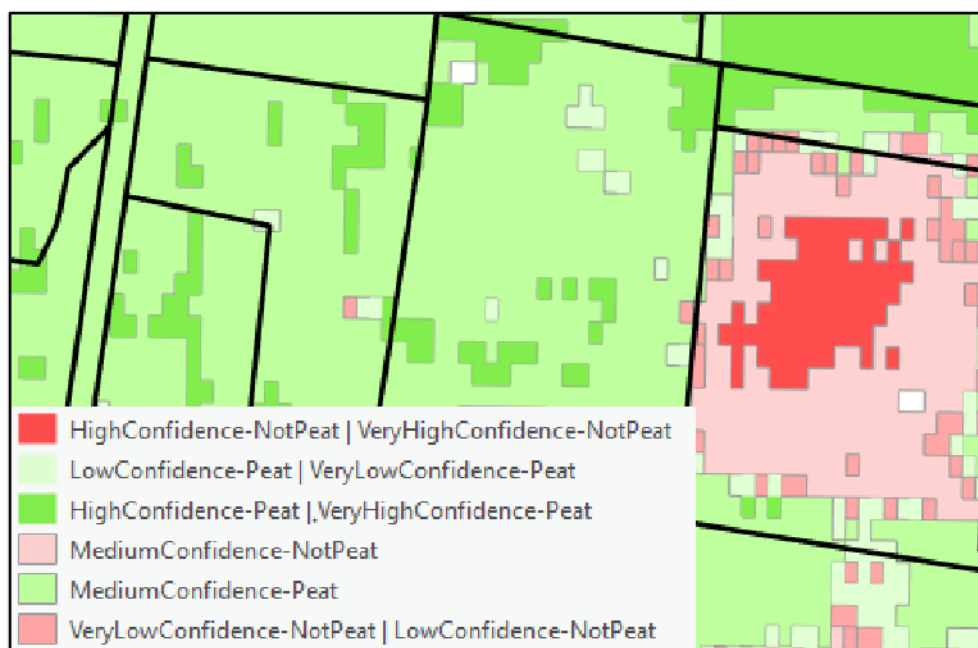


Abbildung 9: Ergebnisse der KI zur Torfwahrscheinlichkeit. Schwarze Linie: Grenzen der unbestätigten Moorflächen.

Für den Wert in der Spalte *ki_result* einer unbestätigten Moorfläche wurde die Konfidenz-Klasse mit den höchsten Flächenanteil herangezogen. Dadurch wurde jeder Fläche ein eindeutiges KI-Ergebnis zugeordnet.

Die nun vorhandenen Werte in den Spalten *hi_result* und *ki_result* wurden abschließend in fünf gleiche Klassen eingeteilt. Durch die Kombination der Werte ist das Ergebnis in der Spalte *syn_result* gebildet worden. Deren Klassen sagen aus, wie wahrscheinlich das Antreffen von Torf innerhalb der unbestätigten Moorflächen ist. Widersprechen sich die Auswertungen bleibt das Polygon

„zu klären“. Die Frequenzbänder der Satelliten-Daten können die Kronen der Wälder nur unzureichend durchdringen und können in waldfreien Bereichen durch Reflektionen und Rauschen Fehldaten senden. Daher wurden die Wälder für die KI-Auswertung ausgestanzt und Fehler mit „keine Aussage“ in der Spalte ki_result gekennzeichnet.

3.1.3.2 Ergebnisse

Mindestens zwei Drittel der unbestätigten Moorflächen können mit Hilfe der KI mit hoher Wahrscheinlichkeit der Klasse „Torf“ oder „kein Torf“ zugeordnet werden. Damit können zukünftig Detailbohrungen auf die höchstwahrscheinlich bestätigten Torfflächen ausgerichtet werden, während Sondierungsbohrungen in den zu klärenden Flächen sinnvoll erscheinen. Bereiche, die höchstwahrscheinlich keinen Torf aufweisen, können von zukünftigen Untersuchungen ausgeschlossen werden.

Die vorliegenden Ergebnisse sind die Synthese aus der Vorauswertung und den KI-Ergebnissen. Daher kann mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Aussagen „Torf“ oder „kein Torf“ zutreffen. Eine hundertprozentige Sicherheit gibt es jedoch nicht. Daher sind die Angaben ohne Gewähr und bedürfen bei fachplanerischen Aufgaben eine Nachkontrolle durch Bohrungen.

Tabelle 8: Ergebnisse der KI-Auswertung. Flächengröße der unbestätigten Moorflächen und der höchstwahrscheinlich Bestätigten pro Gemeinde

	Bad Zwischenahn	Edeweicht	Rastede	Westerstede
unbestätigte Moorflächen ohne Wald	604 ha	1.071 ha	521 ha	273 ha
davon mit KI höchstwahrscheinlich bestätigt	539 ha 89 %	791 ha 74 %	422 ha 81 %	182 ha 67 %

3.2 Darstellung von Treibhausgasemissionen

Die Bestimmung von Treibhausgasemissionen über Feldmessungen ist sehr zeit- und kostenintensiv (TIEMEYER et al. 2017). Eine Annäherung an die tatsächlichen Emissionen kann über Indikatoren wie etwa die Biotoptypen (DRACHENFELS 2021) erfolgen. Diese sind mit mittleren Wasserständen sowie bei genutzten Mooren mit der Nutzungsintensität korreliert (GOEBEL 1996, RASPER 2004, BECHTOLD et al. 2014). Da die Treibhausgasemissionen organischer Böden stark vom mittleren Wasserstand abhängen (TIEMEYER et al. 2020), können den Biotoptypen konkrete Emissionsfaktoren, d.h. Treibhausgasflüsse pro Hektar pro Jahr, zugewiesen werden (HÖPER 2022).

3.2.1 Methodik

3.2.1.1 Auswertung vorhandener Datengrundlagen

Datengrundlage für eine flächendeckende Darstellung der Biotoptypen war eine Luftbildkartierung, die von 2015-2017 für die Aufstellung des Landschaftsrahmenplanes erstellt wurde. Die zur Verfügung gestellte Kartierung wurde auf Aktualität überprüft, d.h. es wurde anhand aktueller Luftbilder und dem DGM1 kontrolliert, ob die damals kartierten Biotopgrenzen und -inhalte noch stimmig waren. War dies der Fall, fanden sie direkt Eingang in das zu erstellende Biotoptypen-Shapefile für das Moorkataster. Im Laufe der Bearbeitung stellte sich jedoch heraus, dass die Obergruppenzuordnung in vielen Fällen hinsichtlich des Feuchtegrades und damit einhergehend hinsichtlich des Treibhausgaspotenzials fraglich war. Unplausible Flächen wurden so weit möglich per GIS-Auswertung aktualisiert, verbliebene Flächen wurden im Gelände kontrolliert.

In unmittelbarer Siedlungsnähe erfolgte ausschließlich eine Aktualisierung im GIS, da Wiedervernässungsmaßnahmen in diesen Bereichen nicht umsetzbar sind und zudem eine Geländebegehung in Siedlungsnähe hinsichtlich Begehrbarkeit bzw. Zutritt unverhältnismäßig zeitaufwendig gewesen wäre.

Auch in Gebieten des Netzes Natura 2000 waren die Luftbilddauswertungen nicht plausibel, weshalb auf wesentlich ältere, aber vom NLWKN qualitätsgeprüfte Daten der Basiserfassung zurückgegriffen wurde, die im MoorIS zur Verfügung gestellt werden (Umweltkarten Niedersachsen 2023). Ausgehend von diesen Daten erfolgte eine Überprüfung und ggf. Aktualisierung der Biotoptypengrenzen und -inhalte. Bei fraglichen Flächen erfolgte eine Kontrolle im Feld.

Des Weiteren stand die Kartierung gesetzlich geschützter Biotope aus dem Jahr 2017 für den Landschaftsrahmenplan zur Verfügung, der eine tatsächliche Geländebegehung zugrunde lag. Diese war jedoch nicht vollständig.

3.2.1.2 Ergänzende Biotopkartierungen vor Ort

Die vordigitalisierten Biotoptypengrenzen fraglicher Flächen wurden im Gelände verifiziert. Als methodische Grundlage für die Kartierung diente der Kartierschlüssel für Biotoptypen (DRACHENFELS 2021). Die Kartierung im Gelände erfolgte im Maßstab 1:2.000 auf Grundlage aktueller Luftbilder. Wenn kleinräumige Biotopkomplexe maßstabsbedingt zusammengefasst wurden, so wurden die beteiligten Biotoptypen angegeben und deren Flächenanteile prozentual geschätzt.

3.2.1.3 Verknüpfung der Biotoptypen mit Emissionsfaktoren

Über die Biotoptypen und Biotoptypenobergruppen erfolgte anhand von HÖPER (2022, 2024) eine Zuordnung zu konkreten Emissionsfaktoren.

3.2.1.4 Ermittlung der Treibhausgas-Emissionen und des Einsparpotenzials

Für die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen wurde der Emissionsfaktor der Fläche mit ihrer Flächengröße multipliziert. Bei Polygonen, die z.B. bei mosaikartigen Ausprägungen mehrere Biotoptypen beinhalten, deren Anteil am Polygon in Prozent geschätzt wurde, wurde über die verschiedenen Biotoptypen und deren Anteil die Emissionen je Polygon bestimmt. Für die Gemeinden erfolgte jeweils eine Aufsummierung dieser einzelflächenbezogenen Treibhausgas-Emissionen.

Das Einsparpotenzial ist dort am größten, wo die derzeitigen Treibhausgas-Emissionen am höchsten sind. Es errechnet sich aus der Differenz der derzeitigen Emissionen und zu dem theoretischen Fehlen von Emissionen bei moortypischen Wasserständen.

3.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind für die vier Gemeinden in Karte 3, die Verteilung der Emissionsfaktoren-Klassen in Abbildung 10 dargestellt.

Bad Zwischenahn: Das Fintlandsmoor fällt im Hinblick auf die THG-Emissionen deutlich auf, diese liegen überwiegend zwischen 15-20 und 20-25 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Die vernässten Torfstich weisen mit teils weniger als 5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ noch einmal deutlich geringere, moortypische THG-Emissionen auf. Ein weiterer Bereich mit mittleren THG-Emissionen liegt in den ungenutzten Moorflächen des Ekerner Moores vor. Im Vergleich zu den anderen Gemeinden finden sich im Gemeindegebiet von Bad Zwischenahn im Bereich zwischen Petersfehn I und Bad Zwischenahn ein sehr heterogenes Mosaik von Flächen mit unterschiedlichen Emissionsfaktoren. Insgesamt ist der Anteil der Flächen mit Emissionsfaktoren von über 30 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ in der Gemeinde Bad Zwischenahn innerhalb der vier Gemeinden am geringsten. Insgesamt belaufen sich die Emissionen der Moorflächen in Bad Zwischenahn auf einer Gesamtfläche von rund 1.700 Hektar auf etwa 48.700 t CO₂-Äq. a⁻¹.

Edewecht: Der Anteil von Flächen mit Emissionsfaktoren von unter 10 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ ist in der Gemeinde Edewecht am höchsten. Bei diesen Flächen handelt es sich um wiedervernässte und/oder vegetationsarme Torfabbauf Flächen. Zu den Bereichen mit mittleren Emissionsfaktoren von 15-20 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ zählen bewaldete Moorflächen bei Jeddelloh I und am Großen Wildesloh. Die Moorflächen zwischen Vehne und dem Gemeindegebiet von Bad Zwischenahn weisen überwiegend hohe Emissionsfaktoren von über 30 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ auf. Die Emissionen der Moorflächen auf rund 3.300 Hektar in Edewecht belaufen sich insgesamt auf rund 99.000 t CO₂-Äq. a⁻¹.

Rastede: Bereiche mit den höchsten Emissionsfaktoren nehmen im Gemeindegebiet von Rastede den höchsten Anteil innerhalb der vier Gemeinden ein. Es zeichnet sich ein Unterschied zwischen dem Jader Kreuzmoor bei Delfshausen und dem Ipweger Moor ab. Im Jader Kreuzmoor überwiegen Moorflächen mit hohen Emissionen von über 30 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ wohingegen im Ipweger Moor auch Bereiche, insbesondere in Schutzgebieten, mit Emissionsfaktoren von 15-20 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ sowie 20-25 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ vorhanden sind. Insgesamt belaufen sich auf den rund 3.700 Hektar die Emissionen der Moorflächen in Rastede auf 123.600 t CO₂-Äq. a⁻¹.

Westerstede: Die bewaldeten sowie die extensiv genutzten Moorflächen in den Schutzgebieten des Lengener Moores und des Hollweger Moores zeichnen sich deutlich bei den Emissionsfaktoren ab, auch das Halsbeker Moor findet sich hier wieder. Die Emissionsfaktoren liegen zwischen 15-20 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ sowie 20-25 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹. Deutlich schlagen sich auch die Torfabbauf Flächen sowie die vernässten Torfstichbereiche im Hollweger Moor mit Emissionsfaktoren von < 5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ nieder. Die Emissionen der Moorflächen auf 1.600 Hektar in Westerstede belaufen sich insgesamt auf 51.600 t CO₂-Äq. a⁻¹.

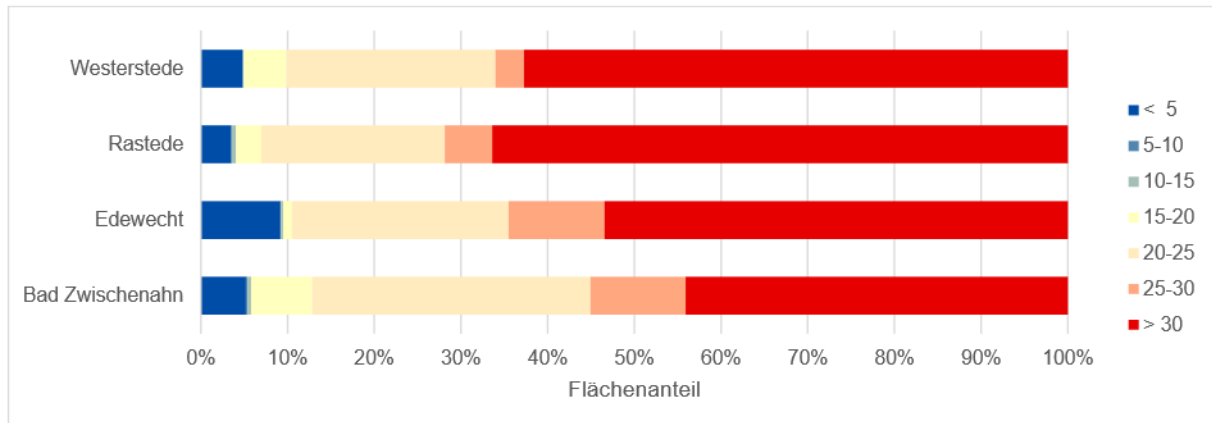


Abbildung 10: Verteilung der Emissionsfaktoren-Klassen in den vier Gemeinden.

3.3 Berechnung des Kohlenstoffspeichers

3.3.1 Methodik

Um aus punktuell erhobenen Bohrdaten eine flächenhafte Darstellung zu den Torfmächtigkeiten und des Kohlenstoffspeichers zu erstellen, bieten sich für unregelmäßig verteilte Daten bzw. Daten mit großen Abständen, wo ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den Daten nicht gegeben ist, das geo-statistische Thiessen-Polygon-Verfahren oder Voronoi-Polygon-Verfahren an. Jedes Polygon wird durch genau ein Zentrum – den Bohrpunkt – bestimmt (Abbildung 11). Alle Punkte in diesem Polygon liegen in Bezug zur euklidischen Metrik näher an dem Zentrum als an jedem anderen Zentrum. Die generierten Polygone wurden mit den Außengrenzen der gefundenen Moorflächen beschnitten, um nur Flächeninformation in den digitalisierten Moorflächen zu generieren.

Die detaillierte Schichtbeschreibung der stratigraphischen Erfassung musste für die weitere Auswertung in eine überschaubare Anzahl an Einheiten, den Basiskategorien, klassifiziert werden. Dies geschah über ein Filterschema, welches die Schichten zunächst in Hoch- und Niedermoor torf und dann nach Zersetzungsgraden in z.B. Weißtorf und Schwarztorf differenziert.

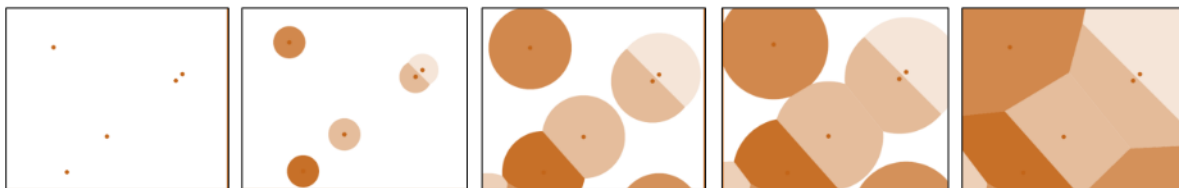


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Erstellung von Thiessen-Polygonen (verändert nach Jahobr, CC0).

Die Voronoi-Polygone wurden jeweils aus der Selektion der Niedermoor- und Hochmoorpunkte generiert. Anschließend wurden die generierten Thiessen-Polygone mit den Hoch- bzw. Niedermoorflächen verschneiden. Als Ergebnis erhält man eine Verschneidung, welche die Ausdehnung der Thiessen-Polygone in den Nieder- und Hochmoorpolygonen repräsentiert (Abbildung 11).

Innerhalb dieser Flächen wurde das Torfvolumen durch die Information der Mächtigkeit aus den Basiskategorien (Weißtorf, Schwarztorf, Niedermoor gering zersetzt etc.) und dem Flächeninhalt berechnet.

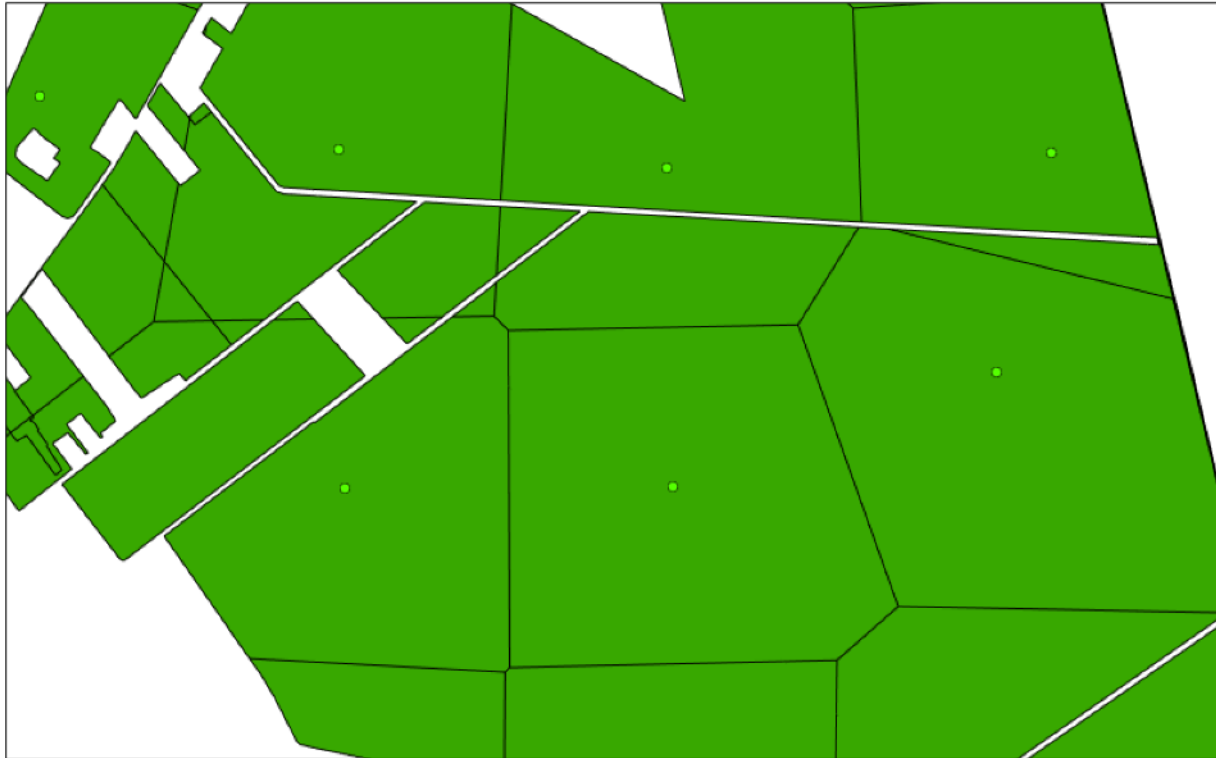


Abbildung 12: Verschneidung der Hochmoorflächen mit den dazugehörigen Thiessen-Polygonen. Grün: Hochmoorflächen, schwarze Linie: Grenzen der Thiessen-Polygone, grüner Punkt: Bohrpunkte Hochmoor.

Für die Ermittlung des Kohlenstoffgehaltes müssen den Torfschichten standardisierte Kohlenstoffgehalte und Lagerungsdichten zugewiesen werden (Tabelle 8). Diese unterscheiden sich je nach Haupt-Torftart und Zersetzungsgrad. Die Zuordnung erfolgte auf Grundlage von SCHÄFER (2002) und MÖLLER & KENNEPOHL (2013, 2014). Das Torfvolumen wird anschließend mit der Lagerungsdichte und dem Kohlenstoffgehalt in Gewichtsprozent verrechnet, so ergibt sich der Kohlenstoffgehalt.

Für die Hochmoore wurden die Kohlenstoffgehalte und Torfvolumen der relevantesten Torfhorizonte Weißtorf (hh_w) und Schwarztorf (hh_s) berechnet. In den Niedermooren wurden die geringzersetzten (hn_g) und hochzersetzten (hn_h) Horizonte herangezogen. Um eine erleichterte Kalkulation zu ermöglichen, wurde vorab ein Kohlenstofffaktor aus dem Produkt des C-Gehalts in Gewichts % und der Lagerungsdichte gebildet.

Beispiel:

C-Gehalt in % * Lagerungsdichte = Kohlenstofffaktor

$$0,4 * 300 = 120$$

Dieser Faktor wird mit dem ermittelten Volumen der jeweiligen Basiskategorie multipliziert. Als Ergebnis erhält man den Kohlenstoffspeicher in Kg. Durch den Umrechnungsfaktor 1000 wird der Kohlenstoffspeicher in t umgerechnet.

Beispiel:

$(\text{Volumen der Weißtorfe} \cdot \text{Kohlenstofffaktor}) / 1000 = \text{Kohlenstoffspeicher in t}$

$(150.000 \text{ m}^3 \cdot 60) / 1000 = 9000 \text{ t}$

Diese Rechenschritte wurden für jedes sich aus der Verschneidung ergebende Niedermoor- und Hochmoorpolygon durchgeführt und für jede Gemeinde aufsummiert (Tabelle 9).

Tabelle 9: Kennwerte der wichtigsten organischen Bodenhorizonte von Moorböden (nach SCHÄFER 2002). Abkürzungen der Stratigraphie: HH = Hochmoorböden, HN = Niedermoorböden, FHH = Torfmudde. Zersetzungsgrad: Der Zersetzungsgrad nach von Post ist in eine zehnstufige Skala unterteilt und reicht von H1 (sehr schwach zersetzt) bis H10 (sehr stark zersetzt). Abkürzung der Horizonte gemäß Bodenkundlicher Kartieranleitung: Ha = Unterbodenhorizont stark entwässerter Moorstandorte, Hp = H-Horizont, der durch regelmäßige Bodenbearbeitung geprägt ist, Hr = ständig (grund-)wassererfüllter H-Horizont, Ht = Unterbodenhorizont (Torfschrumpfungshorizont), der zum Untergrund vermittelt, Hv = Oberbodenhorizont mäßig entwässerter und/oder extensiv bearbeiteter Moorstandorte, Hw = zeitweilig (grund-)wassererfüllter H-Horizont.

Basiskategorie	Stratigraphie	Zersetzungsgrad nach von Post	C-Gehalt in Gewichtsprozent	Lagerungsdichte in kg/m³	Horizonte
landwirtschaftlicher Oberboden	HH	nicht differenziert	40	300	(Hp), Hv, (Ha)
landwirtschaftlicher Oberboden	HN	nicht differenziert	30	400	(Hp), Hv, (Ha)
gewachsener Torf	HH	H1-5	50	100	(Ht), Hw, Hr
gewachsener Torf	HH	H6-10	50	120	(Ht), Hw, Hr
gewachsener Torf	HN	H1-5	40	200	(Ht), Hw, Hr
gewachsener Torf	HN	H6-10	40	200	(Ht), Hw, Hr
Torfmudde	FHH		40	200	(Fh), Fhg, Fhl

3.3.2 Ergebnisse

Bei den Ergebnissen der Torfvolumen im Niedermoor fallen die besonders hohen Zahlen in Rastede auf. In Vergleich zu den übrigen Gemeinden ist das Volumen um ein Vielfaches größer. Grund dafür sind die im Vergleich zu den anderen Gemeinden großen zusammenhängenden Niedermoorflächen mit mächtigen Niedermoor torfen im Rasteder Gemeindegebiet (Tabelle 10).

Tabelle 10: Torfvolumen und Kohlenstoffspeicher der Niedermoorböden in den vier Gemeinden.

	Bad Zwischenahn	Edeweicht	Rastede	Westerstede
Niedermoorböden				
Torfvolumen in m³				
Oberboden	201.662	172.123	1.626.119	90.507
gering zersetzt	--	378.526	2.704.742	--
hoch zersetzt	436.360	412.027	4.708.260	154.323
gesamt	638.022	962.676	9.039.121	244.831
Kohlenstoffspeicher in t C				
Oberboden	24.199	20.654	195.134	10.860
gering zersetzt	--	30.282	216.379	--
hoch zersetzt	34.908	32.962	376.660	12.345
gesamt	59.107	83.898	788.173	23.305

Bei den Hochmoorböden ergeben sich aus den gleichen Gründen ebenfalls hohe Torfvolumen und Kohlenstoffgehalte in der Gemeinde Rastede. Die zersiedelten Moorflächen der Gemeinde Edewecht erreichen die Hälfte der Torfvolumen- und Kohlenstoffwerte in Vergleich zu Rastede. Die niedrigsten Torfvolumen und Kohlenstoffgehalte der vier Gemeinden befinden sich in Westerstede bzw. Bad Zwischenahn und sind im Vergleich zu Edewecht nochmals annähernd um die Hälfte geringer.

Tabelle 11: Torfvolumen und Kohlenstoffspeicher der Hochmoorböden in den vier Gemeinden.

	Bad Zwischenahn	Edewecht	Rastede	Westerstede
Hochmoorböden				
Torfvolumen in m ³				
Oberboden	1.436.969	2.735.322	3.863.348	1.869.026
Weißtorf	2.616.266	11.719.588	22.616.809	2.867.928
Schwarztorf	8.894.272	12.961.293	10.770.447	10.193.605
Niedermoortorf	953.488	3.245.811	24.044.489	1.016.013
gesamt	13.900.995	30.662.014	61.295.093	15.946.572
Kohlenstoffspeicher in t C				
Oberboden	172.436	328.238	463.601	224.283
Weißtorf	130.813	585.979	1.130.840	143.396
Schwarztorf	533.656	777.677	646.226	611.616
Niedermoortorf	38.139	129.832	961.779	40.640
gesamt	875.044	1.821.726	3.202.446	1.019.935

4 Kriterienliste zur Bewertung des Wiedervernässungspotenzials

Bei der Bewertung des Wiedervernässungspotenzials wurden zum einen Kriterien, die den Standort und damit die stratigraphischen, klimatischen, topographischen und hydrologischen Voraussetzungen charakterisieren und zum anderen Kriterien, die eine potenzielle Umsetzbarkeit begünstigen oder erschweren, bewertet.

4.1 Standorteigenschaften

4.1.1 Torfmächtigkeit

Mit zunehmender Torfmächtigkeit steigt die Wasserrückhaltefähigkeit in Mooren, da eine mächtigere Torfauflage besser vor vertikalen Versickerungsverlusten schützt. Im Abschätzungsrahmen für den Erfolg von Wiedervernässungsmaßnahmen wird, wie auch in BLANKENBURG (2004), von einer Torfmächtigkeit von mindestens 80 cm für günstige Bedingungen ausgegangen. Aufgrund des weiten Bohrrasters lagen für im Rahmen dieses Projektes nicht bestätigte Moorflächen keine konkreten Informationen zu Mächtigkeiten vor. Behelfsweise wurden daher die vorausgewerteten Flächen (vgl. Kapitel 3.1.1) in die drei Mächtigkeitsklassen eingruppiert (Tabelle 12).

Tabelle 12: Bewertungsgrenzen der Mächtigkeit der Torfauflage.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	> 80 cm aus Vorauswertung: Wahrscheinlichkeitsklasse „sehr wahrscheinlich Torf“ mit Torfmächtigkeit „eher hoch“ aus Vorauswertung: Torfabbau mit Folgenutzung Grünlandnutzung
mäßig günstig	2	40-80 cm aus Vorauswertung: Wahrscheinlichkeitsklassen „vermutlich Torf“ und „fraglich“, sowie „sehr wahrscheinlich Torf“ mit Torfmächtigkeit „eher gering“ aus Vorauswertung: Torfabbau mit Folgenutzung Wiedervernässung, Gartenbaubetriebe auf Torf
erschwerend	1	< 40 cm, Wahrscheinlichkeitsklassen „eher kein Torf“ und „vermutlich kein Torf“ aus Vorauswertung, Gartenbaubetriebe auf Resttorf

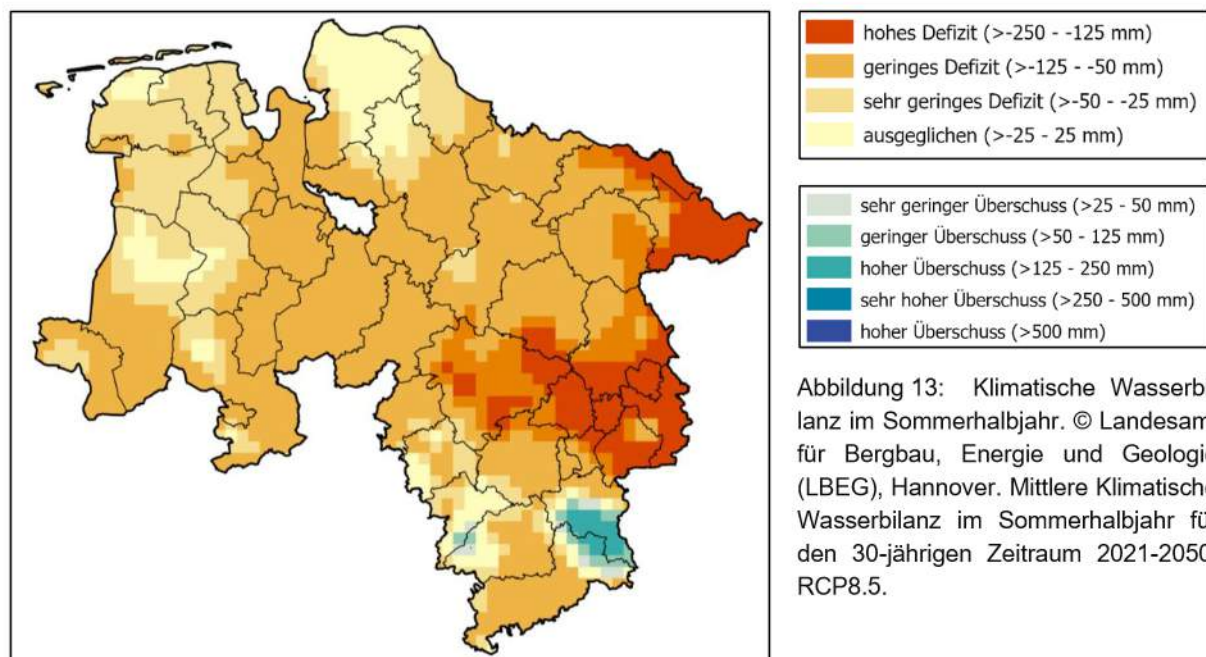
4.1.2 Klimatische Wasserbilanz

Die regionale Wasserverfügbarkeit kann über die klimatische Wasserbilanz geschätzt werden. Betrachtet wurde hierbei der Zeitraum von 2021-2050 unter dem Klimaszenario RCP 8.5 des Weltklimarats (IPCC). Es stellt das Worstcase-Szenario mit einem fortlaufenden Anstieg der weltweiten THG-Emissionen dar, während das „Klimaschutz-Szenario“ (RCP2.6) klare Bemühungen im Bereich des Klimaschutzes voraussetzt.

Aufgrund der geringen Spannbreite der klimatischen Wasserbilanz erfolgte nur eine Unterscheidung in „günstige“ und „mäßig günstige“ Bereiche (Tabelle 13).

Tabelle 13: Bewertungsgrenzen der klimatischen Wasserbilanz.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	sehr geringes Defizit (25 – 50 mm) im Sommerhalbjahr
mäßig günstig	2	geringes Defizit (125 – 50 mm) im Sommerhalbjahr
erschwerend	1	.



4.1.3 Lage hinsichtlich Vorfluterniveau

Regionen, die sich unterhalb des Höhenniveaus des entsprechenden Vorfluters befinden, profitieren hydrologisch besonders. Dies umfasst Gebiete, die entweder unter dem Meeresspiegel liegen oder in Niederungen, in denen die Vorfluter ausgedeicht oder gepumpt sind.

Um Gebiete unter dem Meeresspiegel zu identifizieren, wurde das digitale Geländemodell (DGM) in Bereiche über und unterhalb der Meereshöhe (0,00 m NHN) aufgeteilt. Die Ermittlung der Lage unter Vorfluterniveau erfolgte über den vertikalen Abstand von der Geländeoberfläche zur Höhe des Vorfluters (CONRAD 2022).

Tabelle 14: Bewertungsgrenzen der Lage hinsichtlich des Vorfluterniveaus.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	unter Meeres- oder Vorfluterniveau
mäßig günstig	2	über Meeres- oder Vorfluterniveau
erschwerend	1	.

4.1.4 Höhenunterschiede

Insbesondere wenn es darum geht, bei der Wiedervernässung von Moorböden gleichmäßige Wasserstände einzustellen, stellen anthropogen bedingte Höhenunterschiede durch Handtorfstich oder industriellen Torfabbau eine Herausforderung dar (vgl. STEGINK-HINDRIKS et al. 2022, SSYMAN et al. 2015).

Um diese Höhenunterschiede zu lokalisieren, wurde das 5 × 5 m DGM aufgrund der Höhenunterschiede jeder Kleinraasterzelle zu ihrer Umgebung in sogenannte „Geomorphon-Landformen“ unterteilt (JASIEWICZ & STEPINSKI 2013) (Abbildung 14). Diese umfassen (1) Gipfel (Peak), Grat (Ridge), Schulter (Shoulder), Felssporn (Spur), Hang (Slope), (2) Senke (Hollow), Unterhang (Footslope), Tal (Valley) und Mulde (Pit) sowie (3) Ebene (Flat). Anschließend wurde der Anteil dieser Geländeformen an jeder Rasterzelle berechnet. Bereiche, in denen die Geländeformen der erstgenannten Gruppe zwischen 40 und 60 % ausmachten, wurden mit einem Punkt bewertet, Flächenanteile zwischen 30 und 40 % sowie 60 und 70 % wurden mit zwei Punkten bewertet. Alle anderen Prozentwerte erhielten drei Punkte.

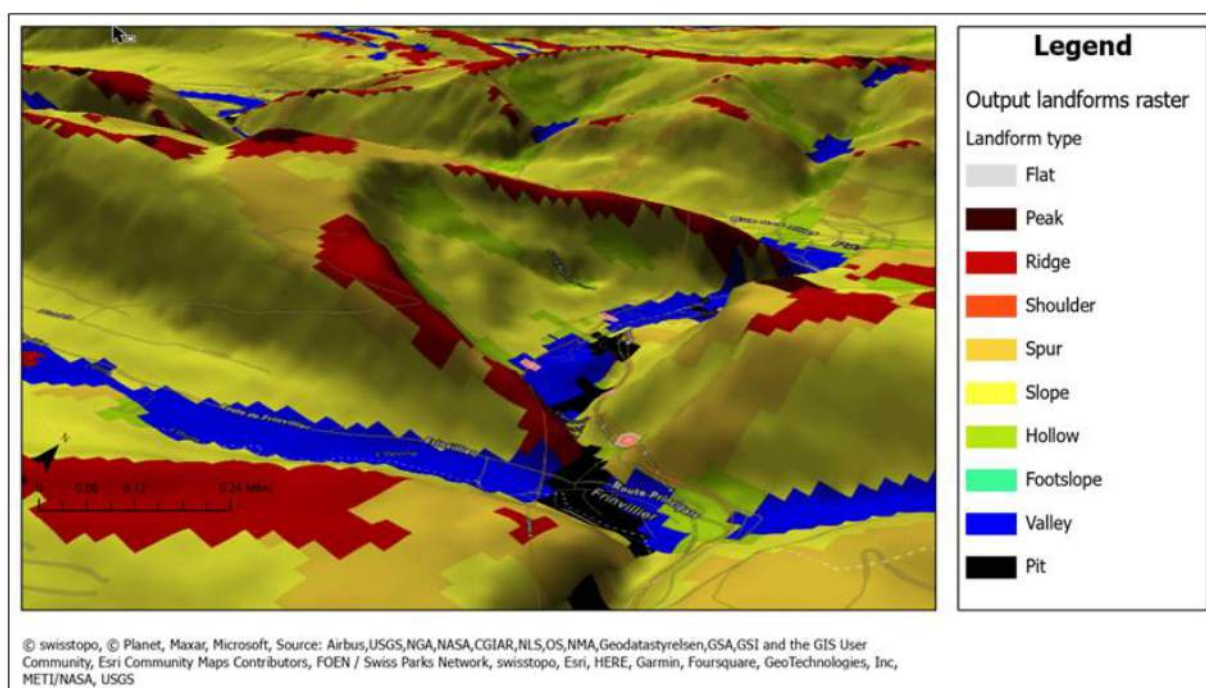


Abbildung 14: Verdeutlichung der Geomorphon-Landformen (Quelle: LOPEZ-CANTU 2023¹).

Tabelle 15: Bewertungsgrenzen der lokalen Höhenunterschiede

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	< 50 % Anteil an Geomorphon-Landformen der Gruppe (1)
mäßig günstig	2	50-75 % Anteil an Geomorphon-Landformen der Gruppe (1)
erschwerend	1	> 75 % Anteil an Geomorphon-Landformen der Gruppe (1)

¹ <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/spatial-analyst/analytics/classify-terrain-with-the-new-geomorphon-landforms-tool/>

4.1.5 Relieflage

Topographische Senken zeichnen sich durch hohe Zuflüsse sowohl oberirdisch als auch unterirdisch sowie niedrige Abflüsse aus und sind daher besonders günstig für den Landschaftswasserhaushalt. Nicht umsonst bildeten sich gerade in solchen Senkenlagen einst die Moore.

Um diese Senken zu identifizieren, wurde der sogenannte Reliefklassifikationsindex (Terrain Classification Index = TCI_{low}) herangezogen. Dieser Index wird mithilfe des digitalen Geländemodells (DGM) generiert und weist Wertspannen von 0 bis 2 auf. Er berücksichtigt komplexe Reliefparameter wie Bodenfeuchteindex oder Einzugsgebietsgröße (vgl. Bock et al. 2007) und hebt selbst geringste Höhenunterschiede sichtbar hervor.

In Tabelle 16 sind Bewertungsgrenzen der Relieflage mit zugewiesenen TCI_{low} -Werten von 0,5 bis 1,5 aufgeführt. Senken wurden als solche definiert, wenn sie einen TCI_{low} -Wert von weniger als 0,5 aufwiesen und als hydrologisch begünstigt eingestuft, wodurch sie drei Punkte erhielten. Flächen mit einem TCI_{low} -Wert von mehr als 1,5 hätten theoretisch als erschwerend eingestuft werden müssen, jedoch liegen in den vier Gemeinden keine Moorflächen innerhalb dieses Wertebereichs vor.

Tabelle 16: Bewertungsgrenzen der Relieflage.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	$TCI_{low} < 0,5$
mäßig günstig	2	$TCI_{low} 0,5 - 1,5$
erschwerend	1	$TCI_{low} > 1,5$

4.2 Umsetzbarkeit

4.2.1 Flächenverfügbarkeit

Bei der tatsächlichen Umsetzung kommt vor allem die Flächenverfügbarkeit zum Tragen. Da für Privatflächen keine Aussagen über eine mögliche Verfügbarkeit getroffen werden können, wurden die Flächen der öffentlichen Hand zur Einschätzung der Flächenverfügbarkeit herangezogen. Hierzu zählen neben Eigentumsflächen des Landes Niedersachsen und des staatlichen Forstamtes auch Flächen im Eigentum des Landkreises Ammerland sowie der vier Gemeinden.

Die zur Verfügung gestellten Eigentumsdaten wurden um Straßen, Wege und Siedlungen bereinigt. Die Bewertung wurde in mehrere Teilkriterien untergliedert: (1) Flächengröße, (2) Flächengröße nahe beieinanderliegender Flächen und (3) Flächenzuschnitt.

Für die Bewertung der Flächengröße wurden die Flächen der öffentlichen Hand so zusammengeführt, dass sich unmittelbar aneinandergrenzende Flächen zu einer Fläche vereinigten. Bei dem weiteren Flächenzusammenhang sollten auch solche Flächen als zusammengehörig eingestuft werden, die durch schmale Wege- oder Grabenparzellen voneinander getrennt sind. Beim Flächenzuschnitt (vgl. Kapitel 4.2.4) wurde die Flächenform bewertet. Dazu erhielt jedes Teilkriterium 1-3 Punkte (Tabelle 17). Auf Ebene der 25 x 25 m-Rasterzellen wurden Rasterzellen mit 9 Punkten für die Gesamtbewertung der Flächenverfügbarkeit mit 3 Punkten bewertet und Flächen mit 3 Punkten auf einen Punkt umklassifiziert. Alle weiteren Werte zwischen 3 und 9 wurden mit 2 Punkten umklassifiziert.

Tabelle 17: Bewertung der Flächen der öffentlichen Hand.

Bewertung	Punkte	Flächengröße	Flächengröße nahe beieinander- liegender Flächen	Flächenzuschnitt
günstig	3	> 10 Hektar	> 15 Hektar	> 30 % mit einem Abstand > 100 m vom Rand
mäßig günstig	2	5-10 Hektar	10-15 Hektar	15-30 % mit einem Ab- stand > 100 m vom Rand
erschwerend	1	< 5 Hektar	< 10 Hektar	< 15 % mit einem Abstand > 100 m vom Rand
erschwerend, Privateigen- tum	0	.	.	.

4.2.2 Lage in Schutzgebieten

Bei der Vernässung von Moorflächen in Schutzgebieten können prinzipiell Synergien aus Moor-, Klima- und Naturschutz genutzt werden. Bei FFH-Gebieten besteht zudem über das Verschlechterungsgebot Handlungsbedarf, Beeinträchtigungen der natürlichen Lebensräume und Störungen der Arten, für die das Gebiet ausgewiesen wurde, zu vermeiden.

Die Lage innerhalb von Schutzgebieten ist gegenüber der Lage außerhalb von Schutzgebieten generell als günstiger zu bewerten. Während Vernässungen in Naturschutzgebieten oder in FFH-Gebieten überwiegend mit dem Schutzziel des jeweiligen Gebiets konform gehen, sind Vernässungen in Vogelschutzgebieten differenzierter zu betrachten. Zwar kommt eine Anhebung der Wasserstände etwa den Wiesenlimikolen bis zu einem gewissen Grad zugute – ein flächiger Überstau im Frühjahr ist aufgrund dann fehlender Nistmöglichkeiten jedoch zu vermeiden. Auch in Landschaftsschutzgebieten sind insbesondere flächige Vernässungen vor dem Hintergrund des Schutzzweckes abzu prüfen.

Die Naturschutzgebiete und FFH-Gebiete wurden mit drei Punkten bewertet, Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete und die Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes wurden mit zwei Punkten bewertet. Alle außerhalb dieser Bereiche liegenden Moorflächen wurden mit einem Punkt bewertet (Tabelle 18).

Tabelle 18: Bewertung der Lage in Schutzgebieten.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	innerhalb von Naturschutzgebieten und/oder FFH-Gebieten
mäßig günstig	2	innerhalb von Vogelschutzgebieten, der Programmkulisse Wiesenvogelschutz und/oder Landschaftsschutzgebieten
erschwerend	1	außerhalb von Schutzgebieten

4.2.3 Flächengröße

Zwar sind aus Klimaschutzsicht jedwede Vernässungsmaßnahmen zu begrüßen, in der Praxis jedoch ist die Vernässung kleiner Flächen herausfordernd: Die Randeffekte sind groß, Kosten und Nutzen stehen in keinem günstigen Verhältnis und ein kleinräumiges Mosaik aus vernässten und nicht vernässten Flächen ist weder für die vernässten noch für die nicht vernässten Flächen günstig.

Moorflächen größer als 10 Hektar wurden mit drei Punkten bewertet, Moorflächen zwischen 5 und 10 Hektar mit zwei Punkten und Moorflächen kleiner als 5 Hektar wurden mit einem Punkt bewertet (Tabelle 19).

Tabelle 19: Bewertungsgrenzen der Flächengröße.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	> 10 Hektar
mäßig günstig	2	5-10 Hektar
erschwerend	1	< 5 Hektar

4.2.4 Flächenzuschnitt

Bei einem ungünstigen Flächenzuschnitt können bei einer Umsetzung verstärkt sogenannte Randeffekte auftreten. Mit diesen bezeichnet man den meist negativen Einfluss der umgebenden Landschaft, wie etwa durch Nährstoffeinträge oder randliche Entwässerung auf die betrachtete Fläche. Bei einem ungünstigen Flächenzuschnitt stehen zudem Kosten und Nutzen für etwaige Maßnahmen in keinem Verhältnis.

Flächen mit einem ungünstigen Zuschnitt zeichnen sich z.B. durch ein ungünstiges Verhältnis von Flächeninhalt zum Umfang durch eine geringe Breite oder durch eine unregelmäßige Flächenform aus. Zur Identifizierung solcher Flächen wurde im GIS ausgehend vom Rand der digitalisierten Moorflächen zunächst ein Distanzpuffer von 100 m erzeugt, der die Moorflächen unterteilt in Bereiche, die weniger als 100 m vom Rand entfernt sind und solche, die mehr als 100 m vom Rand entfernt sind. KOPPENSTEINER et al. (2023) geben 500 m Abstand zum Moorrund als begünstigend an und Bereiche zwischen 100 m und 500 m als mäßig begünstigend. Auf kommunaler Ebene sind 500 m zu groß gewählt, sodass lokal bedeutsame Flächen nicht ausreichend berücksichtigt würden. Der Grenzwert wurde daher auf 100 m abgesenkt.

Anschließend wurde der Anteil der letzten Kategorie an den digitalisierten Moorflächen errechnet. Ab einem Anteil von mehr als 30 % wurden 3 Punkte vergeben (Tabelle 20), zwischen 15-30 % 2 Punkte und unter 15 % wurde die Fläche mit einem Punkt bewertet.

Tabelle 20: Bewertungsgrenzen des Flächenzuschnitts.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	> 30 % mit einem Abstand > 100 m vom Rand
mäßig günstig	2	15-30 % mit einem Abstand > 100 m vom Rand
erschwerend	1	< 15 % mit einem Abstand > 100 m vom Rand

4.2.5 Nutzungsintensität

Bei ungenutzten oder extensiv genutzten Flächen ist anzunehmen, dass die Bereitschaft für Maßnahmen zur Minderung von THG-Emissionen höher ist als in intensiv bewirtschafteten Bereichen. Zudem ist meist auch der Entwässerungsgrad weniger ausgeprägt und daher eine weitere Vernässung einfacher möglich. Die in Tabelle 21 aufgeführten dreistelligen Biotoptypenbezeichnungen und zweistelligen Haupteinheiten wurden als ungenutzte oder extensiv genutzte Flächen eingestuft und mit 3 Punkten bewertet. Alle anderen Flächen erhielten einen Punkt.

Tabelle 21: Bewertungsgrenzen der Nutzungsintensität.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	ungenutzt oder extensiv genutzt: GFF, BAZ, BN, BNA, BNG, BNR, GNF, GN, GNM, GNR, GNW, MH, MHR, MHS, MHZ, MGF, MPF, MWS, MWT, NRG, NRS, NS, NSA, NSB, NSF, NSG, NSR, NSS, VE, VO, VOB, VOM, WA, WAR, WB, WBA, WBM, WE, WN, WNW, SO, SE, SOT, SOZ, ST, STG, BF, BFA, BFR, BR, BRR, BRS, GEM, GM, GMA, GMF, GMS, MDA, MDB, MDS, MGB, MGT, MGZ, MI, MIP, MIW, MP, MPT, MS, MW, MWD, UH, UHF, UHM, UHT, UN, UNK, UR, WVZ, WVS, WVP, WV, WPB, WPS, WPW, WP, DTZ, GN
mäßig günstig	2	.
erschwerend	1	intensiv genutzt: alle anderen Biotoptypen

4.2.6 Siedlungsabstand

Bei der Umsetzung von Vernässungsmaßnahmen begünstigen größere Abstände von Siedlungen die Umsetzung von Maßnahmen, da eine Beeinträchtigung von Siedlungsbereichen mit zunehmender Entfernung ausgeschlossen werden kann und die Akzeptanz von solchen Maßnahmen mit zunehmender Entfernung steigt.

Im GIS wurden um Siedlungsflächen aus dem digitalen Landschaftsmodell (Basis-DLM) verschiedene Distanzpuffer erzeugt. Die Breite dieser Puffer wurden gemäß bestimmter Grenzwerte erstellt, die während eines Experten-Workshops im Rahmen des F+E-Projektes "Grundlagen zur Umsetzung einer nationalen Moorschutzstrategie" ermittelt und abgestimmt wurden (NITSCH & SCHRAMEK 2021, KOPPENSTEINER et al. 2023). Der Grenzwert wurde bei Hochmooren geringer als bei Niedermooren gewählt, weil eine Vernässung niederschlagsgespeicher Hochmoore einen geringeren Wirkbereich aufweist. Im Unterschied zu KOPPENSTEINER et al. (2023) wurden Bereiche in einem Abstand von 25 m zu Siedlungen als erschwerender Abstand eingestuft, da Siedlungsflächen durch mögliche Wasserstandsanhörungen nicht negativ beeinflusst werden sollen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Bewertungsgrenzen des Siedlungsabstandes.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	> 125 m (Hochmoor) oder > 150 m (alle weiteren Moorbodentypen) Abstand zu Siedlungen
mäßig günstig	2	25-125 m (Hochmoor) oder 25-150 m (alle weiteren Moorbodentypen) Abstand zu Siedlungen
erschwerend	1	< 25 m

4.3 Zusammenfassende Bewertung

Für die zusammenfassende Bewertung im Standort- und Umsetzungspotenzial wurden die Moorflächen mit einem 25 x 25 m Raster überlagert. So sollte eine Scheingenauigkeit vermieden werden, die andernfalls durch das Verschneiden unterschiedlich aufgelöster Daten entsteht (Abbildung 15). Die je Kriterium erfolgte Bewertung mit 1-3 Punkten wurde auf die Rasterzellen generalisiert. Hierbei bestimmte der höchste Flächenanteil der Punkte 1, 2 und 3, in welche Punktebewertung die Rasterzelle generalisiert wurde.



Abbildung 15: Beispiel für Scheingenauigkeit durch die Verschneidung verschiedener Datensätze im GIS.

Die Bewertung aller Kriterien wurde auf Ebene der Rasterzelle aufaddiert und die mögliche Spannbereite für die prozentuale Auswertung auf Gemeindeebene in eine fünfstufige Skala unterteilt (Tabelle 23). In den zugehörigen Karten (Karte 9, Karte 16) sind die Einzelwerte dargestellt, um die Abstufungen sichtbar zu halten.

Tabelle 23: Umklassifizierung der Bewertung der Einzelkriterien.

Summe der Kriterien der Standorteigenschaften	Summe der Kriterien der Umsetzbarkeit	umklassifizierte Skala	Bewertung
7	6-7	1	erschwerend
8-9	8-10	2	mäßig günstig bis erschwerend
11-12	11-13	3	mäßig günstig
13-14	14-16	4	mäßig günstig bis günstig
15	17-18	5	günstig

4.4 Nicht in die zusammenfassende Bewertung eingegangenes Kriterium

Um die Bewertung nicht zu komplex zu gestalten, wurden die Bewertungskriterien auf die wesentlichen Faktoren beschränkt.

Das Vorhandensein von stauenden Torfschichten – hoch zersetzte Hochmoortorfe, die sogenannten Schwarztorfe, und Torfmudden – ist vor allem für die Vernässung von Hochmoorstandorten relevant, da Schwarztorfe auf Hochmoorböden beschränkt sind und die Mächtigkeiten von Torfmudden meist maximal 1-2 Dezimeter betragen. Die Ergebnisse sind in Karte 17 dargestellt. Tabelle 24 zeigt die theoretische Bewertung der Schwarztorfauflage, welche jedoch nicht in Bewertung eingeflossen ist.

Tabelle 24: Bewertungsgrenzen der Schwarztorfauflage.

Bewertung	Punkte	Werte
günstig	3	> 50 cm
mäßig günstig	2	10-50 cm
erschwerend	1	< 10 cm

5 Anwendung der Kriterien zur Bewertung des Wiedervernässungspotenzials

5.1 Standorteigenschaften

5.1.1 Torfmächtigkeit

Die Bewertung ist in Karte 4 räumlich dargestellt, Abbildung 16 zeigt die Verteilung der Bewertungskategorien innerhalb der einzelnen Gemeinden.

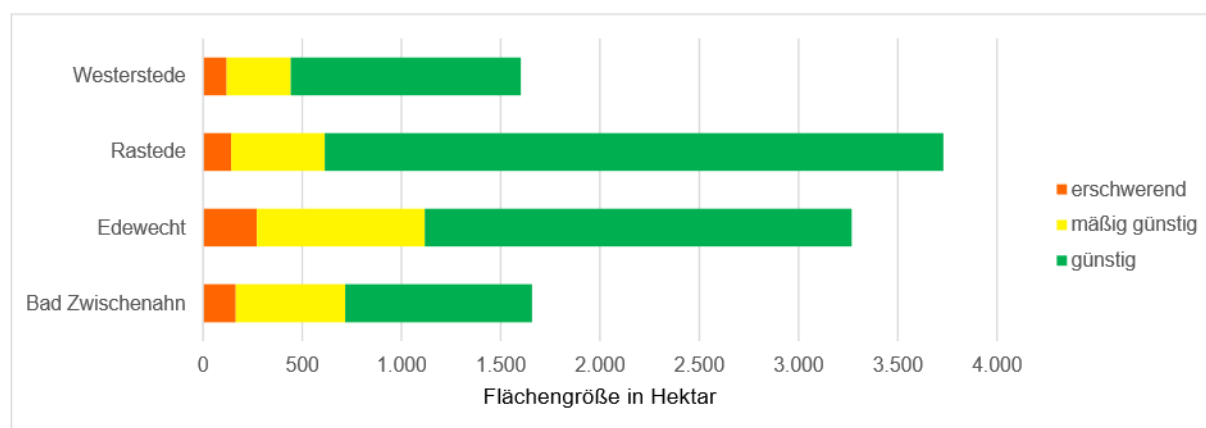


Abbildung 16: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Torfauflage.

Tabelle 25: Ergebnisse der Bewertung der Torfauflage.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	164	9,9	272	8,3	142	3,8	119	7,4
mäßig günstig	551	33,3	845	25,9	471	12,6	323	20,2
günstig	942	56,8	2.151	65,8	3.117	83,6	1.159	72,4

Bad Zwischenahn: Erschwerende stratigrafische Bedingungen befinden sich im Aschhauser Hohen Moor und in den Moorflächen zwischen Bad Zwischenahn und Petersfehn I. Fast durchgehend günstige Voraussetzungen bietet das Fintlandsmoor.

Edeweicht: Die Voraussetzungen hinsichtlich der Torfauflage sind in den Moorflächen rund um den Küstenkanal sowie in Richtung Bad Zwischenahn und Petersfehn I und II recht heterogen.

Rastede: Die günstigen stratigrafischen Voraussetzungen überwiegen im Gemeindegebiet von Rastede deutlich. Mäßig günstige und ungünstige Voraussetzungen sind räumlich eng begrenzt auf Randlagen.

Westerstede: Die Moorflächen des Lengener Moores und des nördlichen Ihauser Moores weisen weit überwiegend günstige Torfauflagen auf, die Moorflächen im Nordosten des Gemeindegebietes hingegen sind nur als mäßig günstig zu bezeichnen.

5.1.2 Klimatische Wasserbilanz

Während die Wasserbilanz auf das Jahr betrachtet für alle Gemeinden einen hohen Überschuss von 125 – 250 mm aufweist, zeigen sich im hydrologischen Sommerhalbjahr von Mai bis Oktober Unterschiede zwischen den Gemeinden (Karte 5, Abbildung 17). Die Gemeinden Bad Zwischenahn, Edeweicht und die Stadt Westerstede weisen im Sommerhalbjahr ein sehr geringes Defizit mit 25 – 50 mm auf, während die Gemeinde Rastede mit 50 – 125 mm ein geringes Defizit zeigt und daher etwas ungünstigere Bedingungen vorherrschen. Insgesamt kann jedoch festgehalten werden, dass die klimatische Wasserbilanz in den vier Gemeinden atlantisch geprägt ist und etwa im Vergleich zu den Mooren der Hannoverschen Moorgeest prinzipiell als günstig einzustufen ist.

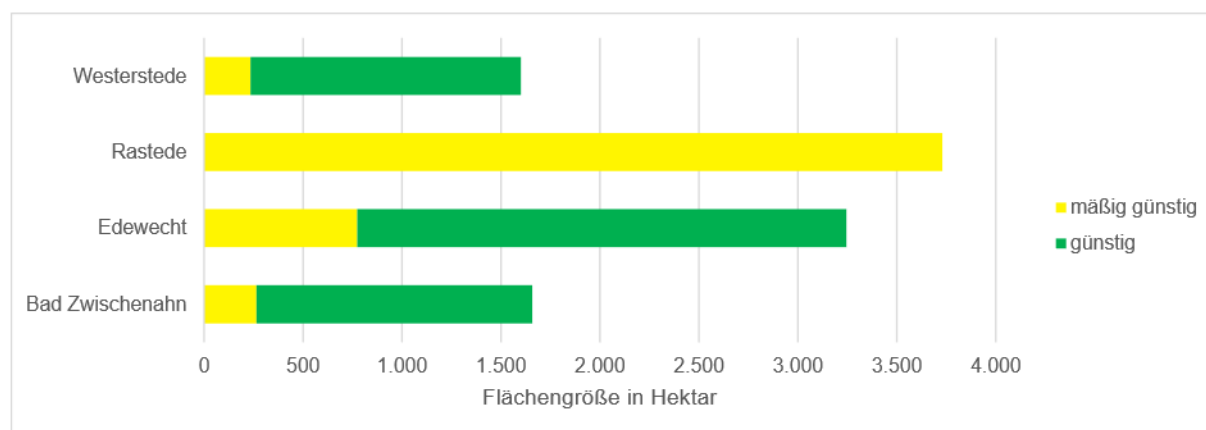


Abbildung 17: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der klimatischen Wasserbilanz.

Tabelle 26: Ergebnisse der Bewertung der klimatischen Wasserbilanz.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
mäßig günstig	265	16,0	774	23,7	3.730	100,0	234	14,6
günstig	1.393	84,0	2.494	76,3	.	.	1.367	85,4

5.1.3 Lage hinsichtlich Vorfluterniveau

Innerhalb der vier Gemeinden liegen nur in der Gemeinde Rastede mit rund 36 % ein nennenswerter Anteil der Moorflächen unterhalb des Meeresspiegels (vgl. Abbildung 18). Es handelt sich um die zur Wesermarsch gewandte, östliche Hälfte des Ipweyer Moores. Außerhalb dieser unter 0,00 m NHN gelegenen Bereiche liegen nur sehr kleinflächig Moorflächen unterhalb des Vorfluterniveaus.

Tabelle 27: Ergebnisse der Bewertung des Vorfluterniveaus.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
mäßig günstig	1.657	100,0	3.234	99,6	2.396	64,2	1.586	99,0
günstig	< 1	< 1	12	0,4	1.334	35,8	16	1,0

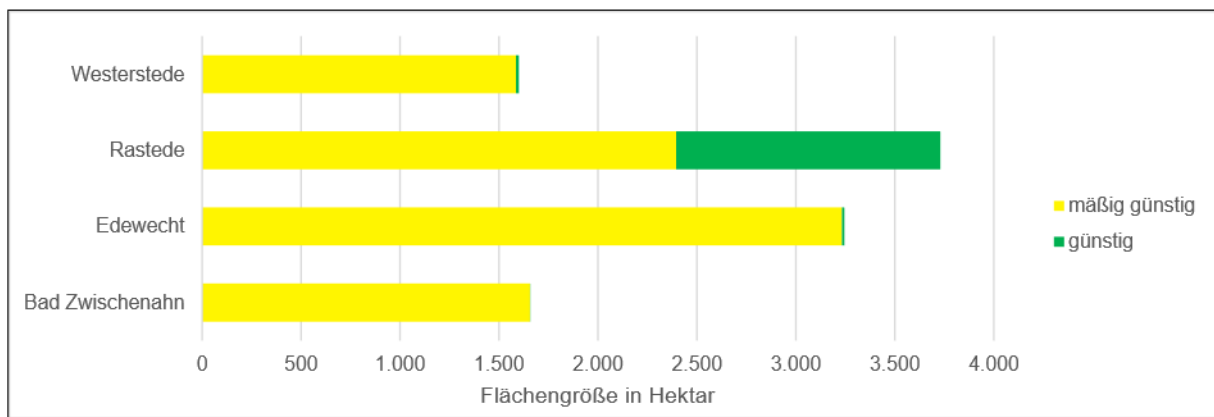


Abbildung 18: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Vorfluterniveaus.

5.1.4 Höhenunterschiede

Für eine allgemeine Übersicht dieser Bewertungskategorie, zeigt Abbildung 19 die Verteilung der drei Bewertungskategorien innerhalb der einzelnen Gemeinden.

Bad Zwischenahn: Der Anteil an Bereichen der ungünstigsten Bewertungskategorie ist im Gemeindegebiet von Bad Zwischenahn am höchsten. Höhenunterschiede sind vor allem im Fintlandsmoor zu finden, aber auch in den Moorflächen im Eker Moor, Kayhauser Moor sowie in den Moorflächen westlich von Petersfehn treten immer wieder Torfkanten auf.

Edeweicht: Höhenunterschiede sind im Bereich Kleefeld vorhanden, des Weiteren treten im Fintlandsmoor und Dänikhorster Moor Torfstiche und -bänke im Wechsel auf.

Rastede: Im Gemeindegebiet von Rastede liegen im Vergleich zu den anderen Gemeinden die günstigsten Verhältnisse hinsichtlich der Höhenunterschiede vor. Im Südwesten zeichnen sich innerhalb von bewaldeten Moorflächen heterogene Handtorfstichstrukturen ab. Im Nordwesten des Ipweger Moores bestehen Höhenunterschiede vor allem zwischen bewaldetem und landwirtschaftlich genutztem Moor. Hier kam es durch die Nutzung zu einem größeren Höhenverlust in der Torfaufgabe auf den Grünlandflächen.

Westerstede: Bereiche mit einem größeren Anteil an Höhenunterschieden sind vor allem in den durch Handtorfstiche geprägten Hochmooren wie dem Hollweger Moor, dem Herrenmoor und den Fintlandsmoor zu finden. In den Niedermooren zeichnen sich etwa an der Großen Norderbäke bei Ihorst stärkere Höhenunterschiede zwischen dem Fließgewässer und den begleitenden Moorflächen ab.

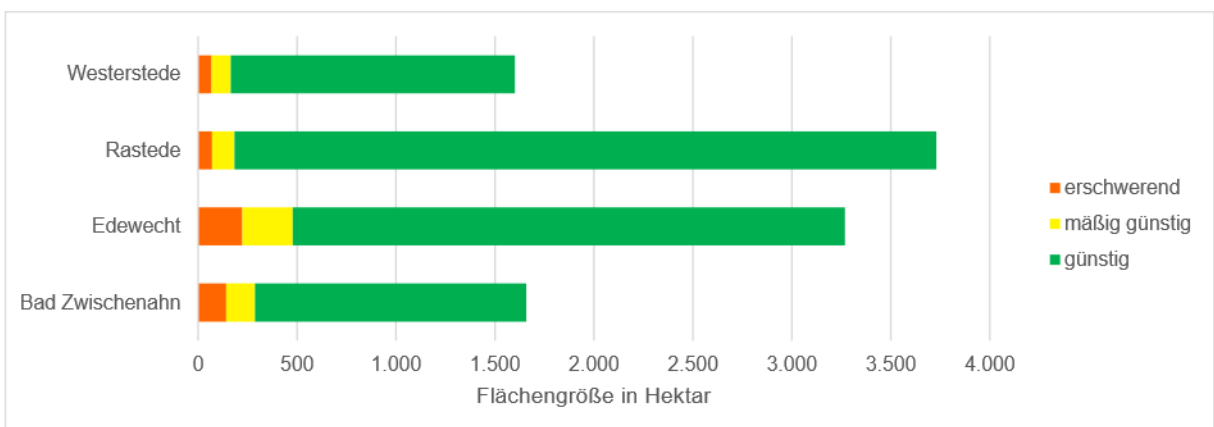


Abbildung 19: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Höhenunterschiede.

Tabelle 28: Ergebnisse der Bewertung der Höhenunterschiede.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	142	8,5	223	6,8	71	1,9	68	4,3
mäßig günstig	146	8,8	256	7,8	114	3,0	97	6,0
günstig	1.370	82,7	2.790	85,4	3.545	95,1	1.437	89,7

5.1.5 Relieflage

Die Ergebnisse der Relieflage in den Gemeinden wird vergleichend in Abbildung 20, Tabelle 29 und Karte 8 dargestellt.

Bad Zwischenahn: Die Moorflächen innerhalb der Gemeinde befinden sich überwiegend außerhalb von Senken, eine Ausnahme bilden u.a. die Moorflächen entlang der Niederung der Haaren.

Edeweicht: Die die Ollenbäke und die Flugplatzbäke begleitenden Moorflächen sowie die an der Vehne gelegenen Moorflächen zählen zu den hydrologisch begünstigten Senken.

Rastede: Im Vergleich zu den anderen Gemeinden zeichnen sich rund 96 % der Moorflächen als Senken aus. Nur im Nordwesten befinden sich kleinflächig Moorbereiche außerhalb von Senkenlagen.

Westerstede: Die Moorflächen entlang der Großen Norderbäke, der Süderbäke, der Otterbäke, dem Wasserzug vom Spohlerfeld und dem Wasserzug vom Damksmoor sowie im Osten des Lenger Moores liegen innerhalb von Senkenbereichen.

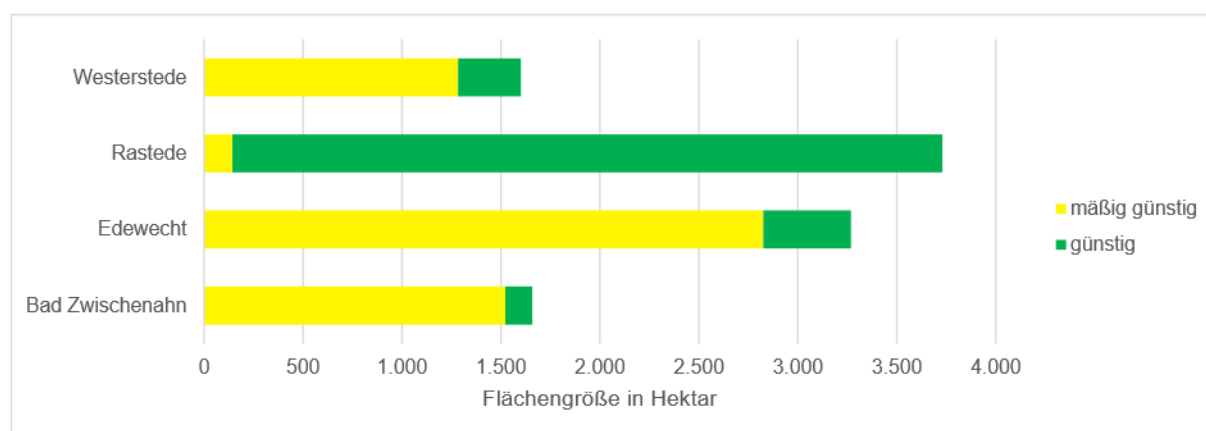


Abbildung 20: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Relieflage.

Tabelle 29: Ergebnisse der Bewertung der Relieflage.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
mäßig günstig	1.521	91,8	2.826	86,5	142	3,8	1.284	80,2
günstig	136	8,2	442	13,5	3.588	96,2	318	19,8

5.2 Umsetzbarkeit

5.2.1 Flächen der öffentlichen Hand

Für einen Vergleich der vier Gemeinden im Hinblick auf die Flächen der öffentlichen Hand dienen Abbildung 21, Abbildung 22, Abbildung 23, Karte 10 sowie Tabelle 17.

Bad Zwischenahn: Im Fintlandsmoor sind verteilt über mehrere Flächen und gemeindeübergreifend mit über 250 Hektar großflächig zusammenhängende Bereiche in öffentlicher Hand. Werden auch nahe beieinanderliegende Flächen mitberücksichtigt, stellt sich die Flächenverfügbarkeit noch günstiger dar. Allerdings sind in dem Flächenkomplex auch noch mehrere Privatgrundstücke eingesprengt. Im Landschaftsschutzgebiet „Großes Engelsmeer mit Umgebung“ ist einmal das Engelsmeer selbst sowie ein Grünlandbereich in öffentlicher Hand, beide Teilflächen jeweils zwischen 5-10 Hektar groß. Im LSG „Bäkental der Haaren, Putthaaren und Ofener Bäke einschließlich Teilbereich des Wold“ ist ein Waldbereich größer als 10 Hektar in öffentlicher Hand. Hinsichtlich des Flächenzuschnitts sind nur Flächen im Fintlandsmoor günstig zugeschnitten.

Edeweicht: Flächen größer als 10 Hektar finden sich im Fintlandsmoor mit den oben bereits erwähnten Flächengrößen von über 250 Hektar und Dänikhorster Moor mit rund 20 Hektar, im Jeddeloher Moor mit rund 40 Hektar, im Bereich von Süddorf mit knapp 20 Hektar sowie am Großen Wildenloh mit insgesamt rund 99 Hektar. Von diesen sind nur die Flächen im Fintlandsmoor und ein Teilbereich am Großen Wildenloh günstig zugeschnitten.

Rastede: Das NSG „Barkenkuhlen im Ipweyer Moor“ ist vollständig in öffentlicher Hand, auch südwestlich gelegene Flächen sind in öffentlichem Eigentum, insgesamt sind es rund 90 Hektar. Diese weisen zudem einen besonders günstigen Zuschnitt auf. Die Ödlandflächen sowie ein Großteil der Grünlandflächen entlang der Grenze zum Landkreis Wesermarsch gehören der öffentlichen Hand und sind ebenfalls rund 90 Hektar groß. Die Flächen der öffentlichen Hand im NSG „Hochmoor und Grünland am Heideich“ umfassen rund 30 Hektar.

Westerstede: Zusammenhängende Bereiche mit mehr als 10 Hektar sind innerhalb der Schutzgebiete zu finden, darunter im Hollweger Moor mit fast 100 Hektar und im Herrenmoor. Im Bereich des Kleinen Bullenmeeres liegt ein Wechsel von Flächen der öffentlichen Hand und von Privateigentum vor. Günstig zugeschnitten ist von den genannten Flächen nur das Hollweger Moor.

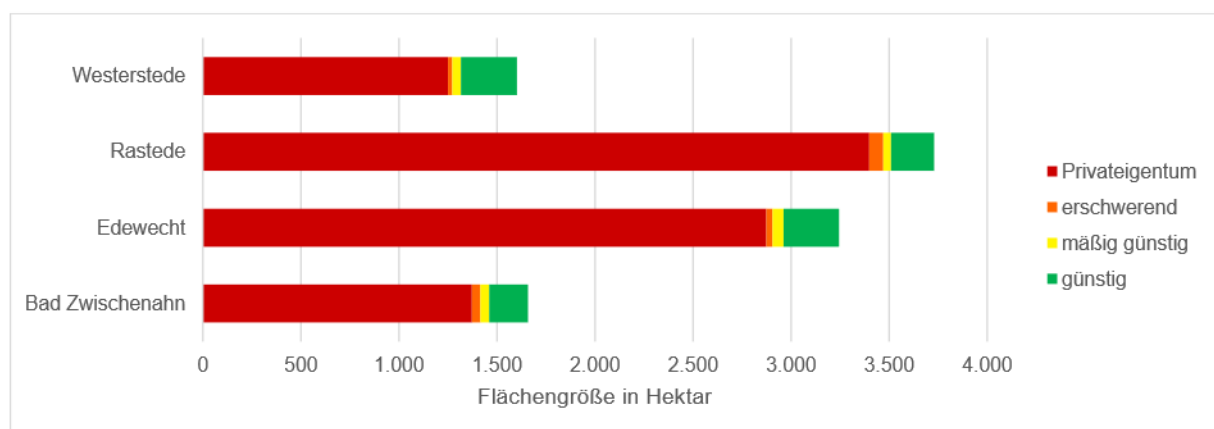


Abbildung 21: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße der Flächen der öffentlichen Hand.

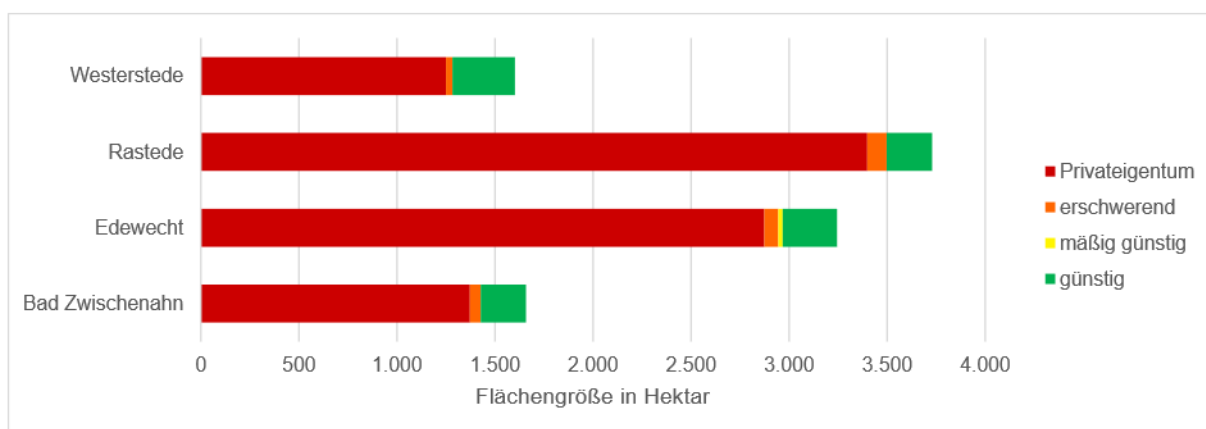


Abbildung 22: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße nahe beieinanderliegender Flächen der öffentlichen Hand.

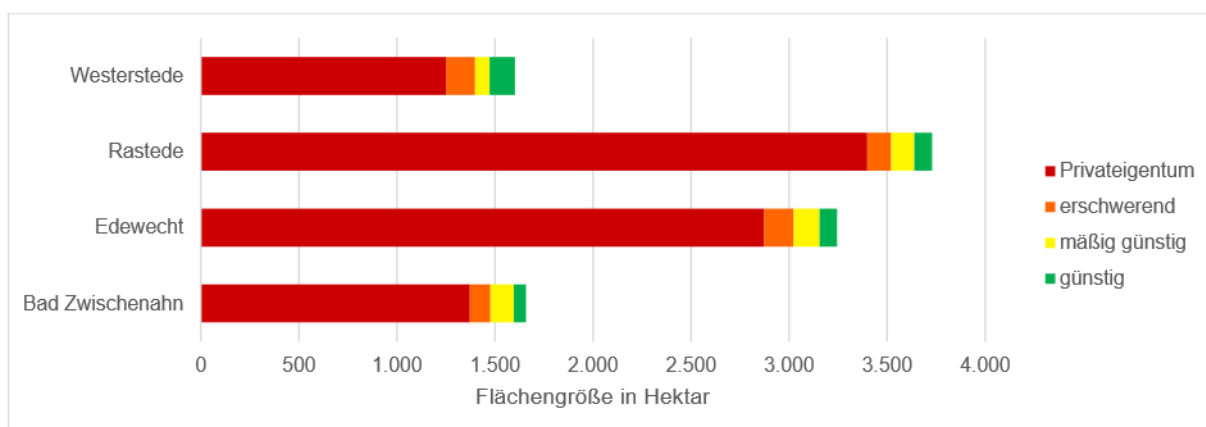


Abbildung 23: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Zuschnitts der Flächen der öffentlichen Hand.

Tabelle 30: Ergebnisse der Bewertung der Flächen der öffentlichen Hand.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Flächengröße								
erschwerend, Privateigentum	1.372	82,7	2.897	88,6	3.399	91,1	1.250	78,1
erschwerend	43	2,6	32	1,0	71	1,9	21	1,3
mäßig günstig	45	2,7	56	1,7	39	1,0	44	2,8
günstig	198	11,9	283	8,7	220	5,9	285	17,8
Flächengröße nahe beieinanderliegender Flächen								
erschwerend, Privateigentum	1.372	82,7	2.897	88,6	3.399	91,1	1.250	78,1
erschwerend	55	3,3	70	2,2	99	2,6	33	2,1
mäßig günstig	.	.	22	0,7	.	.	.	.
günstig	231	13,9	279	8,5	232	6,2	318	19,9
Flächenzuschnitt								
erschwerend, Privateigentum	1.372	82,7	2.897	88,6	3.399	91,1	1.250	78,1
erschwerend	106	6,4	150	4,6	122	3,3	148	9,2
mäßig günstig	118	7,1	131	4,0	117	3,1	74	4,6
günstig	62	3,7	90	2,8	91	2,4	129	8,1

5.2.2 Lage in Schutzgebieten

Die Verteilung der Flächenanteile der Bewertungskategorien hinsichtlich der Schutzgebiete innerhalb der Gemeinden ist Abbildung 24 und Karte 11 zu entnehmen. Des Weiteren sind die Ergebnisse in Tabelle 31 aufgeführt.

Bad Zwischenahn: Im äußersten Westen des Gemeindegebiets von Bad Zwischenahn befindet sich der größte Teil des Naturschutzgebiets „Fintlandsmoor und Dänikhorster Moor“. An der Grenze zur Gemeinde Edeweicht liegt ein Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Bedeutung für den Wiesenvogelschutz.

Edeweicht: Naturschutzgebiete im Gemeindegebiet von Edeweicht befinden sich mit Ausnahme des NSG „Fintlandsmoor und Dänikhorster Moor“ ausschließlich südlich des Küstenkanals und umfassen die NSG „Vehneemoor“ und „Jeddeloher Moor“. Der Bereich zwischen den beiden Ausläufern des NSG „Vehneemoor“ ist Teil der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes. Auch die von Siedlungsachsen eingeschlossenen landwirtschaftlichen Nutzflächen von Kleefeld zählen zur Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes.

Rastede: Nur im Süden der Gemeinde Rastede finden sich mehrere Schutzgebiete, darunter an der Grenze zum Landkreis Wesermarsch und zur Stadt Oldenburg das FFH-Gebiet „Ipweger Moor, Gellener Torfmöörte“ mit den Naturschutzgebieten „Gellener Torfmöörte mit Rockenmoor und Fuchsberg“ sowie „Barkenkuhlen im Ipweger Moor“. Letzteres Schutzgebiet ist im Süden und Westen umgeben von einem für Wiesenvögel bedeutsamen Bereich.

Westerstede: Der Schutzgebietsanteil ist in den Moorflächen von Westerstede im Vergleich zu den anderen drei Gemeinden am höchsten. Im Lengener Moor gehören das FFH-Gebiet „Lengener Meer, Stapeler Moor, Baasenmeers-Moor“ (2613-301), das zugleich auch Naturschutzgebiet ist, zu den Bereichen mit günstigen Voraussetzungen. Im sich südlich anschließenden Ihaußer Moor liegt das Naturschutzgebiet „Hollweger Moor“. Die Moorflächen entlang der Großen Norderbäke sind Teil des gleichnamigen Landschaftsschutzgebietes „Niederung der Großen Norderbäke“. An der Grenze mit den Landkreisen Leer und Friesland findet sich zudem noch ein außerhalb der Schutzgebiete liegender Bereich, der für Wiesenvögel wertvoll ist. Im Grenzbereich zur Gemeinde Edeweicht liegt der nördliche Teil des NSG „Fintlandsmoor und Dänikhorster Moor“.

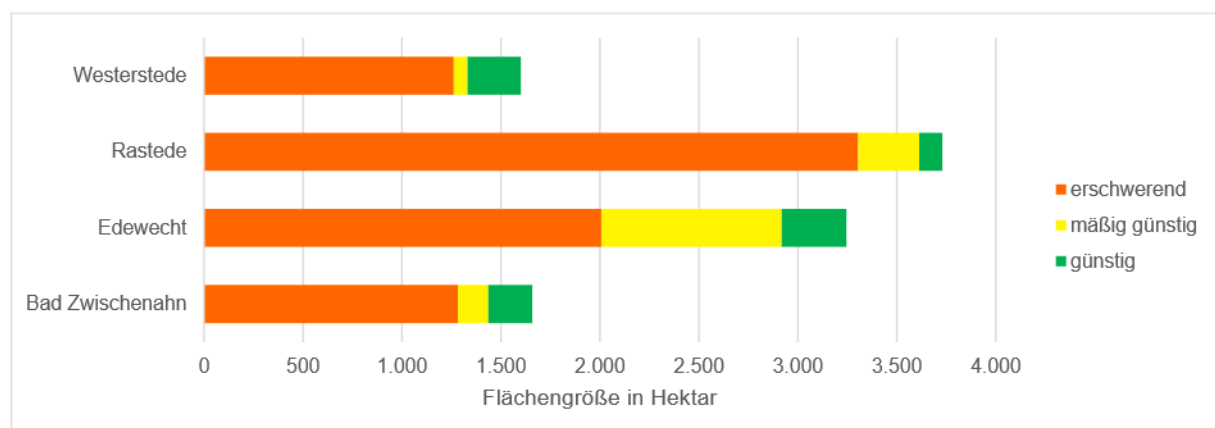


Abbildung 24: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Lage in Schutzgebieten.

Tabelle 31: Ergebnisse der Bewertung der Lage in Schutzgebieten.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	1.281	77,3	2.007	61,8	3.305	88,6	1.261	78,8
mäßig günstig	155	9,3	911	28,1	308	8,2	70	4,3
günstig	221	13,4	327	10,1	117	3,1	270	16,9

5.2.3 Flächengröße

Die Verteilung der Bewertung der Moorflächengrößen der vier Gemeinden ist in Karte 12, Abbildung 25 und Tabelle 32 dargestellt.

Bad Zwischenahn: Zwischen Petersfehn I, Petersfehn II und Bad Zwischenahn ist eine größere Fragmentierung der Moorflächen vorhanden. Auch in den Randbereichen vom Aschhauser Hohen Moor treten kleinere Moorflächen auf. Der Anteil der „günstig“-Bewertungskategorie ist in Bad Zwischenahn mit rund 84 % am geringsten.

Edeweicht: Auch die Moorflächen in Edeweicht sind im Vergleich mit Westerstede und Rastede stärker fragmentiert. Dies trifft insbesondere auf den Bereich nördlich des Küstenkanals zu. Aber auch die Moorflächen entlang des Aue-Godensholter Tiefs weisen meist Flächengrößen von unter 5 Hektar und damit nur wenig zusammenhängende Flächen auf.

Rastede: Im Ipweger Moor sind nur vereinzelt in den Randbereichen sowie entlang der Siedlungsachse von Delfshausen fragmentiertere Moorflächen vorhanden. Weitere kleinere Flächen finden sich im Nordwesten des Gemeindegebietes in den dortigen Niederungen.

Westerstede: Die Moorflächen im Süden des Ihauser Moores sind stark vereinzelt, wohingegen der Norden sowie das Lengener Moor weitestgehend großflächig eine zusammenhängende Moorfläche aufweist.

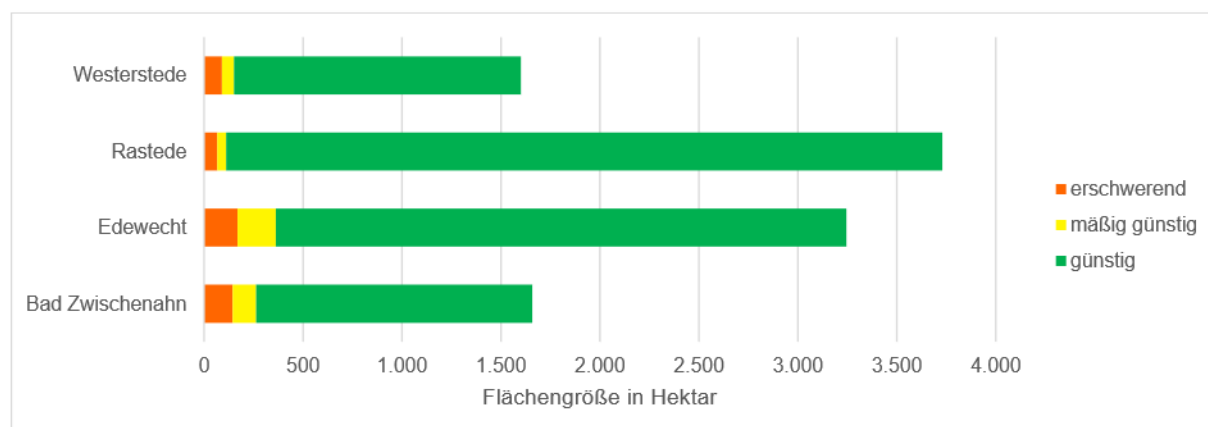


Abbildung 25: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich der Flächengröße.

Tabelle 32: Ergebnisse der Bewertung der Flächengröße.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	145	8,7	169	5,2	67	1,8	90	5,6
mäßig günstig	118	7,1	193	5,9	45	1,2	60	3,8
günstig	1.395	84,1	2.883	88,8	3.618	97,0	1.451	90,6

5.2.4 Flächenzuschnitt

Die Ergebnisse der Bewertung zeigen Tabelle 33, Abbildung 26 und Karte 13.

Bad Zwischenahn: Der Zuschnitt der Moorflächen ist nur im Fintlandsmoor sowie südwestlich von Petersfehn II und Kayhauserfeld günstig. Insbesondere die schmalen Moorflächen entlang der Flugplatzbäke, der Ollenbäke sowie die fragmentierten Siedlungsachsen zwischen Bad Zwischenahn, Petersfeld II und Petersfeld I fallen in die ungünstigste Kategorie.

Edeweicht: Die Moorflächen zwischen Jeddelloh I und Friedrichsfehn, Großteile der Randbereiche der Moorflächen zwischen Küstenkanal und Edeweicht sowie die schmalen Moorflächen entlang des Aue-Godensholter Tiefs zählen zu den Flächen mit dem ungünstigsten Zuschnitt. Das Jeddelloher Moor, der Westteil des Vehnemoores sowie die Moorbereiche rund um Friedrichsfehn sind hingegen als günstig zu werten.

Rastede: Das Ipweger Moor weist großflächig günstige Flächenzuschnitte auf. Im nördlich davon gelegenen Jader Kreuzmoor sind die Flächenzuschnitte entlang der Siedlungsachsen von Delfshausen recht großflächig als mäßig günstig zu werten.

Westerstede: Günstige Flächenzuschnitte weisen das Ihauser Moor südlich der BAB28 und östlich der Augustfehner Straße, der Großteil des Lengener Moores sowie das Spohlerfeldmoor im Osten des Gemeindegebietes auf. Die Moorbereiche entlang der Norderbäke, im Süden des Ihauser Moores sowie ein Großteil der Flächen im Nordosten des Gemeindegebietes weisen ungünstigere Flächenzuschnitte auf.

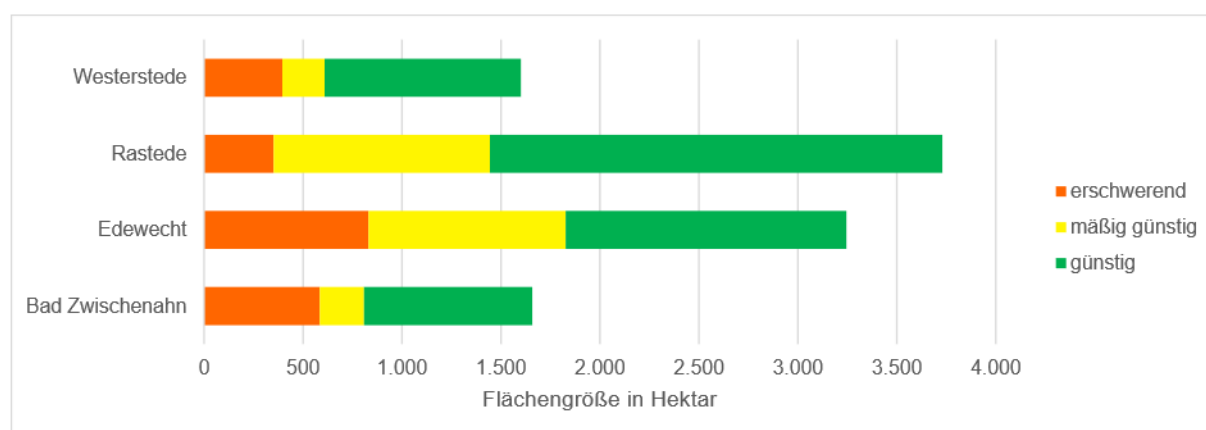


Abbildung 26: Verteilung der Bewertungskategorien hinsichtlich des Flächenzuschnitts.

Tabelle 33: Ergebnisse der Bewertung des Flächenzuschnitts.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	584	35,2	782	23,9	351	9,4	395	24,6
mäßig günstig	224	13,5	1.067	32,6	1.093	29,3	215	13,4
günstig	850	51,3	1.419	43,4	2.286	61,3	992	61,9

5.2.5 Nutzungsintensität

Ein Vergleich der Bewertung der Nutzungsintensitäten in den Gemeindegebieten ist in Abbildung 27, Tabelle 34 und Karte 14 veranschaulicht.

Bad Zwischenahn: Im Fintlandsmoor, im Eker Moor sowie im Hellermoor im äußersten Norden des Gemeindegebietes finden sich großflächigere, extensiv genutzte oder ungenutzte Moorflächen.

Edeweicht: Neben den Schutzgebieten sind immer wieder extensiv genutzte oder ungenutzte Flächen eingestreut. Ein weitläufiger Bereich extensiv genutzter Flächen findet sich jedoch im äußersten Südosten bei Neu Friedrichsfehn.

Rastede: Großflächiger weniger intensiv genutzte Flächen sind vor allem im Ipweyer Moor nahe den dortigen Schutzgebieten zu finden. Auch zwischen den Barkenkuhlen und dem NSG „Hochmoor und Grünland am Heiddeich“ treten ungenutzte Moorflächen sowie extensives Nassgrünland auf. Ein weiterer Bereich liegt rings um die Sphagnumfarm Hankhausen. Ein Mosaik aus intensiv genutzten Flächen und ungenutzten oder extensiv genutzten Flächen befindet sich zum einem im Südwesten nahe Wahnbek sowie im Nordwesten des Ipweyer Moores im Hankhausener Moor.

Westerstede: Weniger intensiv genutzte Flächen bzw. ungenutzte Flächen sind fast ausschließlich in den Schutzgebieten im Lengener und Ihauser Moor vertreten.

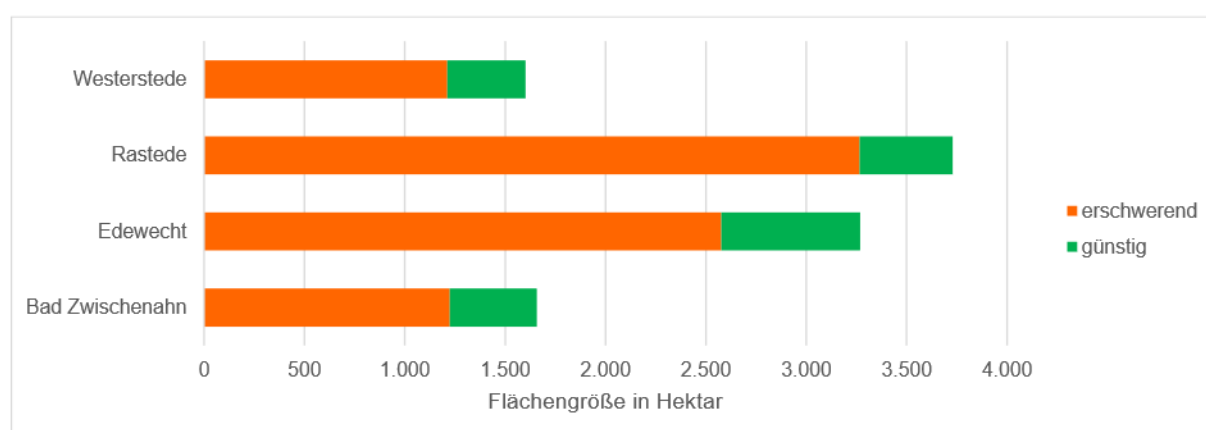


Abbildung 27: Verteilung der Bewertungskategorien der Nutzungsintensität.

Tabelle 34: Ergebnisse der Bewertung der Nutzungsintensität.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	1.224	73,8	2.577	78,8	3.266	87,6	1.212	75,7
günstig	434	26,2	691	21,2	464	12,4	389	24,3

5.2.6 Siedlungsabstand

Für die Bewertung des Siedlungsabstandes zeigen Tabelle 35, Abbildung 28 und Karte 15 die Verteilung innerhalb der vier Gemeinden.

Bad Zwischenahn: Mit Ausnahme des Fintlandmoores, des Aschhauser Hohen Moores und des Eker Moor sind die Moorflächen der Gemeinde Bad Zwischenahn insbesondere zwischen Petersfehn I, Petersfehn II und Bad Zwischenahn stärker durch Siedlungsachsen zergliedert.

Edeweicht: Insbesondere nördlich des Küstenkanals gliedern zahlreiche Siedlungsachsen die Moorflächen. Nur im Bereich von Kleefeld finden sich größere, von Siedlungen umschlossene landwirtschaftliche Nutzflächen.

Rastede: Während das Ipweger Moor nur von wenigen Siedlungsachsen wie etwa von der namensgebenden Siedlung Ipwegermoor am westlichen Rand gequert wird, ist das Jader Kreuzmoor bei Delfshausen stark von Siedlungsachsen zerschnitten.

Westerstede: Da sich die Moorflächen im Wesentlichen entlang nur einer Siedlungsachse an der Augustfehrner bzw. der Halsbeker Straße entlang ziehen, ist der Anteil der Moorflächen, die einen weiten Abstand zu Siedlungsflächen haben, im Gemeindegebiet von Westerstede innerhalb der vier betrachteten Gemeinden am höchsten.

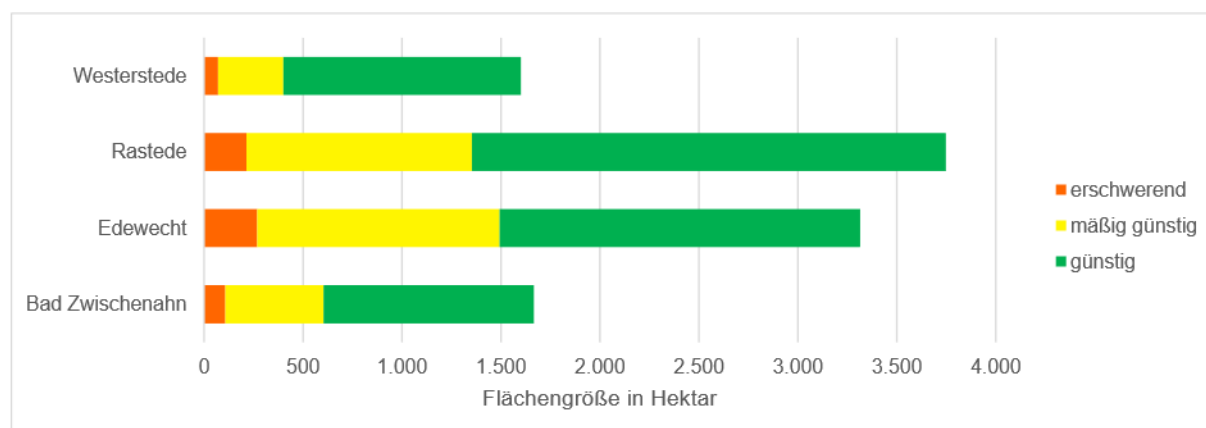


Abbildung 28: Verteilung der Bewertungskategorien des Siedlungsabstandes

Tabelle 35: Ergebnisse der Bewertung des Siedlungsabstandes.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
erschwerend	108	6,5	269	8,2	214	5,7	70	4,4
mäßig günstig	496	29,9	1.193	36,5	1.125	30,1	330	20,6
günstig	1.054	63,6	1.807	55,3	2.392	64,1	1.201	75,0

5.3 Zusammenfassende Gesamtbewertung

5.3.1 Standorteigenschaften

Die Bewertung der Standorteigenschaften in den vier Gemeinden ist Karte 9 und Abbildung 29 dargestellt. Prinzipiell sind die Standorteigenschaften weit überwiegend mäßig günstig bis günstig. Die Standortverhältnisse, die einst zur Moorbildung führten, sind überwiegend weiterhin gegeben.

Bad Zwischenahn: Die mäßigen sowie mäßige bis günstige Standorteigenschaften dominieren im Gemeindegebiet. Als flächig günstig sind insbesondere das Fintlandsmoor und das Kayhauser Moor zu nennen.

Edeweicht: Die Verteilung der Punktesummen stellen sich im Edeweichter Gemeindegebiet recht heterogen dar. Im Übergang zu günstigen Verhältnissen befindet sich das Fintlandsmoor sowie die Moorflächen von Kleefeld.

Rastede: Im Vergleich zu den anderen Gemeinden ist der Anteil der mäßig günstigen bis günstigen Standorteigenschaften mit über 80 % am höchsten. Die Flächen mit der höchsten Punktzahl liegen im Bereich des Jader Kreuzmoores bei Delfshausen und im nördlichen Teil des Ipweger Moores.

Westerstede: Die Moorflächen im Nordosten in den Niederungen von Otterbäke und dem Wasserzug vom Spohlerfeld zeichnen sich durch mäßig günstige sowie mäßig günstige bis erschwere Standorteigenschaften aus. Die großflächigen Moorflächen des Lengener und Ihauser Moores hingegen weisen mäßig günstige bis günstige Standorteigenschaften auf. Im Halsbeker Moor finden sich kleinflächig günstige Voraussetzungen, d.h. jedes Kriterium wurde mit „günstig“ bewertet.

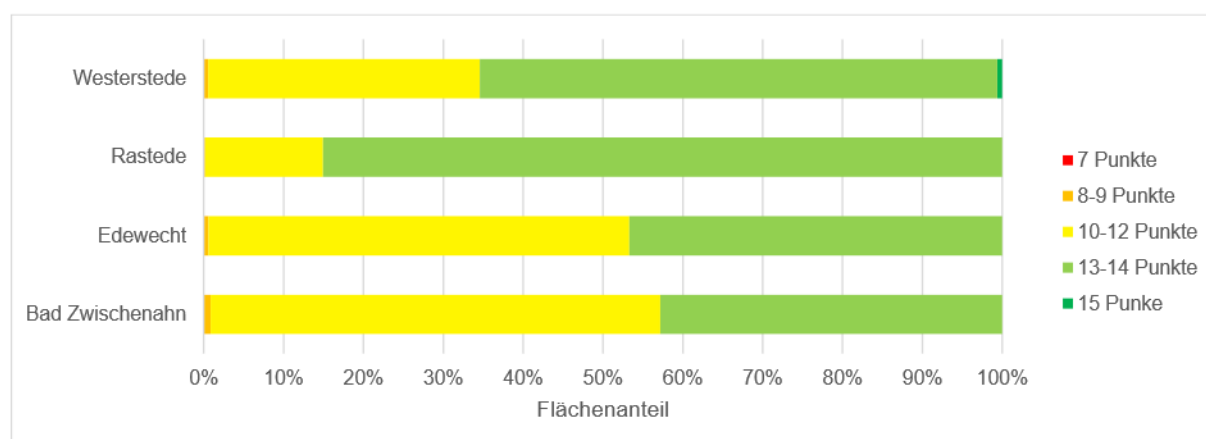


Abbildung 29: Verteilung der Bewertungspunkte zu den Standorteigenschaften.

Tabelle 36: Ergebnisse der zusammenfassenden Bewertung des Standorteigenschaften.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
7 Punkte	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
8-9 Punkte	14	0,9	19	0,6	6	0,2	9	0,6
10-12 Punkte	934	56,3	1.723	52,7	551	14,8	544	34,0
13-14 Punkte	710	42,8	1.527	46,7	3.173	85,1	1.038	64,8
15 Punkte	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	0,6

5.3.2 Umsetzbarkeit

Die Ergebnisse der zusammenfassenden Bewertung für die Gemeinden sind in Karte 16 und Abbildung 29 dargestellt.

Bad Zwischenahn: Das Fintlandsmoor tritt bei der Bewertung der Umsetzbarkeit deutlich hervor. Die Lage im Schutzgebiet, die Eigentumsverhältnisse, die Nutzungsintensität, die Größe des Moor-komplexes und der Flächenzuschnitt sind begünstigend zu werten. Weitere günstig bis mäßig günstig zu wertende Bereiche sind im Ekerter Moor und Kayhauser Moor zu finden. Die Moorflächen nordöstlich von Petersfehn II hingegen weisen eine geringe Bewertung hinsichtlich der Umsetzbarkeit auf.

Edeweicht: Zu den günstigsten Flächen zählen die Schutzgebiete mit ungenutzten Moorbereichen des Fintlandsmoores sowie des Dänikhorster Moores, außerdem der Moorrest bei Süddorf, das Vehnemoor, das Jeddeler Moor sowie die Moorflächen am Großen Wildesloh. Außerhalb der

Schutzgebiete gehört das Hochmoorgrünland angrenzend an den östlichen Teil des Vehnemoores sowie der Hochmoorrest bei Süddorf zu den als günstig zu wertenden Flächen. Auch die von Siedlungsachsen umschlossenen Moorflächen von Kleefeld weisen noch günstige bis mäßig günstige Voraussetzungen auf.

Rastede: Zwischen dem Jader Kreuzmoor bei Delfshausen und dem Ipweger Moor zeichnen sich bei der Bewertung der Umsetzbarkeit deutliche Unterschiede ab. Im Ipweger Moor sind größere Flächenanteile günstig oder zumindest günstig bis mäßig günstig zu werten, wohingegen im Jader Kreuzmoor größere Anteile in den erschwerenden Wertebereich fallen.

Westerstede: Besonders günstig zu wertende Bereiche finden sich in den Schutzgebieten im Lengener Moor und Ihauser Moor, des Weiteren sind der Bereich des Halsbeker Moores und mehrere Flächen im äußersten Norden des Gemeindegebietes als günstig zu werten. Zu den als ungünstiger zu wertenden Flächen zählen die vereinzelt Moorflächen im Westen des Ihauser Moores sowie kleinere Moorflächen im Nordosten der Gemeinde.

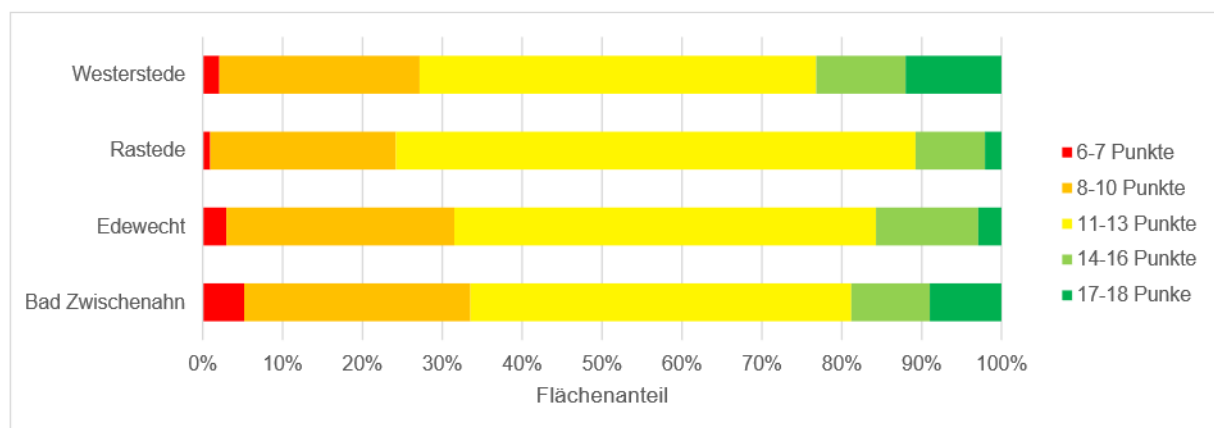


Abbildung 30: Verteilung der Bewertungspunkte zur Umsetzbarkeit.

Tabelle 37: Ergebnisse der zusammenfassenden Bewertung des Standorteigenschaften.

Bewertung	Bad Zwischenahn		Edeweicht		Rastede		Westerstede	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
6-7 Punkte	86	5,2	97	3,0	36	1,0	34	2,1
8-10 Punkte	470	28,4	932	28,5	866	23,2	401	25,1
11-13 Punkte	790	47,7	1.726	52,8	2.426	65,0	795	49,7
14-16 Punkte	163	9,8	418	12,8	324	8,7	179	11,2
17-18 Punkte	149	9,0	95	2,9	77	2,1	192	12,0

6 Begleitende Texte für das webgis

6.1 Thematische Texte

Begriff	Beschreibung
Moor	Mit dem Begriff „Moor“ werden sowohl Moorlebensräume als auch Moorböden verstanden.
Moorlebensraum	Landschaft, die sich durch moortypische Arten und Lebensgemeinschaften auszeichnen.
Moorboden	Boden, der sich durch mindestens 30 cm Torf auszeichnet.
Torf	Torf ist eine organische, von unten nach oben aufgewachsener Ablagerung, die überwiegend aus abgestorbenem Pflanzenmaterial besteht, das unter Sauerstoffabschluss nicht vollständig abgebaut wurde.
Sackung	Wenn Moorboden entwässert wird, nimmt der Auftrieb der organischen Substanz im Torf im Vergleich zum wassergesättigten Zustand ab. Dadurch wird der Auflastdruck auf die darunter liegende wassergesättigte Torfschicht erhöht, was zu einer Verdichtung des Torfes führt.
Schrumpfung	Ein physikalischer Prozess in dränierten und entwässerten Torfen, bei dem sich Bodenteilchen bei Wasserentzug zusammenziehen und es so zu einer Volumenminderung kommt. Schrumpfung kann zu Rissen in der Bodenoberfläche führen.
Quellung	Volumenvergrößerung eines entwässerten Moorbodens bei Vernässung.
Zersetzung / Humifizierung / Mineralisierung	Der Prozess der Zersetzung findet in entwässerten und durchlüfteten Torfhorizonten durch biologische Prozesse statt. Während der Humifizierung wandeln Mikroorganismen die organische Substanz im Torf in Huminstoffe um, die stabilere Formen von organischem Material sind. Gleichzeitig findet auch die Mineralisierung statt, bei der Mikroorganismen organische Verbindungen zu ihren anorganischen Bestandteilen zerlegen. Dies führt zur Freisetzung von CO ₂ , Methan und mineralischen Salzen. Aufgrund dieser Prozesse wird der Torf im Laufe der Zeit zu einer homogenen Masse ohne gut erkennbare Pflanzenstrukturen.
Vererdung	Die Vererdung erfolgt in den obersten 10 bis 20 cm des Moorbodens durch die Aktivität von Bodentieren, darunter v.a. von Regenwürmern. Diese sorgen mit ihren Ausscheidungen für eine Gefügebildung im Oberboden.

6.2 Projektbezogene Texte

Begriff	Beschreibung
Guts-Stechbohrer	Langes, halboffenes Stahlrohr mit parallel von oben nach unten verlaufenden Schneidkanten und einem Griff zum späteren Rausziehen. Der Bohrer dient der Entnahme von Bodenproben bis zu mehreren Metern tief, um den Schichtablauf zu untersuchen.
Biotoptypenkartierung	Bei der Biotoptypenkartierung erfolgt eine Erfassung von Biotoptypen in einem bestimmten Gebiet.
Biotoptyp	Ein Biotoptyp ist ein räumlich begrenzter Lebensraum, der sich durch eine spezielle Kombination von abiotischen Umweltfaktoren (z.B. Wind, Nährstoff- und Wasserhaushalt, Licht) auszeichnet und von bestimmten Artenkombinationen gekennzeichnet ist und sich daher von angrenzenden Biotopen abgrenzen lässt.
Luftbilddauswertung	Die Luftbilddauswertung bezieht sich auf die Analyse und Interpretation von Luftbildern, um geografische Informationen zu gewinnen. Durch die Luftbilddauswertung können Geländeformen, Landnutzungsmuster, Vegetationsbedeckung und andere geografische Merkmale identifiziert werden.
bodenkundliche Bohrungen	Bodenkundliche Bohrungen sind gezielte Untersuchungen, bei denen Bodenproben durch das Bohren von Löchern im Boden entnommen werden, um Informationen über die Bodenzusammensetzung, -struktur und -eigenschaften verschiedener Bodenschichten, den Horizonten, zu gewinnen.
KI	Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Bereich der Informatik, der sich mit der Entwicklung von Computersystemen und Programmen befasst, die in der Lage sind, Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern würden. KI zielt darauf ab, Maschinen mit Fähigkeiten auszustatten, die das menschliche Denken und Handeln nachahmen. Diese Technik ermöglichen es Maschinen, Muster zu erkennen und Schlussfolgerungen zu ziehen.
Vermessung	Vermessung ist ein Prozess, bei dem die Geländehöhe genau gemessen wird.
DGM	Ein Digitales Geländemodell (DGM) ist eine digitale Darstellung der Geländeoberfläche eines bestimmten Gebiets. Es wird mithilfe von Vermessungsdaten erstellt, die entweder aus Luft- oder Satellitenbildern gewonnen werden. Das DGM besteht aus einer Vielzahl von Punkten oder Pixeln, die die Höheninformationen des Geländes repräsentieren. Durch die Verwendung eines DGMs können Gelände- und Topografieinformationen genau dargestellt werden und eine Analyse von geografischen Merkmalen ermöglichen.

6.3 Kartenbezogene Texte

6.3.1 Verbreitung kohlenstoffreicher Böden

Texte zur Erläuterung der Profile

Begriff	Beschreibung
Oberbodenhorizont	Oberste Schicht des Torfprofils entwässerter Moorstandorte. Diese Schicht ist stark durchwurzelt, durch Bodenlebewesen durchmischt und auf landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Bodenbearbeitung sowie Düngung und Kalkung überprägt. Durch diese Prozesse ist der Torf in dieser Schicht stärker zersetzt, man bezeichnet ihn auch als „vererdet“.
Hochmoortorf	Hochmoortorf ist eine Torfart, die in Hochmooren gebildet wird. Er besteht hauptsächlich aus abgestorbenen Torfmoosen. Im Vergleich zu Niedermoortorf ist der Hochmoortorf nährstoffarm und hat einen geringen pH-Wert.
Weißtorf	Bei Weißtorf handelt es sich um jüngere, gering zersetzte Hochmoortorfe. Wenn diese Torfe trocknen, werden sie sehr hell – dadurch erhielten sie ihren Namen. Im Vergleich zu wasserstauenden Schwarztorfen sind sie durchlässiger für Wasser.
Schwarztorf	Schwarztorfe sind ältere und somit tiefer gelagerte, stark zersetzte Hochmoortorfe. Sie haben eine dunkelbraune bis schwarze Farbe, in ihnen sind kaum Pflanzenreste zu erkennen. Sie entstanden zu einer Zeit, in der es besonders trocken war und die abgestorbenen Pflanzenteile sich besonders stark zersetzten.
Niedermoortorf	Niedermoortorf ist eine Torfart, die in Niedermooren gebildet wird. Er besteht vor allem aus abgestorbenem Schilf, Seggen oder Reste von Erle oder Birke. Im Vergleich zu Hochmoortorf ist der Niedermoortorf nährstoffreicher und hat einen höheren pH-Wert.
Torfmulde	Torfmulden bestehen aus abgestorbenem pflanzlichem Material, das am Grund von Stillgewässern abgelagert hat.
Torfmächtigkeit	Die Torfmächtigkeit beschreibt, wie dick die verschiedenen Torfschichten insgesamt sind – gemessen von der Geländeoberfläche bis hinunter zur Moorbasis.
Zersetzungsgrad	Der Zersetzungsgrad gibt an, wie stark die Pflanzenreste in einer Torfschicht zersetzt sind. Er reicht nach der Einteilung nach von Post von sehr schwach (H1) bis sehr stark zersetzt (H10).
Mineraluntergrund	Mit dem Mineraluntergrund sind die Bodenschichten unterhalb der Torfschichten gemeint. Dieser Untergrund kann aus Mineralen wie Sand, Schluff, Ton, Lehm sowie aus Mischungen dieser Bodenarten bestehen.

Texte zur Erläuterung weiterer Bodentypen

Begriff	Beschreibung
Sanddeckkultur	Bei Sanddeckkulturen wurde auf den Moorboden eine 10-20 cm mächtige Sandschicht aufgebracht, um die Bewirtschaftbarkeit von Moorböden zu verbessern.
Sandmischkulturen	Bei Sandmischkulturen, auch Moor-Treposele genannt, wurden die vorhandenen Torfschichten mit Hilfe eines tief reichenden Pfluges mit dem darunterliegenden Mineralboden vermischt. Hierzu wurden die Schichten schräggestellt, sodass sich wasserspeichernde Torf- und entwässernde Sandschichten abwechseln.
Moorgley	Moorgleye weisen eine Torfaufage von 10-30 cm auf. Sie sind häufig in Randbereichen mächtigerer Moorböden zu finden.
Organomarsch mit Niedermoorauf- lage	Organomarschen entstehen durch Ablagerungen im Küstenraum. Sie weisen hohe Tongehalte und hohe Gehalte organischer Substanz auf. Zu den kohlenstoffreichen Böden zählen solche Organomarschen, auf denen Niedermoortorfe lagern.
kohlenstoffreiche Böden	Kohlenstoffreiche Böden sind Böden, die viel organische Substanz, z.B. abgestorbene Pflanzenteile, enthalten.
flach überlagerter Torf	Moorböden, die von einer maximal 40 cm mächtigen mineralischen Auflage überdeckt sind. Solche Böden finden sich z.B. im Küstenraum, wo Moorböden durch Meeressedimente überlagert sind.

6.3.2 Treibhausgasemissionen

Begriff	Beschreibung
Biotoptyp	Biotoptypen sind durch eine spezielle Kombination von Standortfaktoren geprägt und heben sich dadurch sowie durch ihre charakteristische Vegetationsausstattung von angrenzenden Biotopen ab. In dem niedersächsischen Kartierschlüssel sind die in Niedersachsen vorkommenden Biotoptypen detailliert beschrieben.
Treibhausgase	Treibhausgase sind Gase, die die Wärmeenergie der Sonne einfangen und so zur Erwärmung der Erdoberfläche beitragen ("Treibhauseffekt"). Zu den wichtigsten Treibhausgasen gehören Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Wasserdampf (H₂O) und verschiedene Fluorkohlenwasserstoffe (FKW). Sie entstehen hauptsächlich durch menschliche Aktivitäten wie die Verbrennung fossiler Brennstoffe, industrielle Prozesse,

	Landwirtschaft und Abfallentsorgung. Zu den Treibhausgasen aus entwässerten Mooren zählt vor allem CO ₂ , das durch die Zersetzung von entwässerten Torfen entsteht.
Treibhausgas-Emissionen	Treibhausgasemissionen sind die Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre durch menschliche Aktivitäten und natürliche Prozesse.
Emissionsfaktor	Ein Emissionsfaktor ist eine Kennzahl, die angibt, wie viel Treibhausgas gemessen in CO ₂ -Äquivalenten pro Hektar innerhalb eines Jahres freigesetzt wird.
CO ₂ -Äquivalente	CO₂-Äquivalente sind eine Maßeinheit, die verwendet wird, um die Klimawirkung verschiedener Treibhausgase zu vergleichen und zu kombinieren. Da verschiedene Treibhausgase unterschiedliche Wirkungen auf den Treibhauseffekt haben, werden ihre Emissionen oft in CO₂-Äquivalente umgerechnet, um eine einheitliche Messgröße zu erhalten. Die Umrechnung erfolgt auf der Grundlage des Treibhauspotenzials eines Gases im Vergleich zu Kohlendioxid (CO₂), das als Referenzgas dient und einen Treibhauspotenzialwert von 1 hat. Zum Beispiel hat Methan (CH₄) ein Treibhauspotenzial, das deutlich höher ist als das von CO₂, daher werden Methanemissionen in CO₂-Äquivalente umgerechnet, indem man die Menge an Methan mit seinem Treibhauspotenzial multipliziert.

6.3.3 Wiedervernässungspotenziale

Begriff	Beschreibung
Klimatische Wasserbilanz	Die klimatische Wasserbilanz ergibt sich aus der Differenz von Wassergewinn und -verlust in einem Gebiet für einen festgelegten Zeitraum. Wenn der Niederschlag größer ist als die Verdunstung, dann liegt eine positive Bilanz vor, wenn der Niederschlag geringer ist als die Verdunstung, dann liegt eine negative Bilanz vor.
hydrologisches Sommerhalbjahr	Das hydrologische Sommerhalbjahr bezieht sich auf den Zeitraum von Mai bis Oktober.
Reliefklassifikationsindex	Dieser Index wird verwendet, um die Reliefkomplexität eines Geländes zu bewerten. Er basiert auf der Analyse der Topographie eines Gebiets und kann als Maß für die relative Höhenunterschiede innerhalb eines gegebenen Geländes betrachtet werden. Niedrigere Werte weisen auf eine relative Senkenlage hin, höhere Werte auf eine Lage außerhalb jeglicher Senken. Die Berechnung basiert oft auf digitalen Geländemodellen oder weiteren topographischen Daten, die in GIS-Anwendungen verarbeitet werden.

Geomorphon-Landformen	Es handelt sich hierbei um ein Verfahren zur automatischen Klassifizierung und Kartierung von Landformen in digitalen Geländemodellen mithilfe von Geographischen Informationssystemen. Es wurde entwickelt, um Geländeformen auf der Grundlage von Topographie und Relief automatisch zu identifizieren und zu charakterisieren.. Die Landformen, die durch das Geomorphon-Verfahren identifiziert werden können, umfassen: – Flache Bereiche (flat): Gebiete mit relativ gleichmäßiger Oberfläche und geringen Höhenunterschieden. – Gipfel (peak): Die höchsten Punkte in einem Gelände. – Kämme (ridge): Langgestreckte Erhebungen, die die Höhenzüge zwischen zwei Tälern bilden. – Schultern (shoulder): Die Hangflächen zwischen den Gipfeln und den Tälern. – Sporne (spur): Schmale, längliche Erhebungen, die von einem Hauptkamm oder -rücken abzweigen. – Hänge (slope): Geneigte Oberflächen oder Abschnitte des Geländes. – Mulden (hollow): Vertiefungen oder Einsenkungen im Gelände. – Fußhänge (footslope): Bereiche am unteren Ende eines Hanges oder einer Anhöhe. – Talböden (valley): Flache Bereiche entlang von Tälern oder Flussbetten. – Gruben (pit): Vertiefungen oder Senken im Gelände, die tiefer als die umliegende Landschaft sind.
-----------------------	---

6.4 Kennzahlen für die Gemeinden

Verschiedene Kenngrößen für die vier Gemeinden sind separat in Anhang 1 aufgeführt.

6.5 Weitere Texte zur internen Verwendung

Intakte Moore sind mehr oder weniger klimaneutral, ihre Bilanz des klimarelevanten Gasaustausches ist langfristig ausgeglichen: Einerseits speichern sie über die CO₂-Aufnahme ihrer Vegetation, deren Biomasse über den Verrotungsprozess gebunden wird, langfristig Kohlenstoff und sind damit Kohlenstoffsinken. Andererseits emittieren auch natürliche Moore in geringem Maße das Treibhausgas Methan (CH₄). Die Entwässerung der Moore für die Nutzung der Flächen bewirkt, dass aus dem großen Kohlenstoffspeicher eine Quelle der Emissionen wird. Einerseits werden durch die Mineralisierung des entwässerten Torfs CO₂ und andererseits unter ungünstigen Umständen auch Lachgas (N₂O) freigesetzt. Sollen diese THG-Emissionen gestoppt werden, so kann dies nur über eine Anhebung der Wasserstände auf ein naturnahes Niveau erreicht werden. Dies bedeutet eine Anhebung des mittleren Wasserstandes von 10 cm unter bis gerade über Flur (TIE-MEYER et al. 2020).

Es können unterschiedliche Vernässungsvarianten und -nachfolgenutzungen unterschieden werden, die im Folgenden beschrieben sind.

6.5.1 Vernässung ohne Nutzung

Eine Vernässung mit Aufgabe der Nutzung hat eine erneute Moorentwicklung zum Ziel. Hierbei ist grundsätzlich die Entwicklung in eine hochmoorartige und eine niedermoorartige Richtung unterschieden.

Da der größte Anteil der Moorböden in den vier Gemeinden nicht nur entwässert ist, sondern zusätzlich einer landwirtschaftlichen Nutzung unterliegt, gehen die folgenden Betrachtungen von einer Vernässung landwirtschaftlich genutzter Standorte aus. Ungenutzte Moorstandorte, damit sind Degradationsstadien der natürlichen Vegetation und keine Brachen einer zwischenzeitlichen Nutzung gemeint, stellen hinsichtlich der Planung und Umsetzung einer Vernässung weitaus geringere Anforderungen.

Die nachfolgenden Abschnitte beziehen sich auf die Ausführungen in den GeoBerichten 45 (LBEG 2022) zur Renaturierung landwirtschaftlich genutzter Flächen.

6.5.1.1 Ziel der Hochmoorentwicklung

Bei einer Vernässung mit eben dem Ziel der Vernässung und dem weiterführenden Ziel der Hochmoorentwicklung von landwirtschaftlich genutzten Hochmoorstandorten ohne anschließende Nutzung können zwei grundsätzlich zu unterscheidende Ansätze durchgeführt werden:

(1) Direkte Vernässung

Bei der direkten Vernässung landwirtschaftlich genutzter Flächen wird die bestehende Kultur und der durch die Vornutzung veränderte Oberboden (Aufkalkung, Düngung, mechanische Bearbeitung) über längere Zeiträume im Jahresverlauf unter Wasser und somit in anaerobe Bedingungen gebracht. Damit werden i. d. R. höhere (dauerhafte) Methanemissionen auftreten und gleichzeitig die CO₂-Emissionen nicht vollständig gestoppt werden können (IPCC 2014, HUTT et al. 2020, 2021). Die Dauer dieser Prozesse, die im Wesentlichen durch die frische organische Masse und die Nährstoffanreicherung aus der Nutzung versorgt werden, ist nicht erforscht.

Die Vegetationsentwicklung führt auf diesen Flächen oftmals in Richtung einer Dominanz der Flatterbinse. Zwischen den Binsen aufkommende Torfmoose vermögen die Standortbedingungen langfristig zu versauern und den Binsenbestand lichter werden lassen. Allerdings handelt es sich in der Regel um Niedermoorarten wie das Gefranste Torfmoos (*Sphagnum fimbriatum*) oder Sumpf-Torfmoos (*Sphagnum palustre*), die besser mit den hohen Nährstoffversorgungen zurechtkommen. Diese Arten gehören auch nicht zu den torfakkumulierenden Torfmoos-Arten der Hochmoorbult-Gesellschaften (GAUDIG 2001). Eine Entwicklung in Richtung eines Übergangs- oder gar Hochmoores ist nur sehr langfristig auf diesen Standorten zu erwarten. Voraussetzung für eine Besiedlung mit Torfmoosen sind jedoch Quellpopulationen in der Nähe. Bei fehlenden Populationen kann eine Beimpfung mit Schlenkentorfmoosen (*Sphagnum cuspidatum*) in Betracht gezogen werden.

(2) Vernässung mit vorherigem Oberbodenabtrag (Hochmoorsanierung)

Mit dem Begriff der Hochmoorsanierung wird im Folgenden die Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Hochmoorstandorte mit dem Ziel einer möglichst kurzfristigen Moorentwicklung definiert. Der Begriff soll, in Abgrenzung zu den häufig genutzten Begriffen der Renaturierung und

Regeneration von naturnahen Sukzessionsstadien oder Abbauflächen, die darüberhinausgehenden erforderlichen Maßnahmen zur Beseitigung der erheblichen Vorbelastung der landwirtschaftlichen Vornutzung Folgendes verdeutlichen:

- Rückbau der Entwässerung (Gräben, Drainage)
- Entfernung der landwirtschaftlichen Vegetation
- Entfernung der Stoffeinträge (Nährstoffe, Kalk, Pflanzenschutzmittel) im Oberboden
- Entfernung des Samenpotenzials der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Beikräuter im Oberboden
- Wiederherstellung eines weitgehend ebenen Reliefs mit hochmoortypischen Wasserständen an oder knapp unter der Oberfläche

Um den Standort für die Entwicklung einer Hochmoorvegetation vorzubereiten, ist die Entfernung der landwirtschaftlichen Vegetation und der Abtrag des durch diese Nutzung überprägten Oberbodens erforderlich. Der Abtrag des landwirtschaftlichen Oberbodens führt zu einer deutlichen Reduzierung der Nährstoff- und Samenbelastung der Flächen (HUTH et al. 2019) und verbessert damit die Erfolgsaussicht der Renaturierung von Hochmoorbiotopen (ROSINSKI et al. 2021). Zugleich werden die bei der direkten Vernässung beschriebenen Methan-Emissionen fast vollständig vermieden (HUTH et al. 2020).

Die Tiefe des Abtrags lässt sich nicht pauschal als Vorgabe festlegen, sondern wird durch verschiedene flächenspezifische Parameter bedingt:

- Oberflächenrelief,
- Stratigraphie,
- Dräntiefe,
- Hydrologie,
- Leitbild.

Beim Oberbodenabtrag kann nicht immer das gesamte Material in den Dammbau und das Schließen vorhandener Gräben eingebracht werden. Dies kann z.B. im Landschaftsbau zur Bodenverbesserung in der Landwirtschaft auf armen Standorten oder durch die Erden- und Substratindustrie geschehen, was im Zuge der Genehmigungsverfahren transparent zu kommunizieren und zu bilanzieren wäre. Wird zum Zwecke der Hochmoorrenaturierung mehr Oberboden abgetragen, als auf der Fläche verbaut werden kann, muss der Überschuss, der von der Fläche entfernt wird, als einmalige CO₂-Emission in die Klimawirkung der Projektfläche einfließen. Die Bewertung der Klimabilanz hängt dann maßgeblich von drei Faktoren ab: (1) Wie viel Oberboden wird von der Fläche abgetragen, (2) wie schnell wird der im Oberboden gespeicherte Kohlenstoff abgebaut und (3) wie klimawirksam wäre die Vernässung ohne Abtrag des Oberbodens. Dazu kommt auch die Frage, inwieweit der abgetragene Oberboden an anderer Stelle dergestalt verbaut werden kann, dass die o. a. vollständige Zersetzung nicht zum Tragen kommt. Aus klimatischer Sicht sollte für die Renaturierung von Hochmoorbiotopen nach landwirtschaftlicher Nutzung daher höchstens so viel Oberboden abgetragen werden, wie nötig ist, um günstige Ausgangsbedingungen für eine beschleunigte hochmoortypische, torfmoosdominierte Vegetationsentwicklung zu schaffen.

6.5.1.2 Vernässung mit dem Ziel der Niedermoorentwicklung

Bei einer Vernässung auf Niedermoortorfen stehen die Nährstoffe aus der landwirtschaftlichen Vornutzung der Standorte einer angestrebten Vegetationsentwicklung nicht grundsätzlich entgegen. Durch den Grundwasseranschluss tolerieren Pflanzengesellschaften der Niedermoore im Vergleich zur Hochmoorvegetation deutlich höhere pH-Werte und eine höhere Nährstoffversorgung.

Gleichwohl ist die Spanne eingenommener Standorte innerhalb der Niedermoore deutlich größer, im Übergang zur Hochmoorentwicklung nähern sie sich hinsichtlich Basen- und Nährstoffarmut den Hochmooren an.

Um die Methan- und Lachgas-Emissionen zu minimieren und zugleich die im Niedermoor ggf. noch vorhandene Samenbank zu aktivieren, ist eine Aushagerung der Standorte und ein Mulchen / Aufreißen der Grasnarbe vor Beginn der Vernässung anzuraten. Auch eine Beimpfung mit Torfmoosen (z.B. Sumpf-Torfmoos) oder Gefäßpflanzen des Niedermoors (z.B. Seggen) ist für eine Entwicklung der Fläche förderlich.

Ein Abtrag des landwirtschaftlichen Oberbodens bis auf den gewachsenen Torf ist für die Gewinnung des notwendigen Baumaterials für Verwallungen und Grabenschlüsse gegenüber einer punktuellen Entnahme zu bevorzugen. Dies dient der Einebnung der Fläche und somit der Einstellung homogener Wasserstände und unterstützt zugleich die Vegetationsentwicklung in Richtung des Leitbildes.

6.5.2 Vernässung mit Nutzung

6.5.2.1 Paludikultur

Unter Paludikultur wird die torferhaltende Bewirtschaftung einer vollvernässten Fläche mit einem mittleren Wasserstand von 10 cm unter bis über Flur mit angebauten angepassten Gewächsen (Anbau-Paludikultur) oder die Nutzung von Spontanaufwuchs (Aufwuchs-Paludikultur, Nasswiesennutzung) verstanden. Bei Anbau-Paludikulturen werden auf Niedermoorstandorten z.B. Rohrkolben, Schilf oder Erlen angebaut, auf nährstoffärmeren Hochmoorstandorten kommen v.a. Torfmoose oder Sonnentau in Frage.

Die Maßnahmen zur Flächeneinrichtung (vgl. NORDT et al. 2022) umfassen Maßnahmen zum Wasserrückhalt durch Verschluss vorhandener Gräben, der Kappung bestehender Drainagen, dem Errichten von Verwallungen und der Einrichtung von einer Infrastruktur zum Wassermanagement. Für das Wassermanagement müssen Bewässerungsgruppen gezogen, Rohrleitung gelegt und regelbare Überläufe eingebaut werden. Bei der Anlage von Torfmoos-Paludikulturen reicht ein Fräsen oder Grubbern zur Bestandsbegründung nicht aus, hier muss der aufgedüngte Oberboden (vgl. Kapitel 6.5.1.1) entfernt werden.

Für eine mögliche Suchkulisse können folgende Kriterien fachlich empfohlen werden:

- Torfmächtigkeit von mindestens 80 cm
- Flächengröße > 10 Hektar
- Lage außerhalb von Naturschutzgebieten
- Lage außerhalb von FFH-Gebieten
- Lage außerhalb von der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes
- Lage außerhalb von gesetzlich geschützten Biotopen
- Lage außerhalb der Vorranggebiete
 - Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung
 - Biotopverbund
 - historische Kulturlandschaften und Landschaften mit herausragenden archäologischen Denkmälern

Eine ausreichende Torfmächtigkeit ist für die Flächeneinrichtung notwendig, da zum einen die Grasnarbe entfernt werden muss und dann noch Material für eine Verwallung der Fläche vorhanden sein muss. Die Lage außerhalb von Schutzgebieten ist zu empfehlen, um Konflikte mit

den Schutzzwecken der Schutzgebiete zu vermeiden. Erst ab einer ausreichenden Größe ist eine Anbau-Paludikultur wirtschaftlich sinnvoll, NORDT et al (2022) nennen hierfür 10 Hektar.

Für eine Umsetzung von Anbau-Paludikulturen in einem wirtschaftlich relevanten Maßstab fehlen in Niedersachsen bislang die Erfahrungen. Diese beschränken sich auf Pilotprojekte und Forschungsvorhaben. Neben sich nur langsam entwickelnden Absatzmärkten ist ein erschwerender Faktor, dass bei der Anlage von Anbau-Paludikulturen auf Grünland die Einholung einer Genehmigung zur Umwidmung von Dauergrünland in eine Dauerkultur notwendig ist. Es besteht die Pflicht, eine Ersatzfläche zu schaffen. Dies behindert bislang die flächige Umstellung der landwirtschaftlichen Nutzung auf Anbau-Paludikulturen. Gleichwohl schlagen DVL & GMC (2021) vor, dass Genehmigungsbehörden bestehende allgemeine Ausnahmeregelungen wie das öffentliche Interesse im Hinblick auf die Minderung von THG-Emissionen nutzen können.

6.5.2.2 Photovoltaik mit Vernässung des Moorstandortes

Die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) auf entwässerten und landwirtschaftlich genutzten Moorböden ist seit Januar 2023 förderfähig, vorausgesetzt die Moorböden werden dauerhaft wiedervernässt. Seitdem ist ein steigendes Interesse an dieser Nutzung zu verzeichnen.

Die Kombination aus der Errichtung von PV-FFA auf wiedervernässten Moorböden bietet mehrere positive Beiträge zum Klimaschutz: Solarenergie kann regenerative Energie erzeugen und die Nutzung fossiler Energieträger vermeiden, während gleichzeitig der Ausstoß von CO₂ aus dem entwässerten Moor durch die Wiedervernässung verringert wird. Im Hinblick auf den wirtschaftlichen Aspekt können durch PV-FFA Flächen vollvernässt werden, die auf anderem Wege nicht erreichbar und vernässbar wären.

Für eine mögliche Suchkulisse können folgende Kriterien fachlich empfohlen werden:

- Torfmächtigkeit von mindestens 80 cm
- Torfmächtigkeit von maximal 3 m
- Lage außerhalb von Naturschutzgebieten
- Lage außerhalb von FFH-Gebieten
- Lage außerhalb von der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes
- Lage außerhalb von gesetzlich geschützten Biotopen
- Lage außerhalb der Vorranggebiete
 - Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung
 - Biotopverbund
 - historische Kulturlandschaften und Landschaften mit herausragenden archäologischen Denkmälern

Einerseits ist eine Mindesttorfmächtigkeit zur vertikalen Abdichtung und auch zur Verwendung als Baumaterial für die Vernässungseinrichtungen wie etwa Verwallungen wichtig. Andererseits stellen zu hohe Torfmächtigkeiten auch eine Herausforderung dar: Aufgrund des steigenden Materialbedarfs für die Gründung bis in den mineralischen Untergrund hinein ist die Wirtschaftlichkeit bei sehr großen Torfmächtigkeiten fraglich. Die Lage außerhalb von Schutzgebieten ist zu empfehlen, um Konflikte mit den Schutzzwecken der Schutzgebiete zu vermeiden. Die aufgeführten Vorranggebiete stehen in potenziellem Konflikt mit der Installation von PV-FFA auf wiederzuvernässenden Moorflächen.

Vor der unmittelbaren Planungsphase bedarf es der Erfassung der hydrogeologischen Voraussetzungen für eine Wiedervernässung. In einer Machbarkeitsstudie sind daher die Erfolgsaussichten, erforderliche Maßnahmen sowie etwaige Auswirkungen auf angrenzende Flächen zu betrachten.

Bei der Planung und Errichtung von PV-FFA auf Moorböden müssen dann mehrere Aspekte berücksichtigt werden (vgl. GMC 2022): (1) Die baulichen Maßnahmen zur Flächeneinrichtung müssen bodenschonend und torferhaltend sein, um Stauschichten im Torf selbst oder an der Moorbasis nicht zu zerstören. Eine bodenkundliche Baubegleitung ist hierbei sinnvoll. (2) Eine flächendeckende, torfbildende Vegetation kann einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Daher kann eine Beimpfung z.B. mit Torfmoosen eine sinnvolle Ergänzung sein. Die Gestaltung der Anlage muss dann so erfolgen, dass ausreichend Licht den Boden erreicht, unter anderem durch die Wahl der Aufständerrhöhe, Reihenabstände und Anordnung. (3) Die Wartung der Anlagen und die Rückbaubarkeit müssen von Anfang an mitgeplant werden. (4) Das Material der Anlagen muss auf dauerhaft nasse Bedingungen und auf Hochmoorstandorten auch auf saures Milieu ausgelegt und vor Korrosion geschützt sein.

6.5.3 Vernässung mit Pflege

Bei der Pflegenutzung steht nicht die wirtschaftliche Verwertung des Aufwuchses im Vordergrund, sondern die Nutzung aus Naturschutzgründen.

Innerhalb der Kulisse des Wiesenvogelschutzprogrammes hat der Schutz der Wiesenlimikolen eine hohe Bedeutung. In diesen Bereichen ist eine flächige Vollvernässung mit Nutzungsaufgabe nicht ohne weiteres möglich, da andernfalls Bruthabitate beeinträchtigt werden und die Vegetationsstrukturen u.U. zu hochwüchsig werden. In diesen Gebieten sind sich daher Teilvernässungsmaßnahmen sinnvoll.

Eine extensive, nasse Nutzung kann über Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen zur Verbesserung der Biodiversität (AUKM) gefördert werden. Eine Teilvernässung kann beispielsweise mit der Fördermaßnahme BK 1 (Moorschonender Einstau) gefördert werden.

7 Literatur

- Bechtold, M., Tiemeyer, B., Laggner, A., Leppelt, T., Frahm, E. & Belting, S. (2014): Large-scale regionalization of water table depth in peatlands optimized for greenhouse gas emission upscaling. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 18, 3319–3339. doi:10.5194/hess-18-3319-2014
- Blankenburg, J. (2004): Praktische Hinweise zur optimalen Wiedervernässung von Torfabbauflächen. DOI: 10.48476/geofakt_14_1_2004
- Bock, M., Böhner, J., Conrad, O., Köthe, R. & A. Ringeler (2007): Methods for creating Functional Soil Databases and applying Digital Soil Mapping with SAGA GIS. - In: Hengl, T. et al. (Eds.) Status and prospect of soil information in south-eastern Europe: soil databases, projects and applications. - EUR 22646 EN, 149-163, Scientific and Technical Research series, Office for Official Publications of the European Communities; Luxemburg.
- Conrad, O. (2002): Module Vertical Distance to Channel Network. Online unter: https://saga-gis.sourceforge.io/saga_tool_doc/2.1.3/ta_channels_3.html
- Deutscher Verband für Landschaftspflege & Greifswald Moor Centrum (2021): Informationspapier zu Vorgaben zum Grünlanderhalt bei der Umstellung auf Paludikultur. 9 S. Online unter: https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2021_GMC_DVL_Vorgaben%20zum%20Gr%C3%BCnlanderhalt%20bei%20der%20Umstellung%20auf%20Paludikultur.pdf
- Drachenfels, O. v. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2023. – Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachs. Heft A/4, 336 S. ISSN: 0933-1247
- Gaudig, G. (2001): Literaturstudie über Sphagnum als nachwachsender Rohstoff. Online unter: https://www.moorwissen.de/files/doc/Projekte%20und%20Praxis/Literaturstudie/Gaudig%202001_Sphagnum%20Literaturstudie.pdf
- Goebel, W. (Bearb.) (1996): Klassifikation überwiegend grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen. – Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK) 112: 492 S.
- Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion) (2022): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. *GeoBerichte* 45: 117 S. - Hannover 2022. DOI: 10.48476/geober_45_2022
- Greifswald Moor Centrum (2022): Informationspapier des Greifswald Moor Centrum zu Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden. 6 S. Online unter: https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/Positionspapier_PV-auf-Moor_fin.pdf
- Hofer, B., Wreesmann, H., Huth, V., Bartel, A. & G. Jurasinski (2022): Renaturierung landwirtschaftlich genutzter Flächen. *GeoBerichte* 45: 59-73. DOI: 10.48476/geober_45_2022
- Höper, H. (2022): Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen. – *Geofakten* 38: 23 S. DOI: 10.48476/geofakt_38_1_2022
- Höper, H. (2024): Landesweite Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie aus der Torfproduktion und -gewinnung in Niedersachsen. – *Geofakten* 45: 17 S. DOI: 10.48476/geofakt_45_1_2024

- Huth, V., Bartel, A., Günther, A., Heinze, S., Hofer, B., Jantz, N., Rosinski, E., Rudolph, J., Schikora, H.-B., Söchting, H.-P., Ullrich, K., Jurasinski, G. (2019): Feldversuch „OptiMoor“ – Erprobung und Entwicklung der Optimierung von Hochmoorsanierung auf landwirtschaftlich genutzten Standorten. – TELMA 49.
- Huth, V., Günther, A., Bartel, A., Gutekunst, C., Heinze, S., Hofer, B., Jacobs, O., Koebsch, F., Rosinski, E., Tonn, C., Ullrich, K. & G. Jurasinski, G. (2021): The climate benefits of topsoil removal and Sphagnum introduction in raised bog restoration. – Restoration Ecology 30 (1).
- Huth, V., Günther, A., Bartel, A., Hofer, B., Jacobs, O., Jantz, N., Meister, M., Rosinski, E., Urich, T., Weil, M., Zak, D. & G. Jurasinski (2020): Topsoil removal reduced in-situ methane emissions in a temperate rewetted bog grassland by a hundredfold. – Science of The Total Environment 721: Art. 137763.
- Jasiewicz, J. & T. F. Stepinski (2013): Geomorphons – A Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms. *Geomorphology*, 182, 147-156. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.11.005
- Koppensteiner, W., Wegmann, J., Ischebeck, M., Laggner, A. & B. Tiemeyer: Ermittlung von Potenzialgebieten für Moorschutzmaßnahmen in Deutschland. *Natur und Landschaft* 98: 94–103. DOI: 10.19217/NuL2023-03-01
- Möller A. & A. Kennepohl (2013): Datenbank „Corg_Datensatz_qualitätsgesichert“ Extrakt aus der NIBIS-Datenbank Stand Mitte 2013. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. Unveröffentlicht.
- Möller A. & A. Kennepohl (2014): Abschätzung von CO₂-Emissionen und -Retentionen durch Landnutzungsänderungen anhand regionalisierter Kohlenstoffvorräte auf landwirtschaftlich genutzten Böden Niedersachsens. *GeoBerichte* 27: 1 – 79.
- Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2023): Wiesenvogelschutzprogramm Kulisse (Niedersächsischer Weg). Online unter: https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Download_OE/Naturschutz/Wiesenvogelschutzprogramm.zip
- Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (1994): Naturschutzfachliche Bewertung der Hochmoore. 24 S.
- Nitsch, H. & J. Schramek (2021): Grundlagen für eine Moorschutzstrategie der Bundesregierung. Endbericht. Endbericht zum gleichnamigen F+E-Vorhaben (FKZ: 3519 800 300). Frankfurt am Main 2021.
- Nordt, A., Abel, S., Hirschelmann, S., Lechtape, C. & J. Neubert (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 05/2022: 144 S.
- Rasper, M. (2004): Hinweise zur Berücksichtigung von Naturschutz und Landschaftspflege bei Grundwasserentnahmen. – Informationsdienst Naturschutz Nds. 4/2004: 199–230.
- Rosinski, E., Bartel, A., Günther, A., Heinze, S., Hofer, B., Jurasinski, G., Söchting, H.-P., Ullrich, K. & V. Huth, V. (2021): Wiederherstellung von Hochmoorbiotopen nach intensiver Grünlandnutzung - drei Jahre Vegetationsentwicklung im Feldversuch OptiMoor. – *Natur und Landschaft*
- Schäfer W. (2002): Bodenphysikalische Eigenschaften von Torfen niedersächsischer Moorböden unter Berücksichtigung ihrer Pedogenese. *Arbeitshefte Boden* 2002/3: 59 – 75.
- Schneekloth H. & J. Tüxen (1975): Die Moore in Niedersachsen - Teil 4: Bereich des Blattes Bremerhaven der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 198 S.

- Schneekloth H. & S. Schneider (1970): Die Moore in Niedersachsen - Teil 1: Bereich des Blattes Hannover der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 60 S.
- Schneekloth H. & S. Schneider (1972): Die Moore in Niedersachsen - Teil 3: Bereich des Blattes Bielefeld der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 96 S.
- Schneekloth H. (1981): Die Moore in Niedersachsen - Teil 7: Bereich der Blätter Neumünster, Helgoland, Emden und Lingen der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 96 S.
- Schneekloth, H. & J. Tüxen (1978): Die Moore in Niedersachsen - Teil 5: Bereich des Blattes Hamburg-West der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200.000). – Göttingen: 220 S.
- Schneekloth, H. & J. Tüxen (1979): Die Moore in Niedersachsen - Teil 6: Bereich des Blattes Hamburg-Ost der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1 : 200.000). – Göttingen: 92 S.
- Schneekloth, H., Jensen, U. & H.-J. Beug (1983): Die Moore in Niedersachsen - Teil 8: Bereich der Blätter Kassel und Goslar der Geologischen Karte der Bundesrepublik Deutschland (1:200 000). Göttingen: 88 S.
- Ssymank, A., Ullrich, K., Vischer-Leopold, M., Belting, S., Bernotat, D., Bretschneider, A., Rückriem, C. & Schiefelbein, U. (2015): Handlungsleitfaden „Moorschutz und Natura 2000“ für die Durchführung von Moorrevitalisierungsprojekten. Online unter: https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-11/Handlungsleitfaden_Moorschutz_und_Natura-2000_Ssymank_et_al_2015_.pdf
- Stegink-Hindrichs, L., Höper, H. & M. Graf: Hydrologische Kernprozesse von Hochmooren. In: Graf, M., Höper, H. & K. Hauck-Bramsiepe (Redaktion): Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen. GeoBerichte 45: 13–20. DOI: 10.48476/geober_45_2022
- Tiemeyer B., Bechtold M., Belting, S., Freibauer, A., Förster, C., Schubert, E., Dettmann, U., Frank, S., Fuchs, D., Gelbrecht, J., Jeuther, B., Laggner, A., Rosinski, E., Leiber-Sauheitl, K., Sachtleben, J., Zak, D. & M. Drösler (2017): Moorschutz in Deutschland – Optimierung des Moormanagements in Hinblick auf den Schutz der Biodiversität und der Ökosystemleistungen. Bewertungsinstrumente und Erhebung von Indikatoren. BfN-Skripten 462: 319 S.. DOI: 10.19217/skr462
- Tiemeyer, B., Freibauer, A., Albiac Borraz, E., Augustin, J., Bechtold, M., Beetz, S., Beyer, C., Ebli, M., Eickenscheidt, T., Fiedler, S., Förster, C., Gensior, A., Giebels, M., Glatzel, S., Hoffmann, M., Heinichen, J., Höper, H., Jurasinski, G., Laggner, A., Leiber-Sauheitl, Peichl-Brak, M. & M. Drösler (2020): A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: Data synthesis, derivation and application. – Ecological Indicators 109, Artikel 105838. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105838
- Umweltkarten Niedersachsen (2023): Moorbiotop – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten – und Naturschutz (NLWKN). Online unter: <https://mooris-niedersachsen.de/?pgId=1306>
- Wreesmann, H. & H. Höper (2022): Voraussetzungen und Herausforderungen in der Umsetzung. GeoBerichte 45: 100–105. DOI: 10.48476/geober_45_2022



8 Anhang

Anhang 1: Steckbriefe für die Gemeinden

Anhang 2: Karten

- Karte 1: Bohrprofile
- Karte 2: Bodenkategorien des Suchraums
- Karte 3: Treibhausgas-Emissionen
- Karte 4: Bewertung der Torfmächtigkeit
- Karte 5: Bewertung der klimatische Wasserbilanz
- Karte 6: Bewertung der Lage hinsichtlich Vorfluterniveau
- Karte 7: Bewertung der Höhenunterschiede
- Karte 8: Bewertung der Relieflage
- Karte 9: Bewertung der Standorteigenschaften
- Karte 10: Bewertung der Flächen der öffentlichen Hand
- Karte 11: Bewertung der Lage in Schutzgebieten
- Karte 12: Bewertung der Flächengröße
- Karte 13: Bewertung der Flächenzuschnitts
- Karte 14: Bewertung der Nutzungsintensität
- Karte 15: Bewertung des Siedlungsabstands
- Karte 16: Bewertung der Umsetzbarkeit
- Karte 17: Schwarztorfmächtigkeit

Anhang 3: Erläuterungen der Shapefiles

Steckbrief – Rastede

Flächengröße und -anteil der Moorbodenkategorien

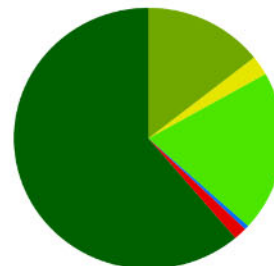
nach der Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz (BHK50ks)

Hoch- und Niedermoor: 4.311 ha

Flächengröße und -anteil der Moorbodenkategorien

nach ergänzenden bodenkundlichen Untersuchungen vor Ort

■ Hochmoor:	2.390 ha	61 %
■ Niedermoor:	778 ha	20 %
■ unbestätigter Moorboden:	561 ha	14 %
■ Torfabbau:	0 ha	- %
■ Moorgley:	21 ha	< 1 %
■ Sanddeckkultur:	96 ha	2 %
■ kein Torf:	62 ha	2 %



Summe der Moorböden im weiteren Sinne (Hochmoor, Niedermoor, Torfabbau, unbestätigter Moorboden)	3.729 ha
Verlust gegenüber BHK50ks	530 ha
Anteil der Moorböden im weiteren Sinne an der Gemeindefläche	26 %
Hektar unbestätigter Moorflächen ohne Wald, davon mit KI höchstwahrscheinlich bestätigt	521 ha 422 ha

Stratigraphische Kennwerte der bodenkundlichen Untersuchungen

Mächtigkeit (m)	Hochmoorböden in m									
	Gesamt		Hochmoortorf		Oberboden		Weißtorf		Schwarztorf	
	Ø 2,55	Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	
		1,38	3,75	0,16	0,45	0,78	3,12	0,44	2,05	
	max. 4,67	Niedermoortorf				gering zersetzt		hoch zersetzt		
		Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	
		1,10	3,68			0,38	2,33	0,72	2,92	
	Niedermoorböden in m									
	Niedermoortorf (gesamt)			Oberboden		gering zersetzt		hoch zersetzt		
		Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	Ø	max.	
	1,03	3,10	0,22	0,47	0,24	2,52	0,57	2,49		

Kohlenstoffspeicher der Hoch- und Niedermoorböden

Hochmoor	Vol. m³	C in t	Niedermoor	Vol. m³	C in t
Oberboden:	3.863.348	463.601	Oberboden:	1.626.119	195.134
Weißtorf:	22.616.809	1.130.840	gering zersetzt:	2.704.742	216.379
Schwarztorf:	10.770.447	646.226	hoch zersetzt:	4.708.260	376.660
Niedermoortorf:	24.044.489	961.779	gesamt:	9.039.121	788.173
gesamt:	61.295.093	3.202.446			

Treibhausgas-Emissionen der Moorböden im weiteren Sinne

Ø 33,13 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	123.576 t CO ₂ -Äq. a ⁻¹	
■ < 5 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	131 ha	4 %
■ 5 – 10 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	2 ha	< 1 %
■ 10 – 15 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	18 ha	< 1 %
■ 15 – 20 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	109 ha	3 %
■ 20 – 25 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	789 ha	21 %
■ 25 – 30 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	204 ha	5 %
■ > 30 t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹	2.477 ha	66 %

