

Auswertekarten zum Landschaftsprogramm Bremerhaven

2014/ 2015



Im Auftrag des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr
Ansgaritorstraße 2
28195 Bremen

Prof. Dr. Joachim Blankenburg
Dipl.-Ing. Jörg Grützmann
Leobener Str. 8, 28359 Bremen
05.12.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Auftrag	6
3	Bodenkundliche Basisdaten	6
3.1	Bodenaufnahmen	7
3.2	Bodenkarte	7
3.3	Bodenklassen	8
4	Grundwasser	11
4.1	Grundwasserneubildung	11
4.2	Grundwassergleichen	17
4.3	Grundwasserprognosen	19
4.4	Tideeinflussbereich und Chloridkonzentrationen	23
5	Bodenfunktionen	25
5.1	Natürliche Ertragsfähigkeit	25
5.2	Bodenkundliche Feuchte	28
5.3	Nitratauswaschungsgefahr	32
5.4	Pflanzenverfügbares Bodenwasser	34
5.5	Bindungsstärke des Oberbodens für Schwermetalle	36
5.6	Kühlungsfunktion der Böden	37
5.7	Befahrbarkeit	39
5.8	Archivfunktion	41
5.8.1	Seltene Böden	41
5.8.2	Kulturhistorische Böden	43
6	Gesamtbewertung der Bodenfunktionen	45
7	Organische Böden	47
7.1	Moorverbreitung	47
7.2	Kohlenstoffvorräte	49
8	Potential für Regenwasserversickerung	50
8.1	Auswertemethode	50
8.2	Kartenerstellung	51
8.3	Legendeneinheiten	51
9	Geotope, alte Deiche und weitere Bauwerke und Wurten auf der Luneplate	53
9.1	Geotope	55
9.1.1	Fehrmoor	55
9.1.2	Alte Geesteschleife (Ackmann)	57
9.1.3	Geestrand Reinkenheide	58
9.1.4	Findling am Schiffahrtsmuseum	61
9.1.5	Rohniederung	62
9.1.6	Brackwasserwatt zwischen Weser und Nordsee	63

9.1.7 Tidepolder Luneplate	65
9.2 Alte Deiche und weitere Bauwerke	66
9.2.1 Höchster Punkt in Bremerhaven (Landschaftsbauwerk Cher- bourger Straße)	66
9.2.2 Jedutenberg	67
9.2.3 Deichrest alter Lunedeich	69
9.2.4 Deichreste auf der Luneplate	69
9.3 Wurten auf der Luneplate	71
10 Verwendete Unterlagen	72

Abbildungsverzeichnis

1 Ergänzende Bohrungen im Ahnthammsmoor 2016	7
2 Aktualisierte Bodenkarte 2019	8
3 Legende der aktualisierte Bodenkarte 2019	9
4 Bodenklassen auf Basis der Bodenkundlichen Karten	10
5 Grundwasserneubildung (mm/Jahr) auf Basis gemessener Klima- daten 1970 bis 2010	12
6 Grundwasserneubildung (mm/Jahr) auf Basis berechneter Klima- daten 1981 bis 2010	13
7 Grundwasserneubildung (mm/Jahr) auf Basis berechneter Klima- daten 2010 bis 2040	14
8 Grundwasserneubildung (mm/Jahr) auf Basis berechneter Klima- daten 2040 bis 2070	15
9 Grundwasserneubildung (mm/Jahr) auf Basis berechneter Klima- daten 2070 bis 2100	16
10 Grundwassergleichenplan (mNN) zusammen mit einer Rasterdar- stellung, Grundwasserstände vom Frühjahr 2014	18
11 Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2040 im Vergleich zur aktuellen Situation	20
12 Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2070 im Vergleich zur aktuellen Situation	21
13 Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2100 im Vergleich zur aktuellen Situation	22
14 Chloridgehalte größer 2500 mg/L und maximale Reichweite des Tideeinflusses	24
15 Ertragspotential der als Ackerland und Grünland ausgewiesenen Flächen (ALK_021_A)	26
16 Ertragspotential für alle Flächen, bei den in Abb. 15 fehlenden Flächen wurden Werte aus benachbarten Flächen oder von ver- gleichbaren Bodentypen abgeleitet	27
17 Bodenkundliche Feuchtestufen Winter/Sommer	30
18 Bodenkundliche sommerliche Feuchtestufen	31
19 Austauschhäufigkeit des Bodenwassers	33
20 Pflanzenverfügbares Bodenwasser (mm) (WPFL)	35
21 Bindungsstärke für Cadmium im Oberboden	36

22	Bodenfunktionen und Klima (Umweltbundesamt, 2013)	37
23	Böden mit hoher und sehr hoher Kühlleistung	38
24	Potentielle Verdichtungsempfindlichkeit der Mineralböden	40
25	Seltene Böden	42
26	Eschböden	44
27	Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen	46
28	Moorverbreitung mit einer Torfmächtigkeit von größer 0,8 m und größer 1,3 m	48
29	Organische Böden mit mehr als 8 % Humus	49
30	Möglichkeiten zur Versickerung von Regenwasser unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit der Böden für Wasser und der Grundwasserstände	52
31	Geotope, alte Deichreste, Wurten und weitere anthropogene Bauwerke	54
32	Torfmoose im Fehrmoor	55
33	Moorlilien im Fehrmoor	56
34	Durch Bäume markierte alte Geesteschleife	57
35	Digitales Geländemodell von Bremerhaven, 25 m Raster aus DGM5 erstellt, Daten vom Vermessungs- und Katasteramt)	58
36	Digitales Geländemodell von Bremerhaven, 25 m Raster aus DGM5 erstellt, Daten vom Vermessungs- und Katasteramt, Schraffur gleich Geestbereiche höher als 4 mNN)	59
37	Rand der Geest bei Reinkenheide	60
38	Findling am Schifffahrtsmuseum	61
39	Rohniederung	62
40	Wattbereich	64
41	Tidepolder auf der Luneplate	65
42	Landschaftsbauwerk - höchster Punkt Bremerhavens	66
43	Jedutenberg (Blick von Westen)	68
44	Alter Deich am Lunesiel	69
45	Alte Deiche auf der Luneplate und Deichrest an der Lune	70
46	Wurten auf der Luneplate, ehem. bewohnte rot umkreist	71

Tabellenverzeichnis

1	Grundwasserneubildung (mm/Jahr) bei unterschiedlichen GROWA-Szenarien	11
2	Stufen der Acker-/Grünlandzahlen	25
3	Bodenkundliche Feuchtestufen und Nutzungeignung	29
4	Stufen der Austauschhäufigkeiten des Bodenwassers	32
5	Gruppierung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers	34
6	Seltene Böden in Bremen (Land)	41
7	Zusammenfassung der bewerteten Teilfunktionen zur einer Gesamtbewertung für Böden außerhalb von Siedlungsräume, verändert nach (Engel, 2013)	45
8	Eignung der Regenwasserversickerung abhängig von den Kf-Werten	50

1 Einleitung

Das Landschaftsprogramm für Bremerhaven wird neu aufgestellt. Bodenkundliche, hydrogeologische und geologische Informationen können durch den Geologischen Dienst für Bremen (GDfB) bereit gestellt werden.

2 Auftrag

Am 12.5.2016 wurde der Geologische Dienst für Bremen mit der Erstellung von Auswertekarten für das neu zu erstellende Landschaftsprogramm Bremerhaven beauftragt. Es sind folgende Karten zu erstellen:

1. Grundwasserneubildung
2. Grundwassergleichen
3. Bodenklassen
4. Natürliche Ertragsfähigkeit
5. Bodenkundliche Feuchte
6. Kohlenstoffvorräte
7. Moorverbreitung
8. Nitratauswaschungsgefahr
9. Retentionswirkung für Schadstoffe und für Wasser
10. Seltene Böden
11. Kulturhistorische Böden
12. Geotope
13. Potential für Regenwasserversickerung

Bei der Besprechung am 27.9.16 wurde als Ergänzungen festgelegt: Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen und Aufnahme von weiteren geomorphologischen Strukturen. Vor Orts sind einige ergänzende Bodenaufnahmen, hier im Ahnthammsmoor, erforderlich. Die Auswertekarten werden als Shape-Dateien zur Verfügung gestellt und die Auswertungsschritte als in einer Word-Datei dokumentiert.

3 Bodenkundliche Basisdaten

Die bodenkundlichen Auswertungen nutzen die Bodenkarte als Grundlage. Es werden nur die Flächen außerhalb des Siedlungsraumes bewertet, ergänzende Bohrungen wurden im Ahnthammsmoor durchgeführt.

3.1 Bodenaufnahmen

Nach einer ersten Vorortbesichtigung wurden im Ahnthammsmoor insgesamt 12 Bohrungen von Hand erstellt. Es galt hier insbesondere die Veränderungen im Profilaufbau durch die Auffüllungsmaßnahmen durch den Autobahnbau in den Anfang der 1970er Jahre zu erfassen. Die Bohrpunkte sind in dem Kartenausschnitt dargestellt (Abb. 1).

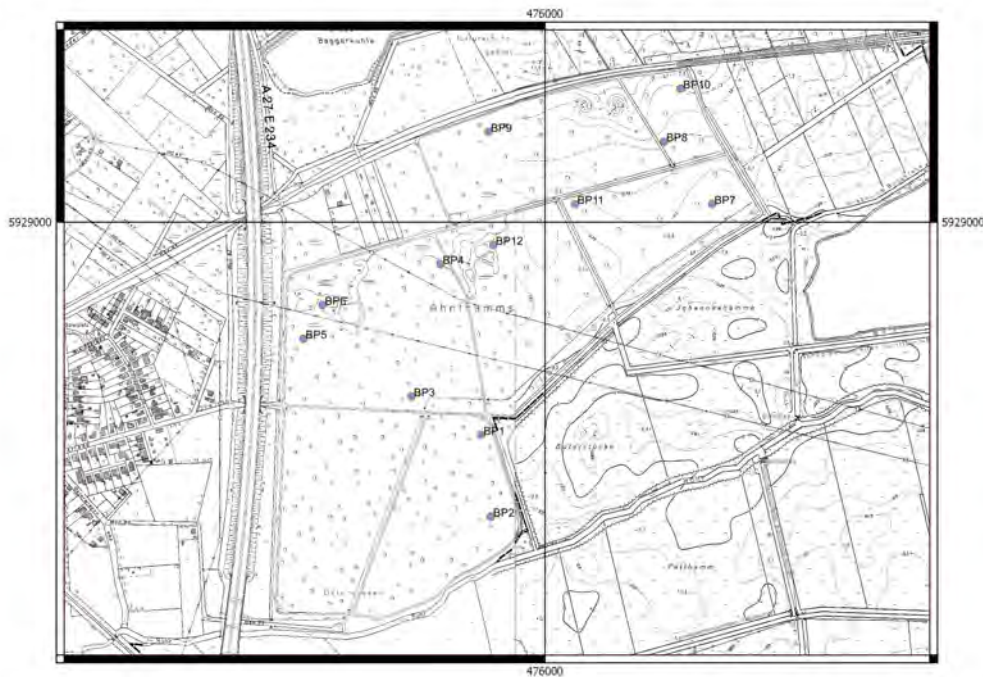


Abb. 1: Ergänzende Bohrungen im Ahnthammsmoor 2016

3.2 Bodenkarte

Die bisherige digitale Bodenkarte von Bremerhaven wurde für den Bereich des Ahnthammsmoores und der Luneplate überarbeitet. Im weiteren Stadtgebiet erfolgten Korrekturen und Überarbeitungen. Die aktuelle Karte ist in Abb. 2 dargestellt. Die Legende ist in Abb. 3 beigelegt (Spalte BOTYP_KL in Bodenkarte_201911.shp, Layer: Bodenkarte.lyr).

3.3 Bodenklassen

Als Übersicht sind die Bodentypen in den Klassen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung dargestellt (Abb. 4)

(Shape-Datei: Spalte Bodenklass in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: Bodentypen_Klassen_20191128.lyr).

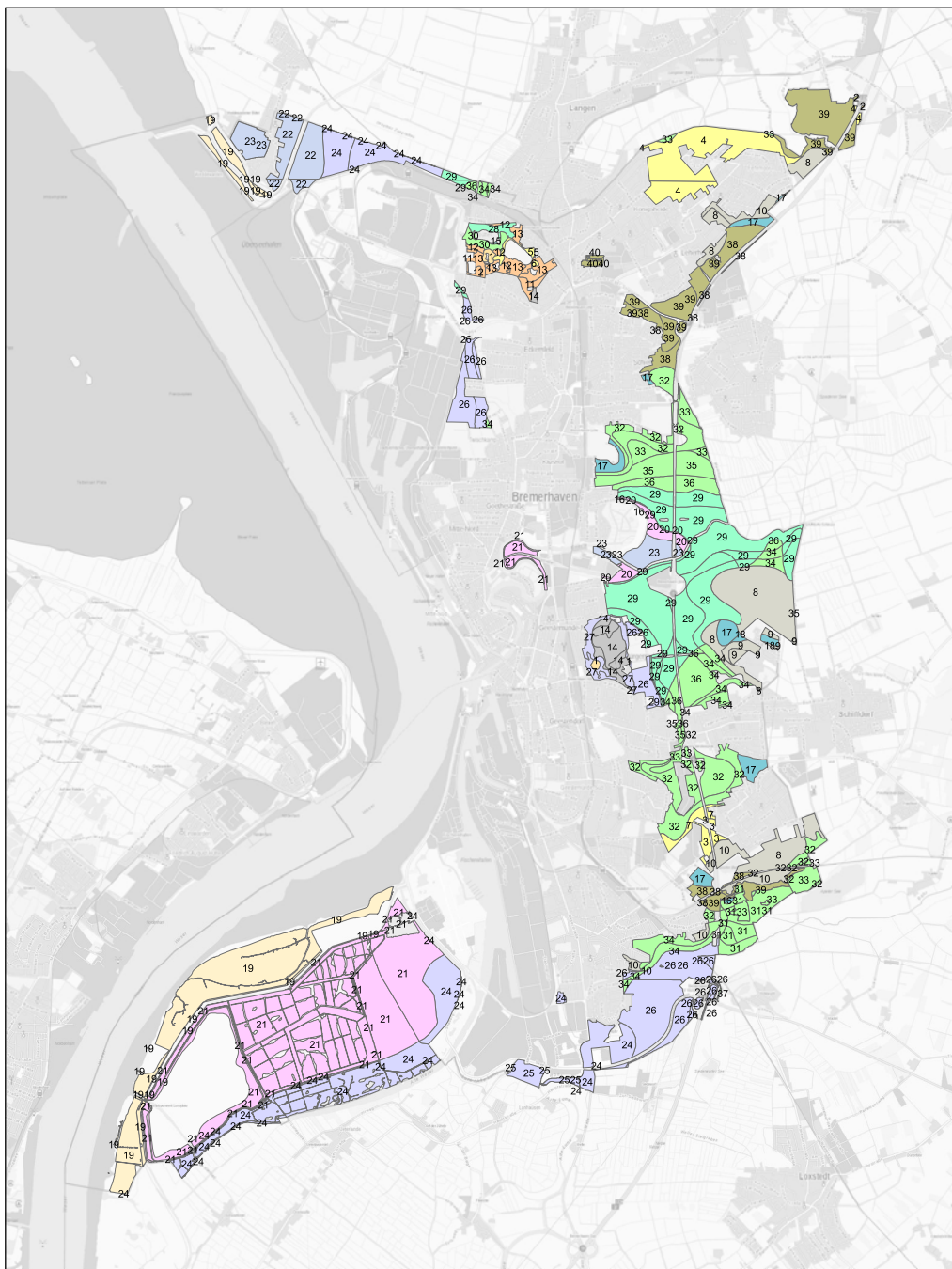


Abb. 2: Aktualisierte Bodenkarte 2019

Legende

Bodenkarte

Nr, Bodentyp

	1, Lockersyrosem		20, Tiefe Kalkmarsch
	2, Mittlere Braunerde		21, Sehr tiefe Kalkmarsch
	3, Mittlerer Podsol		22, Tiefe Kleimarsch
	4, Mittlerer Pseudogley-Podsol		23, Sehr tiefe Kleimarsch
	5, Pseudogley-Podsol		24, Flache Knickmarsch
	6, Gley-Podsol		25, Mittlere Knickmarsch
	7, Mittlerer Gley-Podsol		26, Flache Knickmarsch; unterlagert von Niedermoor
	8, Mittlerer Podsol-Pseudogley		27, Brackkleimarsch
	9, Mittlerer Podsol-Pseudogley mit Plaggenauflage		28, Organomarsch
	10, Tiefer Podsol-Pseudogley		29, Tiefe Organomarsch
	11, Plaggenesch		30, Tiefes Niedermoor
	12, Gley-Plaggenesch		31, Sehr tiefes Niedermoor
	13, Pseudogley-Plaggenesch		32, Tiefes Erd-Niedermoor
	14, Hortisol		33, Sehr tiefes Erd-Niedermoor
	15, Gley		34, Tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
	16, Sehr tiefer Gley		35, Mittleres Niedermoor mit Kleimarschauflage
	17, Tiefer Podsol-Gley		36, Sehr tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
	18, Tiefer Podsol-Gley mit Plaggenauflage		37, Sehr tiefes Niedermoor mit Rohmarschauflage
	19, Flache Rohmarsch		40, Mittleres Erd-Hochmoor
			38, Tiefes Erd-Hochmoor
			39, Sehr tiefes Erd-Hochmoor

Abb. 3: Legende der aktualisierte Bodenkarte 2019

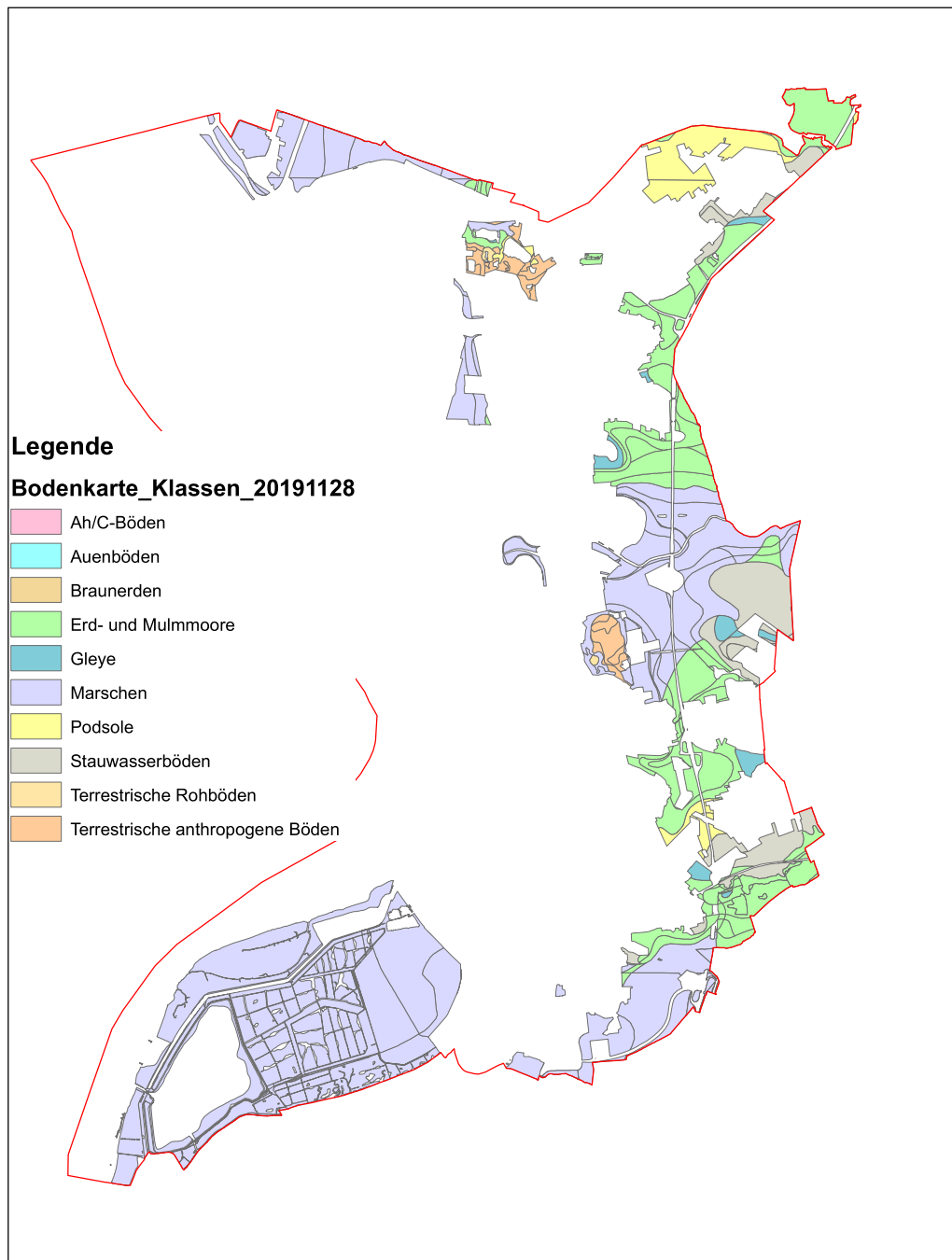


Abb. 4: Bodenklassen auf Basis der Bodenkundlichen Karten

4 Grundwasser

Die Grundwasserverhältnisse sind auch für bodenkundliche Auswertungen von Bedeutung, nachfolgend werden die aktuelle Grundwasserneubildung sowie Prognosen für die Zukunft vorgestellt. Der Grundwassergleichenplan gibt einen Überblick über den Grundwasserstände zu einem Stichtag.

4.1 Grundwasserneubildung

Durch das Forschungszentrum Jülich wurde die Grundwasserneubildung für Niedersachsen/Bremen neu berechnet (Herrmann et al., 2013). Es liegen nun aktuelle Daten für die Periode 1970 bis 2010 vor (Abb. 5). Auf der Basis von WETTREG-Daten konnten dann regionalisierte Grundwasserneubildungsraten für die Perioden 1980 bis 2010 (Abb. 6), 2010 bis 2040 (Abb. 7), 2040 bis 2070 (Abb. 8) und 2070 bis 2100 (Abb. 9) berechnet werden. Die Dateinamen sind in Tab. 1 beschrieben.

Tab. 1: Grundwasserneubildung (mm/Jahr) bei unterschiedlichen GROWA-Szenarien

Dateiname	Zeitraum
Auf Basis von gemessenen Klimadaten (DWD)	
c7100_BHV.shp	01.11.1970 bis 31.10.2010
Auf Basis von WETTREG 2010 R4-Klimadaten	
c1981_BHV.shp	01.11.1980 bis 31.10.2010
c2011_BHV.shp	01.11.2010 bis 31.10.2040
c2041_BHV.shp	01.11.2040 bis 31.10.2070
c2071_BHV.shp	01.11.2070 bis 31.10.2100

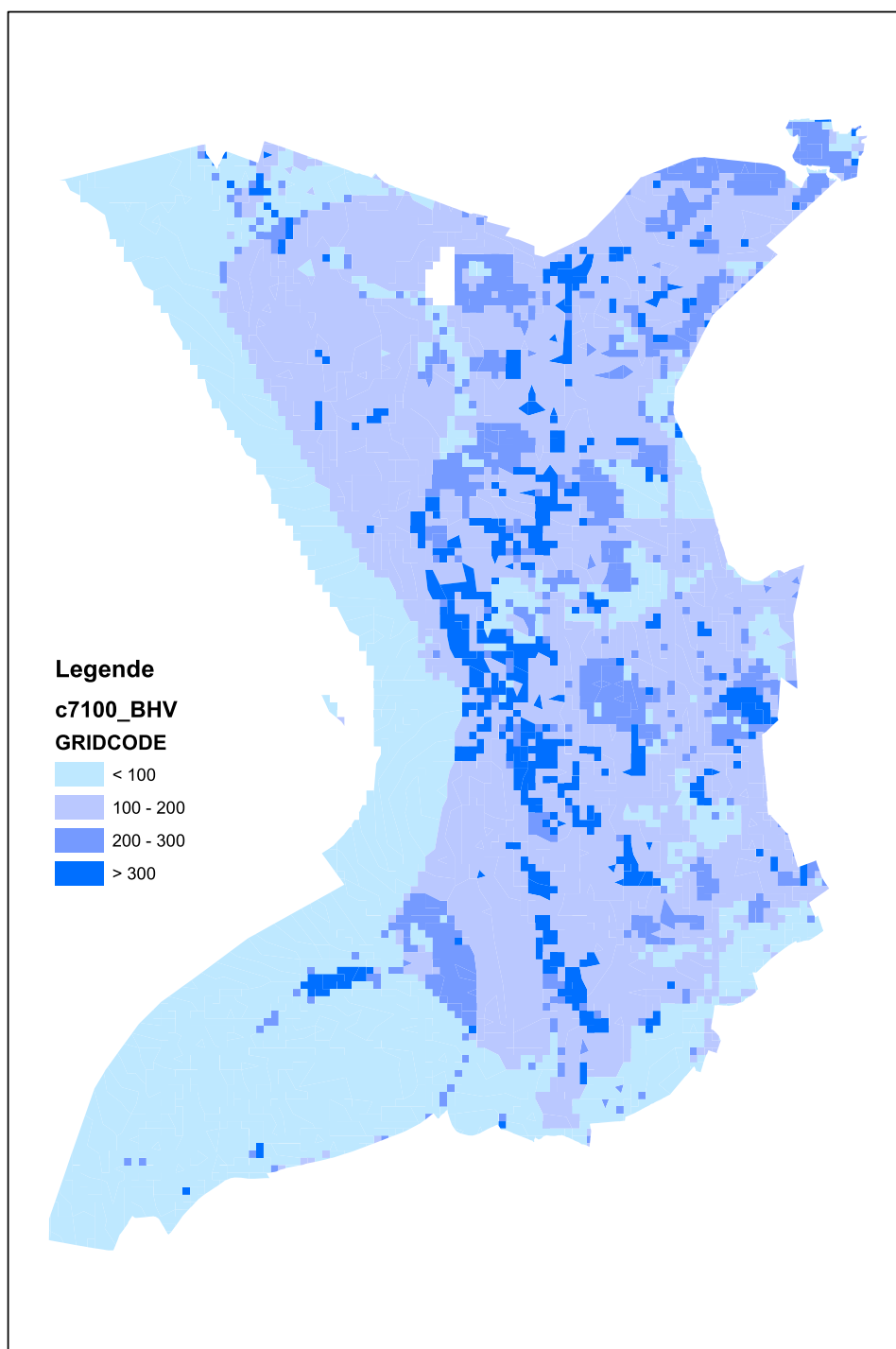


Abb. 5: Grundwasserneubildung (mm/ Jahr) auf Basis gemessener Klimadaten 1970 bis 2010

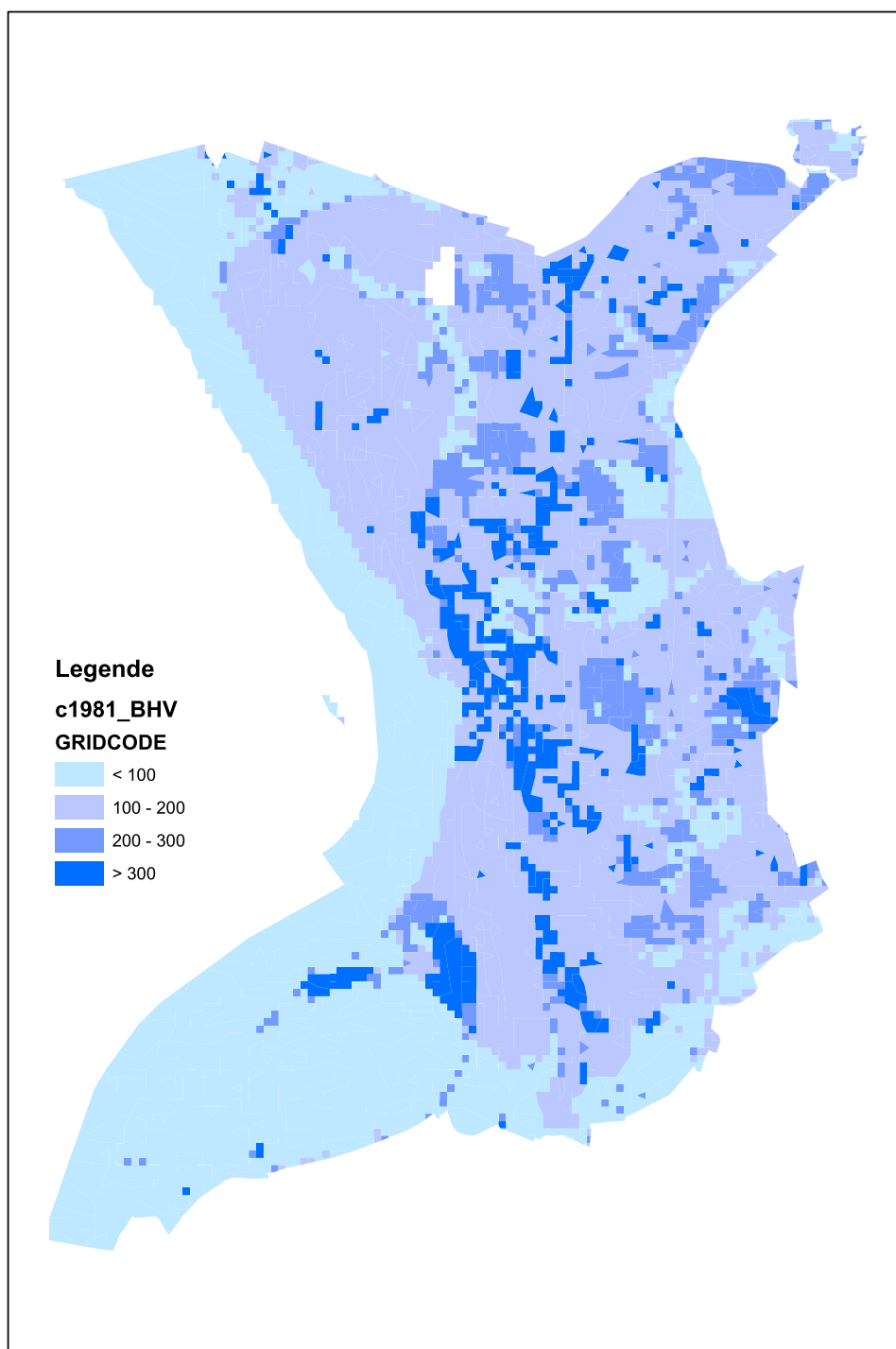


Abb. 6: Grundwasserneubildung (mm/ Jahr) auf Basis berechneter Klimadaten 1981 bis 2010

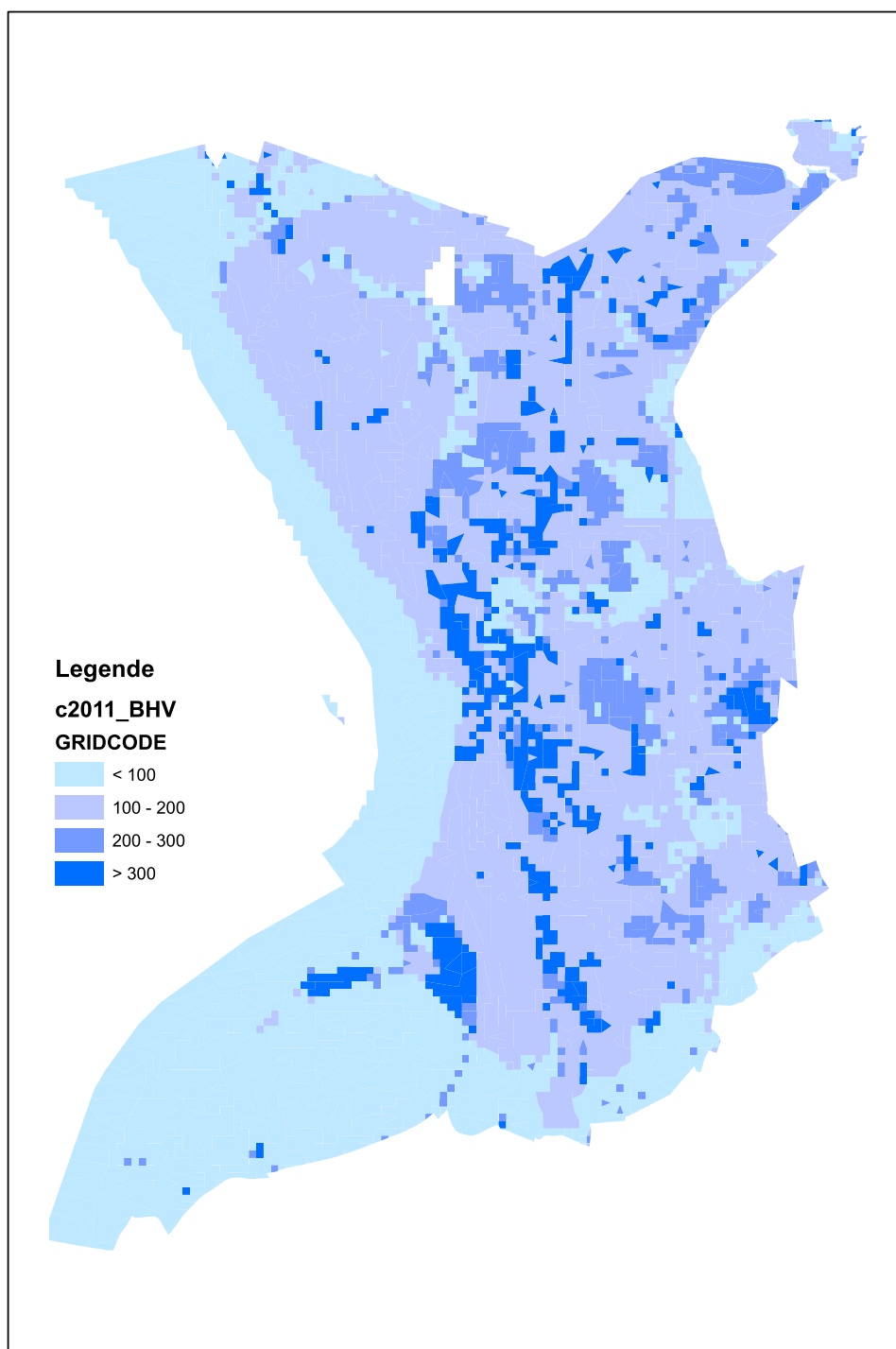


Abb. 7: Grundwasserneubildung (mm/ Jahr) auf Basis berechneter Klimadaten 2010 bis 2040

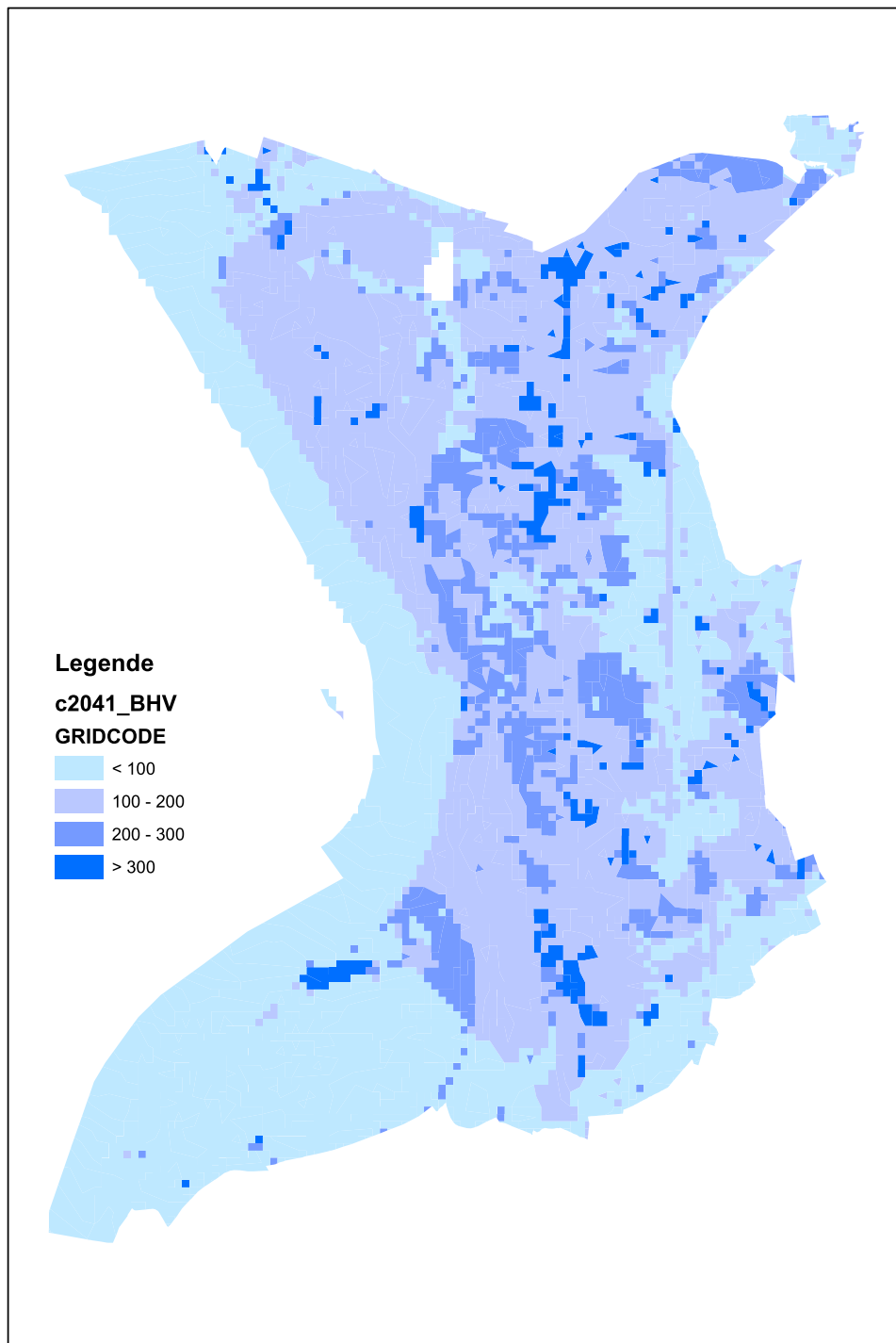


Abb. 8: Grundwasserneubildung (mm/ Jahr) auf Basis berechneter Klimadaten 2040 bis 2070

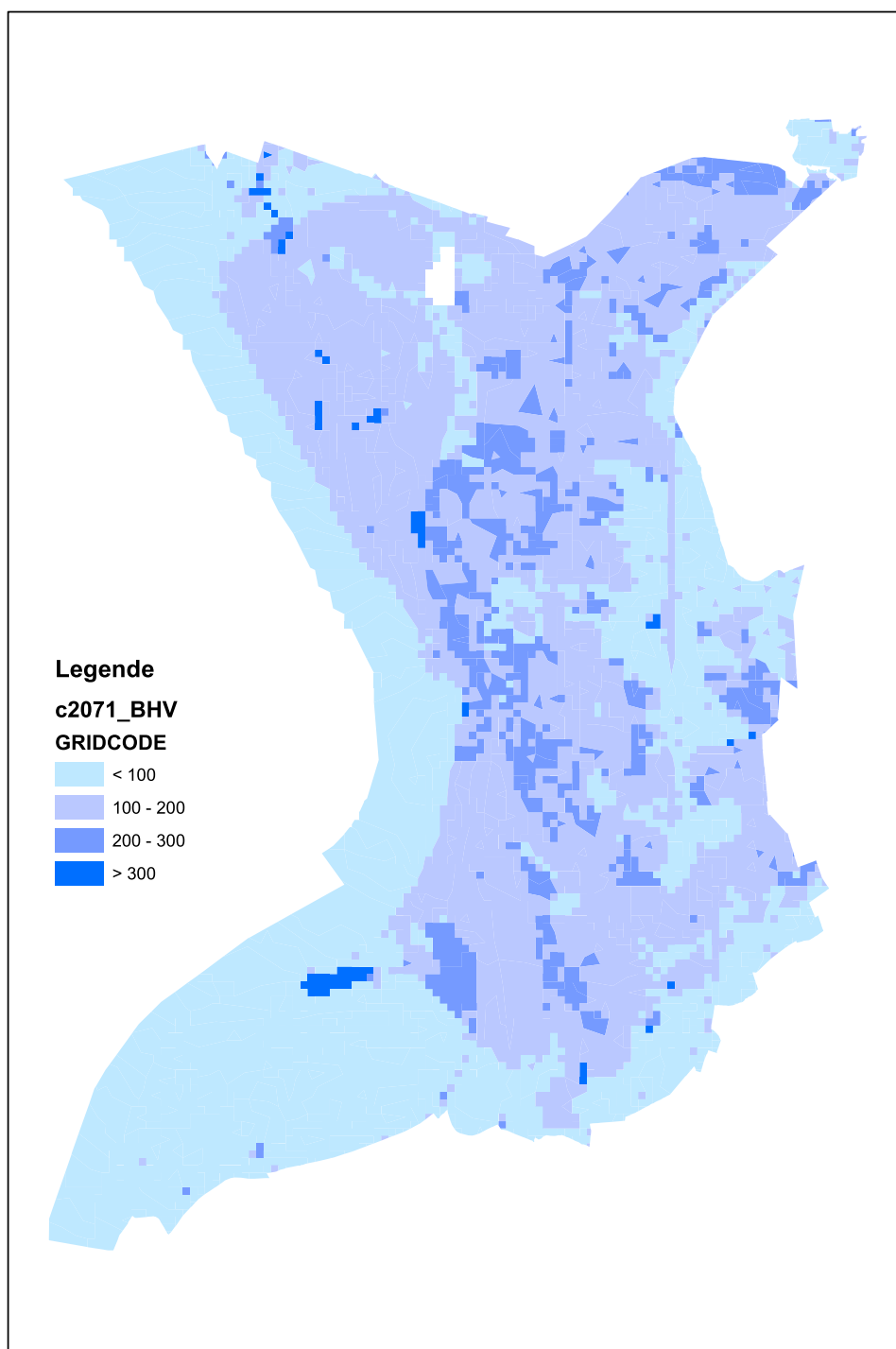


Abb. 9: Grundwasserneubildung (mm/ Jahr) auf Basis berechneter Klimadaten 2070 bis 2100

4.2 Grundwassergleichen

Im Rahmen des Projektes Geoplan wurden Grundwasserstände in Bremen zu ausgewählten Terminen im oberen Grundwasserleiter von uns gemessen, zeitgleich erfolgten Messungen der swb und des NLWKN. Aus diesen Daten wurden Grundwassergleichenpläne konstruiert. Mit den Daten vom Frühjahr 2014 konnte ein sehr verlässlicher Grundwassergleichenplan erstellt werden. Es sind zwei Shape-Dateien erstellt worden, einmal eine Linienshape mit den Grundwassergleichen in mNN (GW_Isolinien_BHV.shp) und eine quasi Rasterdatei, jedoch als Polygonshape (GW_Rasterdaten.shp). In der Abb. 10 sind beide Grafiken kombiniert.

In Hochmooren stellt sich ein eigener Wasserstand ein, der in der Regel oberhalb der aufgezeigten Grundwasserstände liegt. Dies trifft für die Bodentypen mit den Nummern 38 bis 40 zu (Abb. 2). In den Stauwasserböden (Pseudogleye) tritt temporär Wasser auf, dass sich auch oberhalb des Grundwassers befindet.

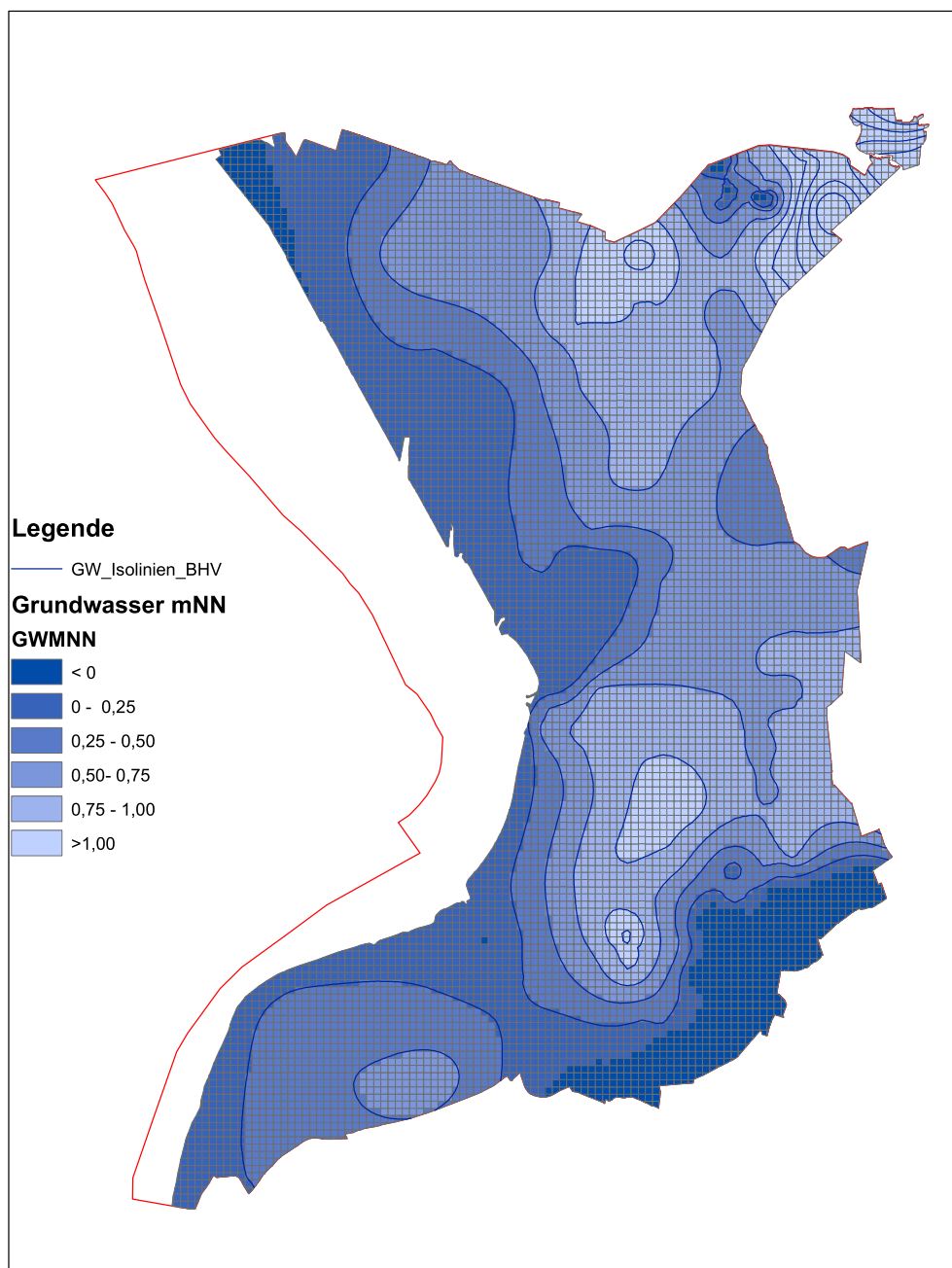


Abb. 10: Grundwassergleichenplan (mNN) zusammen mit einer Rasterdarstellung, Grundwasserstände vom Frühjahr 2014

4.3 Grundwasserprognosen

Mit den Prognosedaten zur Grundwasserneubildung wurden unter Verwendung des Grundwasserströmungsmodells des GDfB von Bremerhaven Grundwasserstände für die Zeiträume 2010-2040, 2040-2070 und 2070-2100 berechnet. In den folgenden Abbildungen sind die Veränderungen der Grundwasserstände zur aktuellen Situation (1981-2010) dargestellt. Neben den Änderungen der Grundwasserneubildung wurden für die Zeiträume als Veränderungen der Wasserstände der Weser berücksichtigt; bis 2040 Anstieg um 0,18m, bis 2070 Anstieg um 0,40 m und bis 2100 Anstieg um 0,74m. Bis 2040 werden nur geringe Veränderungen erwartet (Abb. 11). Ab 2070 ist mit einem verstärkten Anstieg der Grundwasserstände in westlichen Teil zu rechnen, auf den höheren Geestbereichen im Osten werden sinkende Wasserstände erwartet (Abb. 12 und 13 (Spalten SZ2DIFF (bis 2040), SZ3DIFF bis 2070 und SZ4DIFF bis 2100 in Grundwasserprognosen.shp, Layer: GW_Prognosen.lyr)

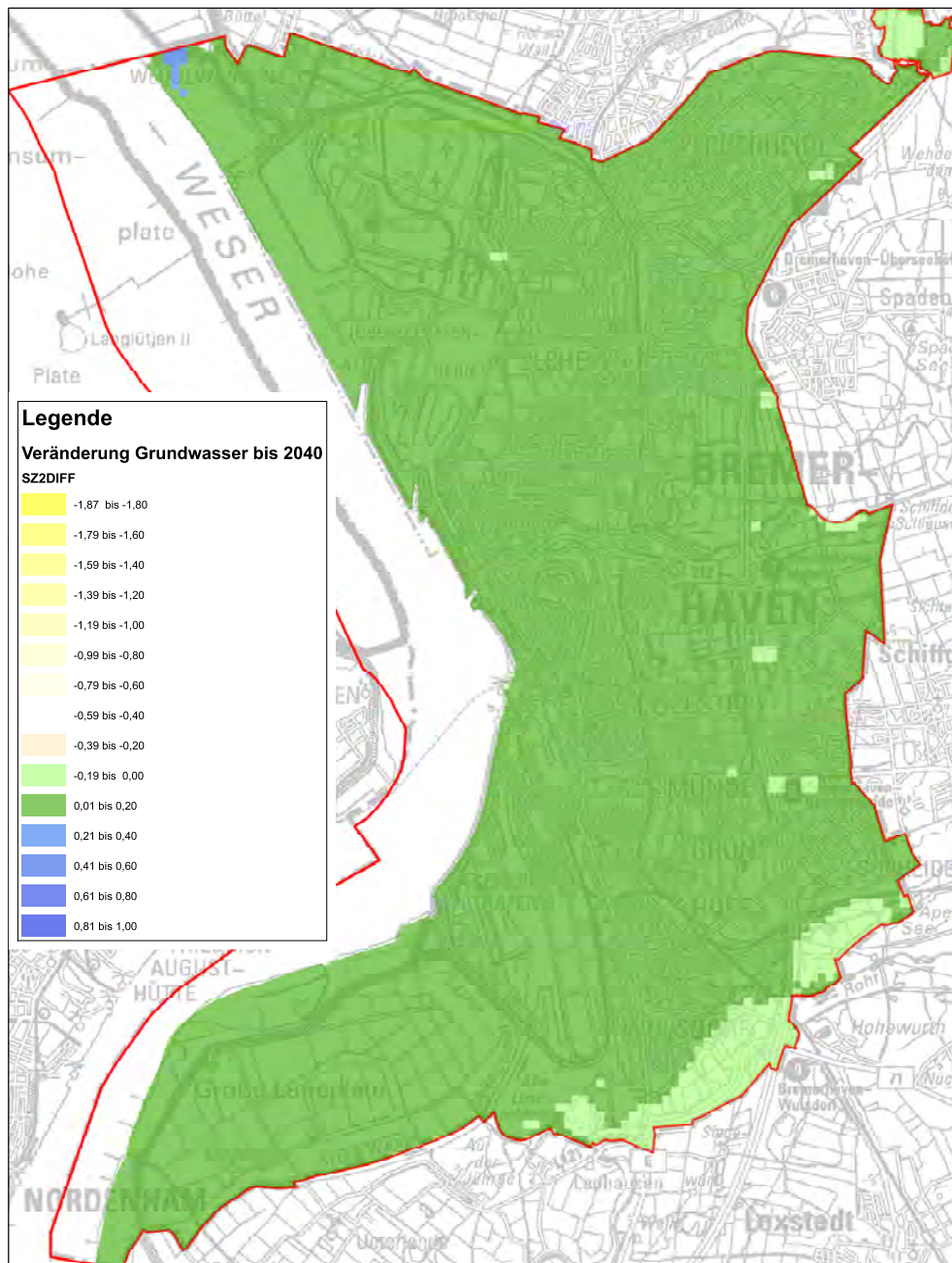


Abb. 11: Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2040 im Vergleich zur aktuellen Situation

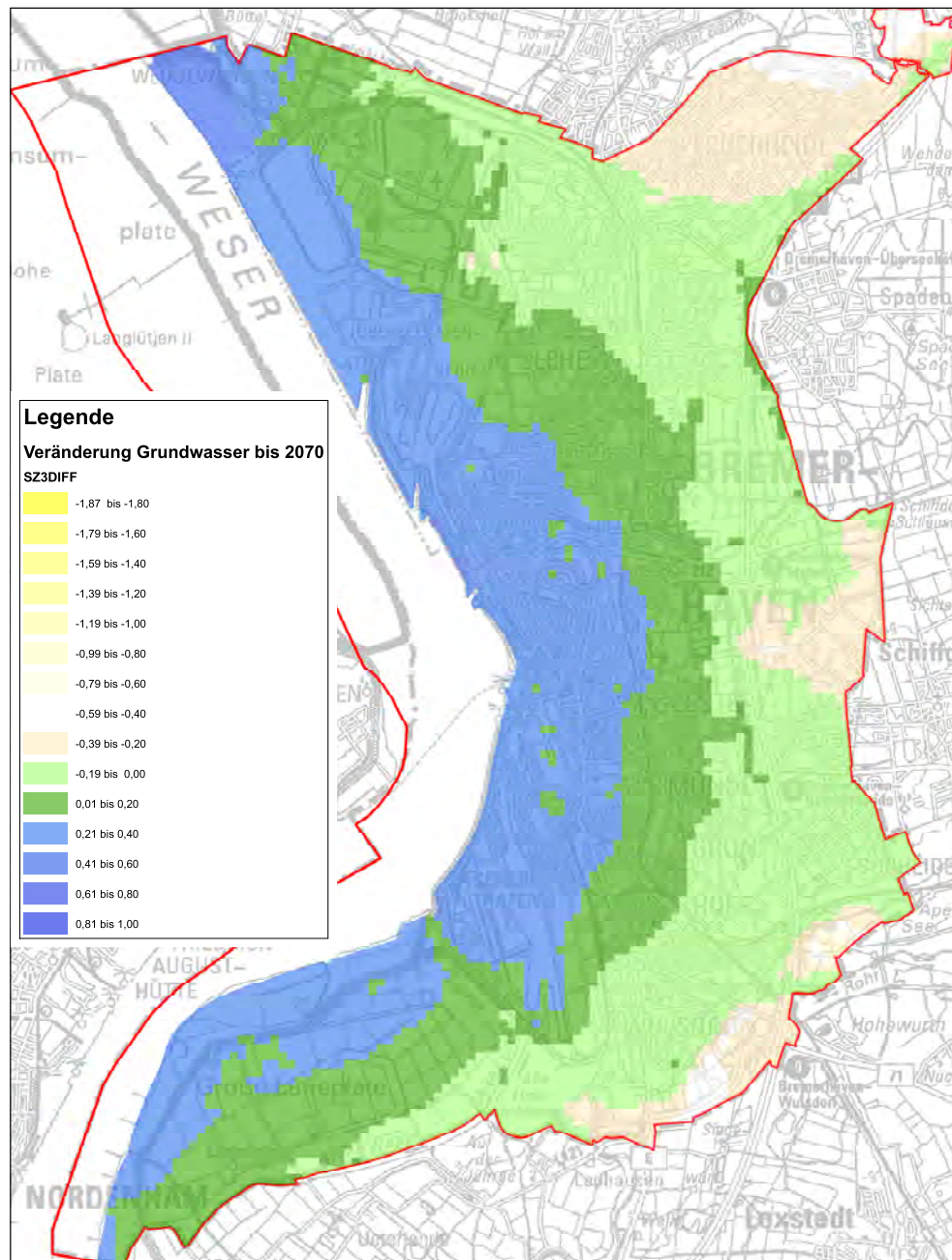


Abb. 12: Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2070 im Vergleich zur aktuellen Situation

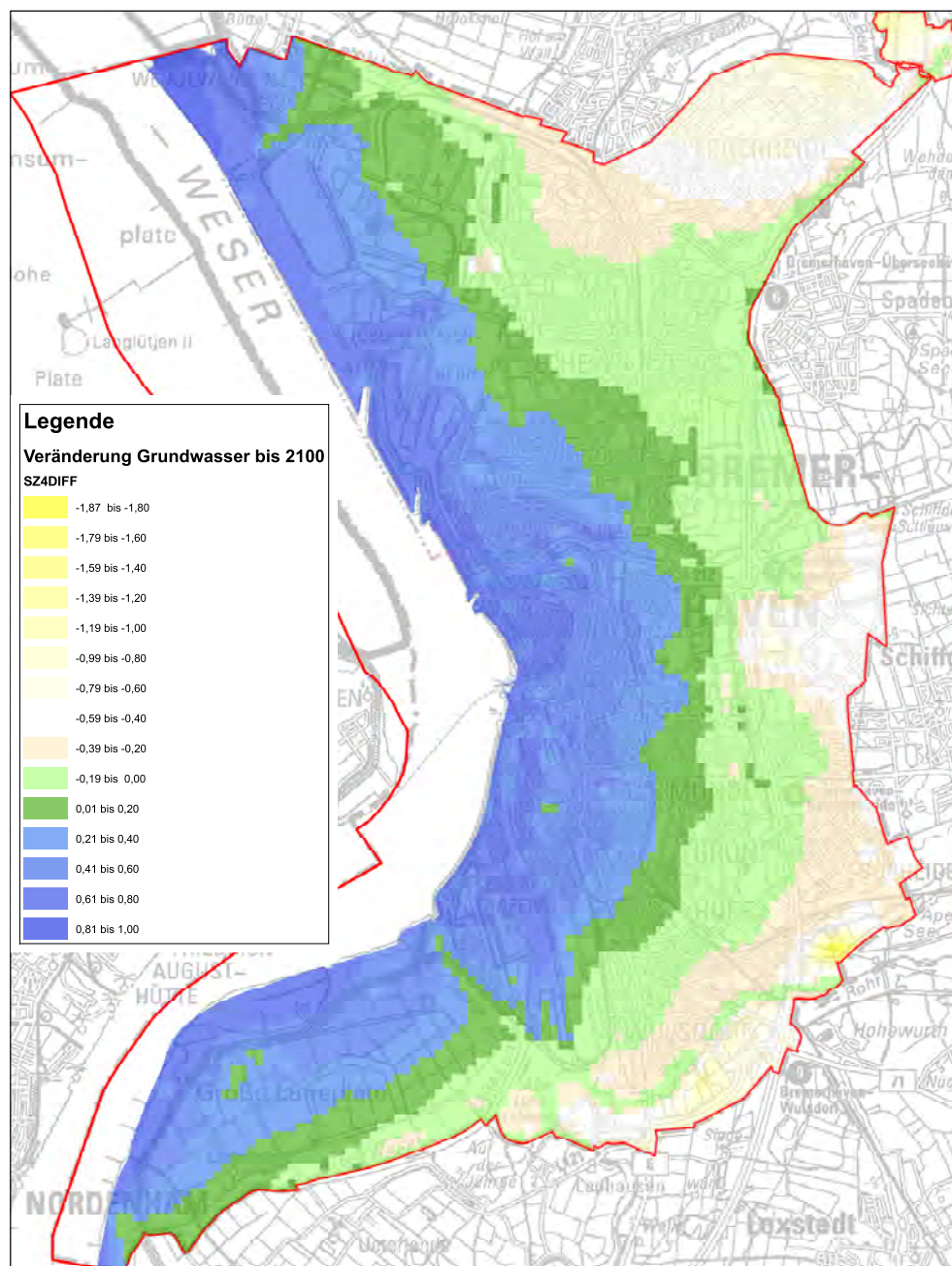


Abb. 13: Veränderung der prognostizierten Grundwasserstände (m) bis 2100 im Vergleich zur aktuellen Situation

4.4 Tideeinflussbereich und Chloridkonzentrationen

Der Einfluss der Tide lässt sich in Bremerhaven als Druckspiegelschwankungen in einem breiten Bereich entlang der Weser und Geeste nachweisen. Eine ähnlichen Verlauf zeigt die Linie mit Chloridgehalten > 250 mg/L. In drei Bereichen liegen sehr hohe Chloridgehalte im Grundwasser (> 2500 mg/L) vor (Abb.) (Shapedateien: Tideeinflussbereich.shp, 250mgchloridlinie.shp und Chlorid_2500_mg_L.shp).

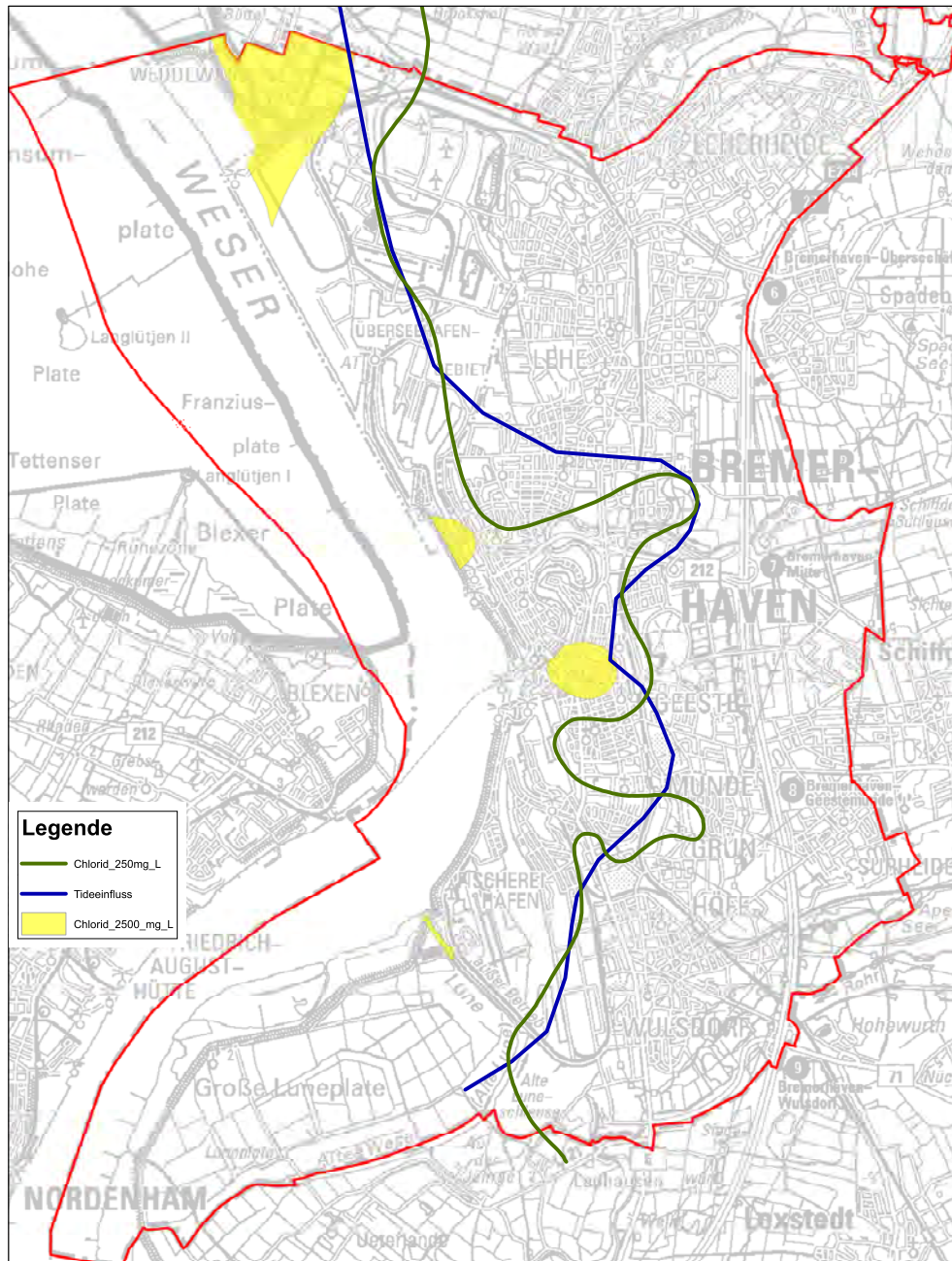


Abb. 14: Chloridgehalte größer 2500 mg/L und maximale Reichweite des Tideeinflusses

5 Bodenfunktionen

Die Böden erfüllen unterschiedliche Funktionen in der Landschaft. Sie sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen, bestimmen entscheidend den Wasser- und Stoffhaushalt und sind Archive der Natur- und Kulturgeschichte. Für die Landwirtschaft spielt die Ertragsfähigkeit eine entscheidende Rolle. Die für Bremerhaven ausgewerteten Funktionen werden vorgestellt.

5.1 Natürliche Ertragsfähigkeit

Die landwirtschaftlich genutzten Flächen konnten den InVeKOS-Daten (2007) entnommen werden. Den dort genannten Feldblöcken wurden die Ackerzahlen bzw. Grünlandzahlen zugeordnet. In einem Feldblock können mehrere Flurstücke liegen und in einem Flurstück können mehrere Bodenschätzungseinheiten liegen. Jedem Feldblock wurde daher das Mittel der Ackerzahl bzw. Grünlandzahl zugeordnet. Es wurden auch die neueren InVeKOS-Daten von 2008 ergänzend mit aufgenommen. Für diese Flächen mussten die Daten überwiegend interpoliert werden, da die Daten der Bodenschätzung leider nicht flächendeckend vorliegen. In diesen Datensätzen sind auch nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen mit enthalten. Mit den ALK-Daten (ALK_021_A) fand eine Reduktion der Flächen auf Grünland- und Ackerflächen statt. Die Werte wurden in Klassen nach Tab. 2 eingeteilt. Für die Flächen der Luneplate konnten Daten der Bodenkarte auf Grundlage der Bodenschätzung ausgewertet werden (Abb. 15). Beim Finanzamt Bremen ist die Stelle der Bodenschätzung wieder besetzt, dort habe ich noch ein Anfrage zu den Acker-/Grünlandzahlen der Luneplate gestellt (Shape-Datei: BHV_Acker_Gruenlandzahl.shp, Layer: BHV_AckerGruenlandzahl.lyr). Zusätzlich wurden alle Flächen im Hinblick auf das Ertragspotential (Grünland bzw. Acker) bewertet (Spalte AZBEWERT in Bodenkarte_201610_b.shp, Layer: Ertragsfähigkeit.lyr). Hierbei wurden Informationen von benachbarten Flächen bzw. vergleichbaren Bodentypen verwendet (Abb. 16).

Tab. 2: Stufen der Acker-/Grünlandzahlen

Stufe	Acker-/Grünlandzahl
1	0-30
2	> 30-40
3	> 40-50
4	> 50-60
5	> 60-70
6	> 70

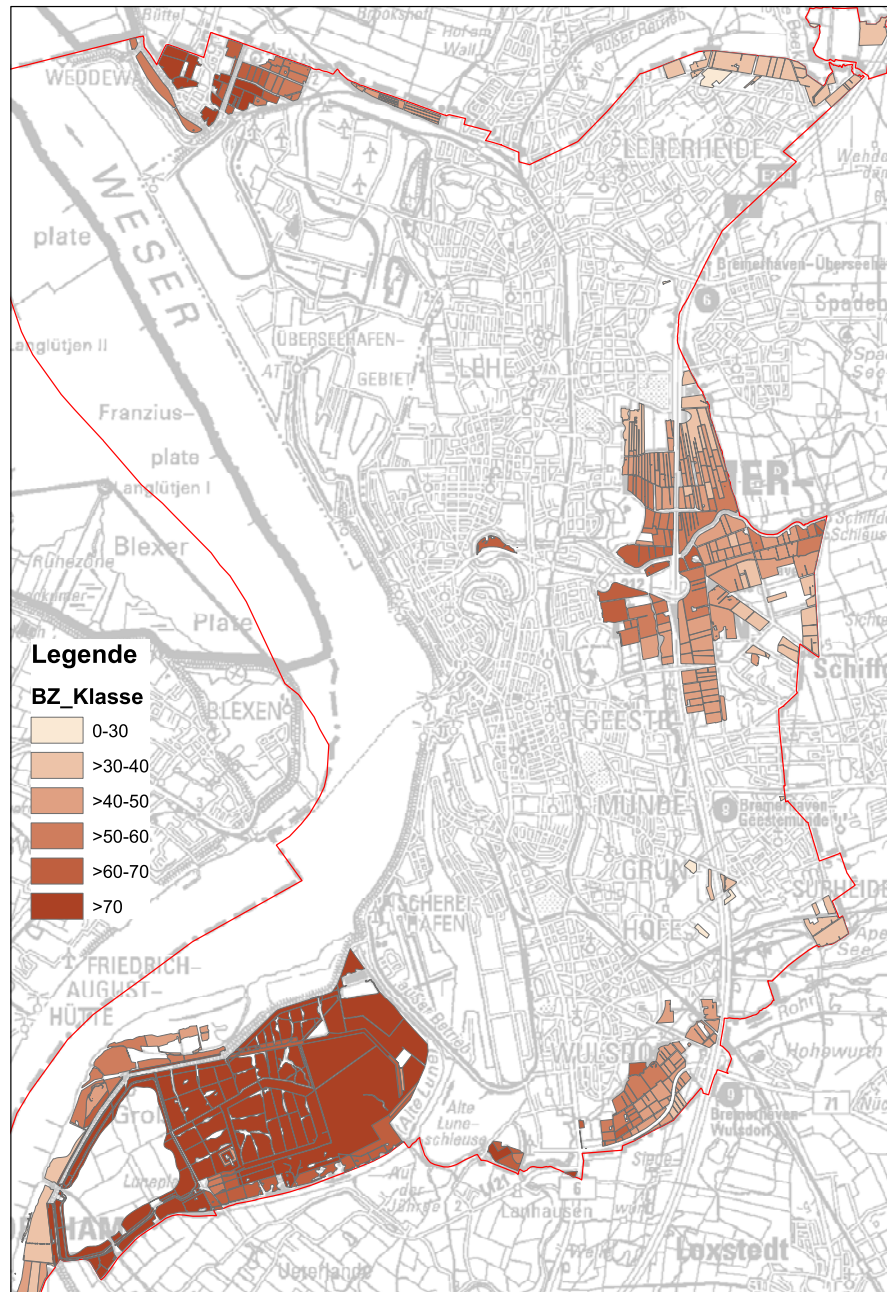


Abb. 15: Ertragspotential der als Ackerland und Grünland ausgewiesenen Flächen (ALK_021_A)

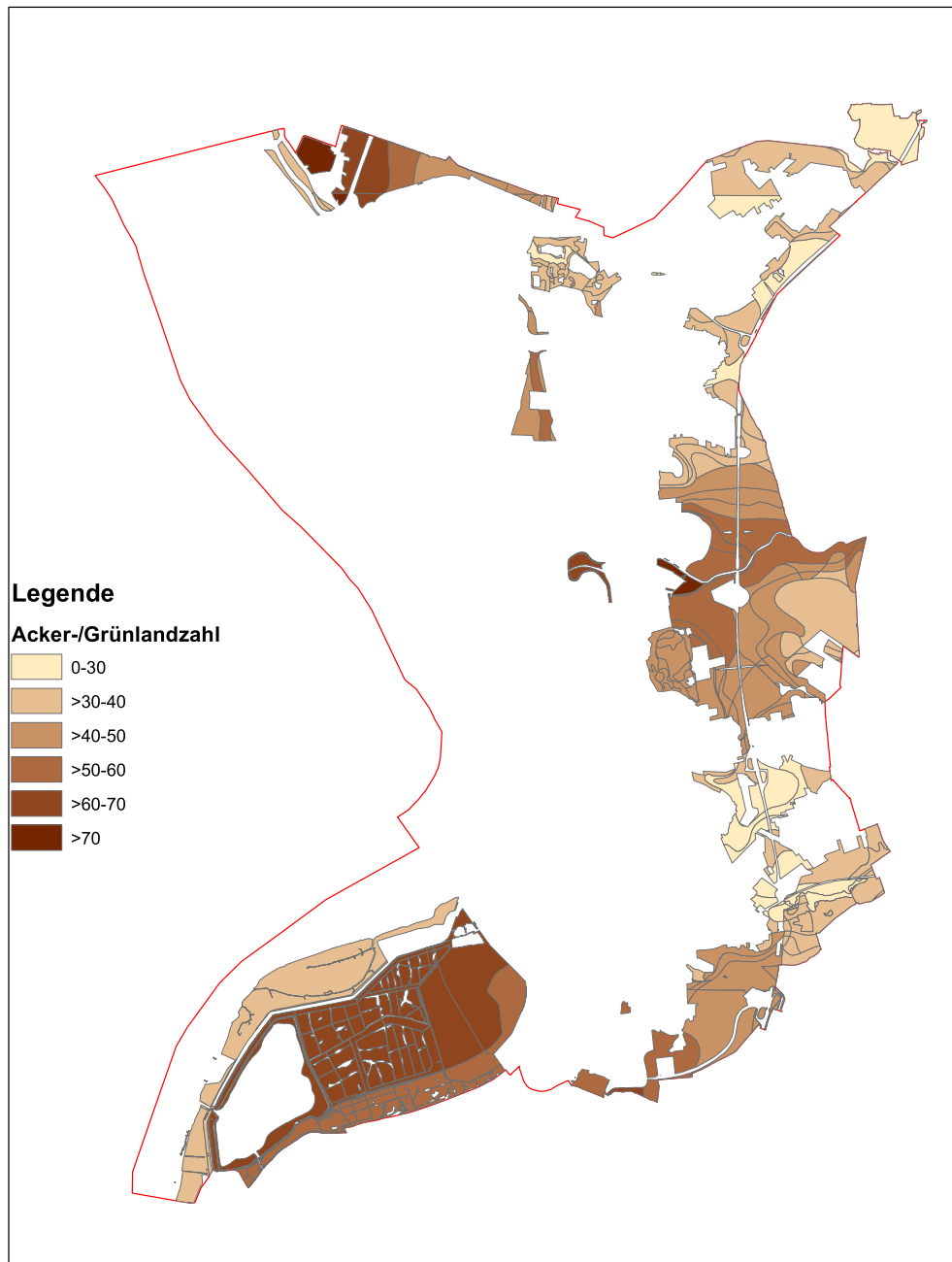


Abb. 16: Ertragspotential für alle Flächen, bei den in Abb. 15 fehlenden Flächen wurden Werte aus benachbarten Flächen oder von vergleichbaren Bodentypen abgeleitet

5.2 Bodenkundliche Feuchte

Mit der bodenkundlichen Feuchte wird die Feuchtesituation von Standorten beschrieben. In die Berechnung gehen ein: Bodentyp, Klimabereiche, Bodenart, effektive Durchwurzelungstiefe, Grundwasserstufe, nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes und die Stau- bzw. Grundnässestufe. Für die Beurteilung der Feuchtesituation werden 12 Feuchtestufen (von dürr bis nass) unterschieden (Tab. 3). Aus Gründen der besseren Übersicht werden in der Darstellung folgende Stufen zusammengefasst: 0 bis 2 (trocken), 3 bis 5 (schwach trocken bis mittel frisch), 6 bis 7 (stark frisch bis schwach feucht) und 8 bis 11 (mittel feucht bis nass). Bei grundwasserbeeinflussten Böden, die in den Sommermonaten den Grundwasseranschluss der Vegetation verlieren, werden zwei Feuchtestufen ausgewiesen nämlich eine Frühjahrszahl und eine Sommerzahl. In Abb. 17 (Spalte BKF in Bodenkarte_201911.shp, Layer: BodenkundlicheFeuchte_20191128.lyr) sind die Feuchtestufen dargestellt. Alle Flächen die im Bereich der Luneplate ausgewiesen sind als Fläche Rohmarsch, Grabenaufweitung, Röhricht, Schlick/Watt und Sukzessionsfläche/-Feuchtbrache/potenzielles Röhricht sind mit der BKF-Stufe 11 gekennzeichnet, auch wenn keine weiteren Detailinformationen zu den Böden vorliegen. In Bremerhaven sind große Flächen mittel feucht bis nass, es handelt sich um Moore, Organomarschen, kleiüberdeckte Moore, Auenlehm und einige Gleye. Diese Flächen sind für die ackerbauliche Nutzung nicht geeignet und für die Weidenutzung auch nur bedingt geeignet. Zur besseren Übersicht werden in der zweiten Darstellung folgende Stufen der sommerliche Feuchte zusammengefasst: 0 bis 2 (trocken), 3 bis 5 (schwach trocken bis mittel frisch), 6 bis 7 (stark frisch bis schwach feucht) und 8 bis 11 (mittel feucht bis nass) (Abb. 18) (Spalte BKF_Gruppe in Bodenkarte_201911.shp, Layer: Bodenkundliche Feuchte Sommer_20191128.lyr).

Tab. 3: Bodenkundliche Feuchtestufen und Nutzungeignung

BKF	Bezeichnung	Eignung für landwirtschaftliche Nutzung unter den derzeitigen Wasserverhältnissen
11	—	meist offene Wasser (Großseggenriede)
10	nass	für landwirtschaftliche Nutzung zu nass (Kleinseggenriede)
9	stark feucht	für Wiese bedingt geeignet, da häufig zu feucht (Streuwiesen)
8	mittel feucht	für Wiese geeignet, für Weide bedingt geeignet, für Intensivweide und Acker zu feucht
7	schwach feucht	für Wiese und Weide geeignet, für Intensivweide und Acker bedingt geeignet (im Frühjahr zu feucht)
6	stark frisch	für Grünland und Acker geeignet, für intensive Ackernutzung im Frühjahr gelegentlich zu feucht
5	mittel frisch	für Acker und Grünland geeignet
4	schwach frisch	für Acker und Grünland geeignet, für intensive Grünlandnutzung im Sommer gelegentlich zu trocken
3	schwach trocken	für Acker geeignet, für intensive Ackernutzung im Sommer zu trocken, für intensive Grünlandnutzung zu trocken
2	mittel trocken	für Acker und extensive Grünlandnutzung häufig zu trocken
1	stark trocken	für landwirtschaftliche Nutzung zu trocken (Trockenrasen)
0	dürr	Steppenrasen und Felsbandgesellschaften

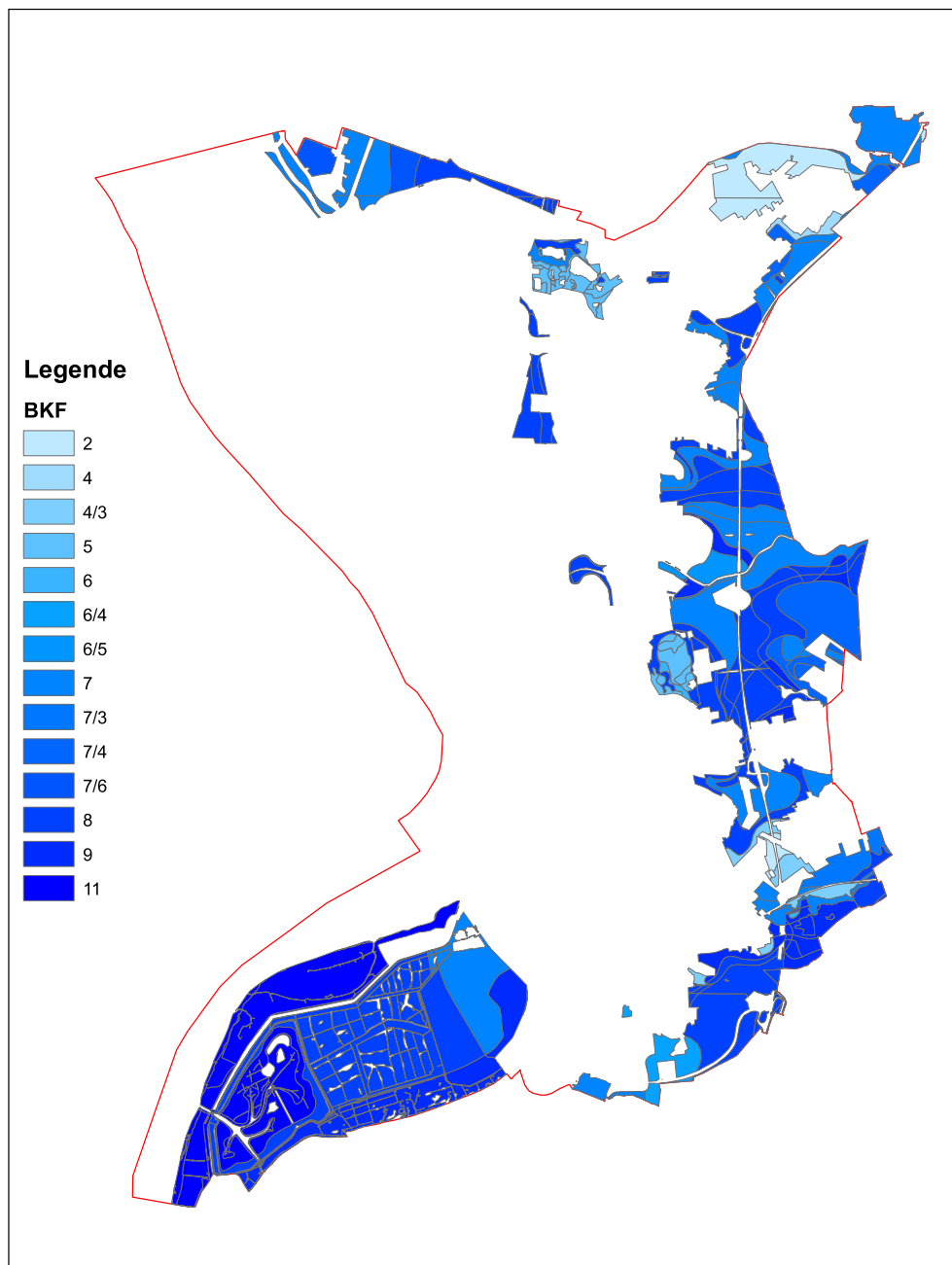


Abb. 17: Bodenkundliche Feuchtestufen Winter/Sommer

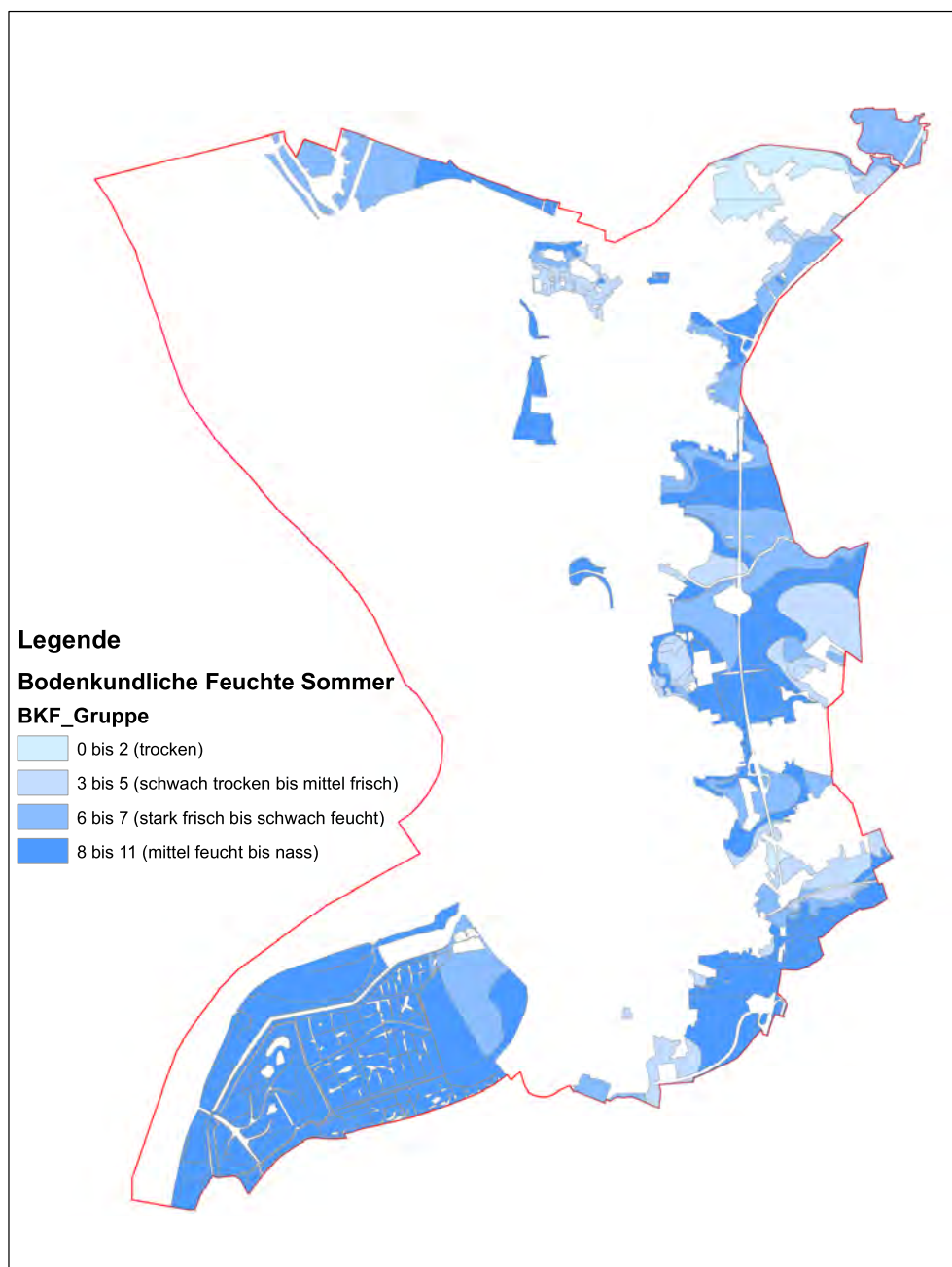


Abb. 18: Bodenkundliche sommerliche Feuchtestufen

5.3 Nitratauswaschungsgefahr

Zur Abschätzung der möglichen Verlagerung von Stoffen, die nicht im Boden gebunden oder abgebaut werden, dient die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers im durchwurzelten Bodenbereich. Sie wird aus der Sickerwasserrate und der Feldkapazität im effektiven Wurzelraum berechnet. Als Sickerwasserrate wurde die Grundwasserneubildung nach GROWA verwendet. Eine Austauschhäufigkeit von 100% bedeutet, dass das Bodenwasser einmal je Jahr ausgetauscht wird, bei einem Wert von 250 %, erfolgt der Austausch 2,5-mal (Tab. 4). Auf den meisten Flächen besteht nur eine sehr geringe bis geringe Austauschhäufigkeit (Abb. 19). Im Hinblick auf den Grundwasserschutz erfolgt die zahlenmäßige Bewertung in umgekehrter Reihenfolge (Spalte NAWBEWER in Bodenkarte_201911.shp), 5 bedeutet einen sehr hohen Schutz für das Grundwasser. Für Hochmoore wurde aufgrund der stauenden Schichten im Unterboden grundsätzlich nur eine sehr geringe Austauschhäufigkeit angenommen (Spalte NAWBEWER in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: Bodenwasseraustausch_20191128.lyr).

Tab. 4: Stufen der Austauschhäufigkeiten des Bodenwassers

Stufe	Bezeichnung	Austauschhäufigkeit (%/Jahr)	Bewertung
1	sehr gering	< 70	5
2	gering	70-< 100	4
3	mittel	100-< 150	3
4	hoch	150-< 250	2
5	sehr hoch	> = 250	1

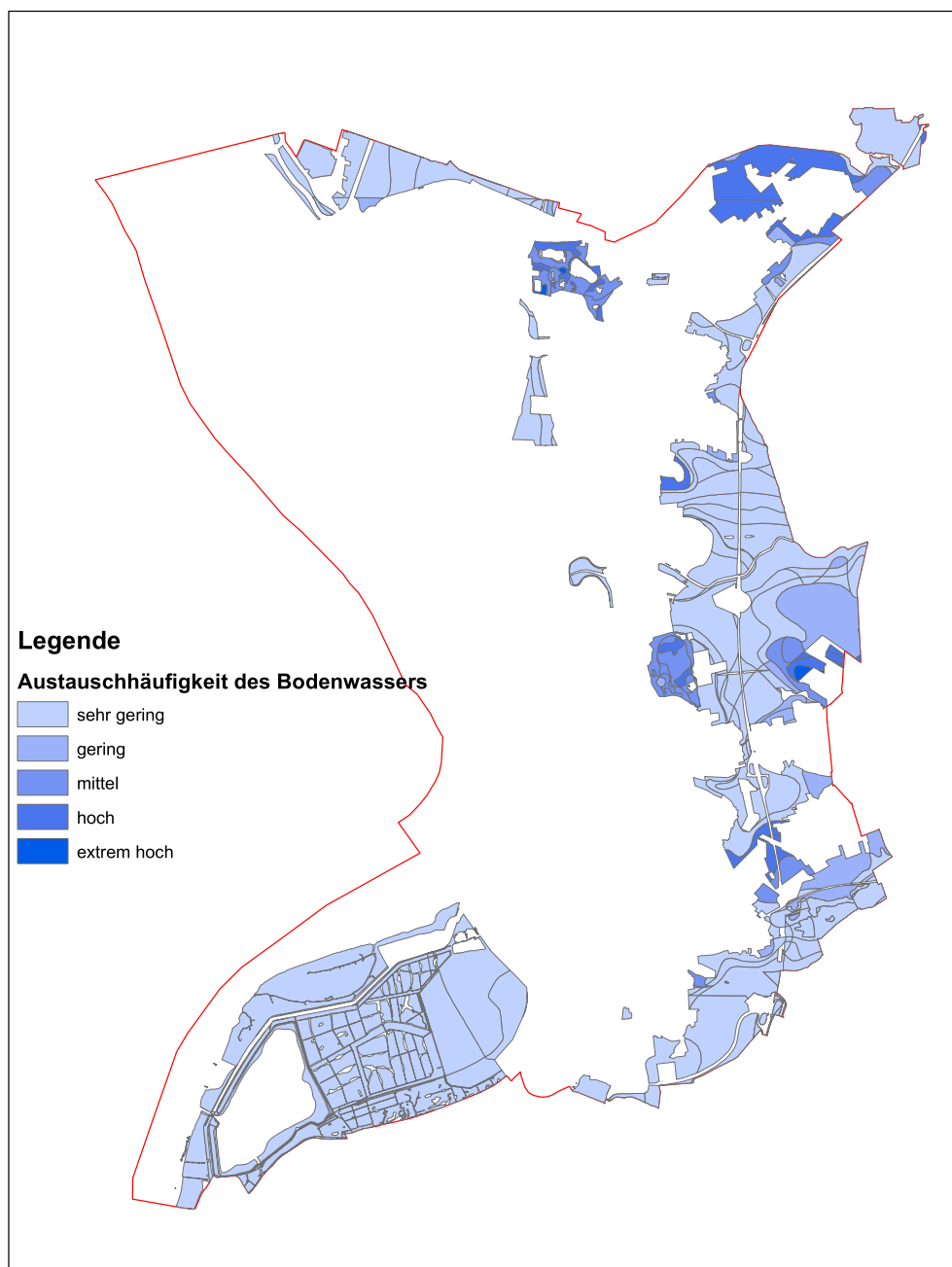


Abb. 19: Austauschhäufigkeit des Bodenwassers

5.4 Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Böden speichern unterschiedlich große Mengen an Wasser, das die Pflanzen nutzen können. Bei grundwasserfreien Böden entspricht das pflanzenverfügbare Wasser (Abb. 20) der nutzbaren Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFKWe). In Grundwasserböden kann Wasser kapillar in den Wurzelraum aufsteigen. Das pflanzenverfügbare Bodenwasser setzt sich hier aus der nFKWe und dem kapillaren Aufstieg zusammen. Der kapillare Aufstieg ist abhängig von der Bodenart, dem Abstand zwischen der effektiv durchwurzelten Schicht und dem Grundwasserstand. Da mit dem Aufbrauch von Grundwasser der Grundwasserflurabstand größer wird, ist die Zeit des kapillaren Aufstiegs meist zeitlich begrenzt, entscheidend sind hier die klimatischen Wasserbilanzdefizite während der Vegetationsperioden. Die Begrenzung des kapillaren Aufstiegs mit dem mittleren Defizit der klimatischen Wasserbilanz wurde hier nicht verwendet, um die Flächenbewertung auch für trockenere Jahre mit darstellen zu können. Die kleiüberdeckten Moore und Auenlehmgebiete mit hohen Grundwasserständen verfügen über extrem viel pflanzenverfügbares Wasser. In Trockenperioden zeigen besonders diese Flächen kaum Wassermangel. Die Gruppierung der Werte in sechs Stufen erfolgt entsprechend der Tabelle für die nFKWe (Tab. 5) (Shape-Datei: Spalte WPFL_KL in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: WPFL_20191128.lyr).

Tab. 5: Gruppierung des pflanzenverfügbaren Bodenwassers

Pflanzenverfügbares Bodenwasser (mm)	Einstufung
< 60	sehr gering
60-140	gering
140-220	mittel
220-300	hoch
> 300	sehr hoch

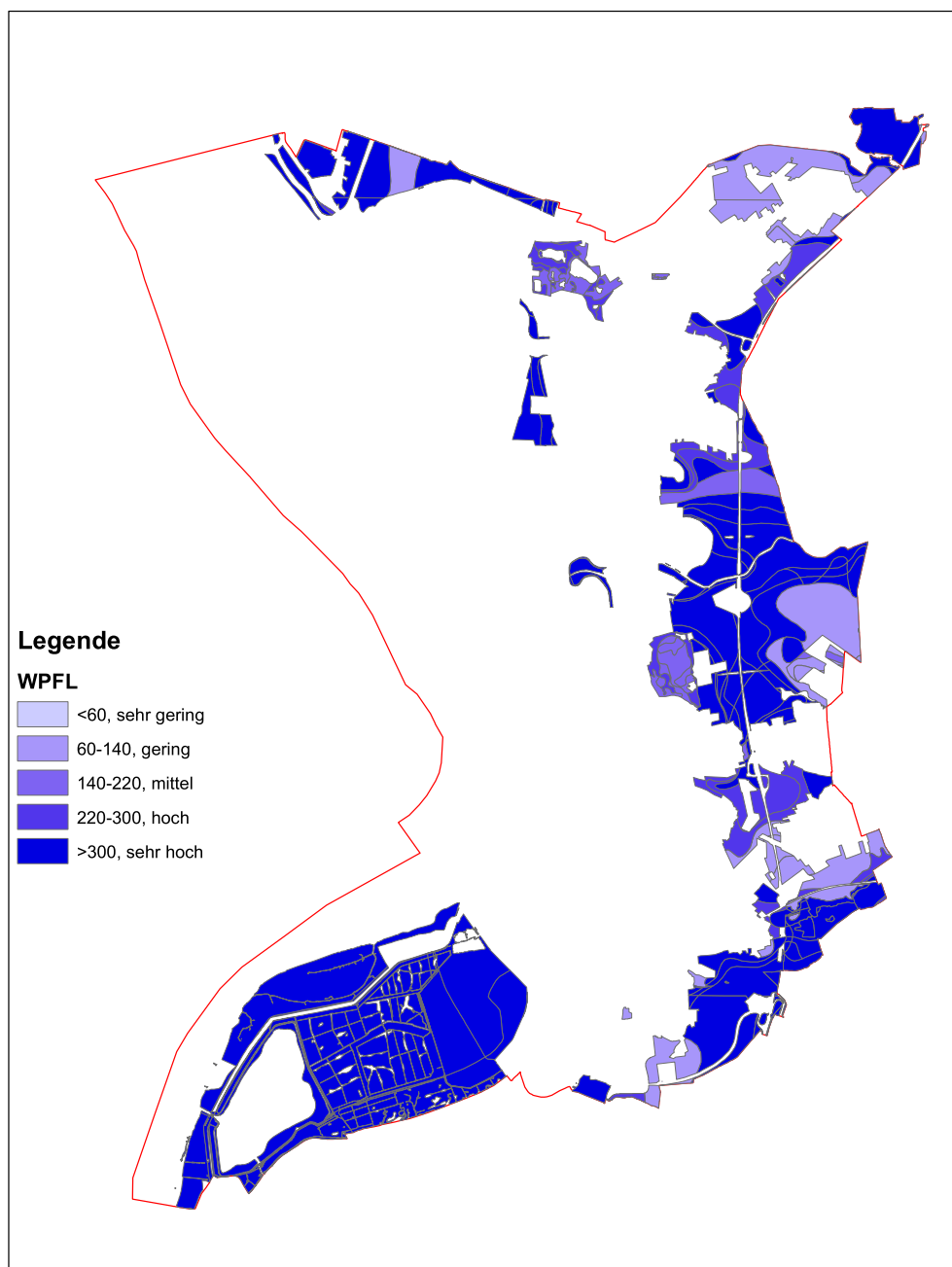


Abb. 20: Pflanzenverfügbares Bodenwasser (mm) (WPFL)

5.5 Bindungsstärke des Oberbodens für Schwermetalle

Zur Bewertung der Filtereigenschaften von Böden kann die relative Bindungsstärke des Oberbodens für Schwermetalle ausgewiesen werden. Hierbei werden berücksichtigt, die Bodenart der oberen 30 cm, der Humus- und Tongehalt sowie der pH-Wert. Die Ergebnisse werden am Beispiel des Elementes Cadmium vorgestellt (Abb. 21). Die meisten Böden Bremerhavens haben ein hohes bis sehr hohes Potential, um Schwermetalle binden zu können (Shape-Datei: Spalte CDBINDUNG in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: BindungsstaerkeCadmium_20191128.lyr).

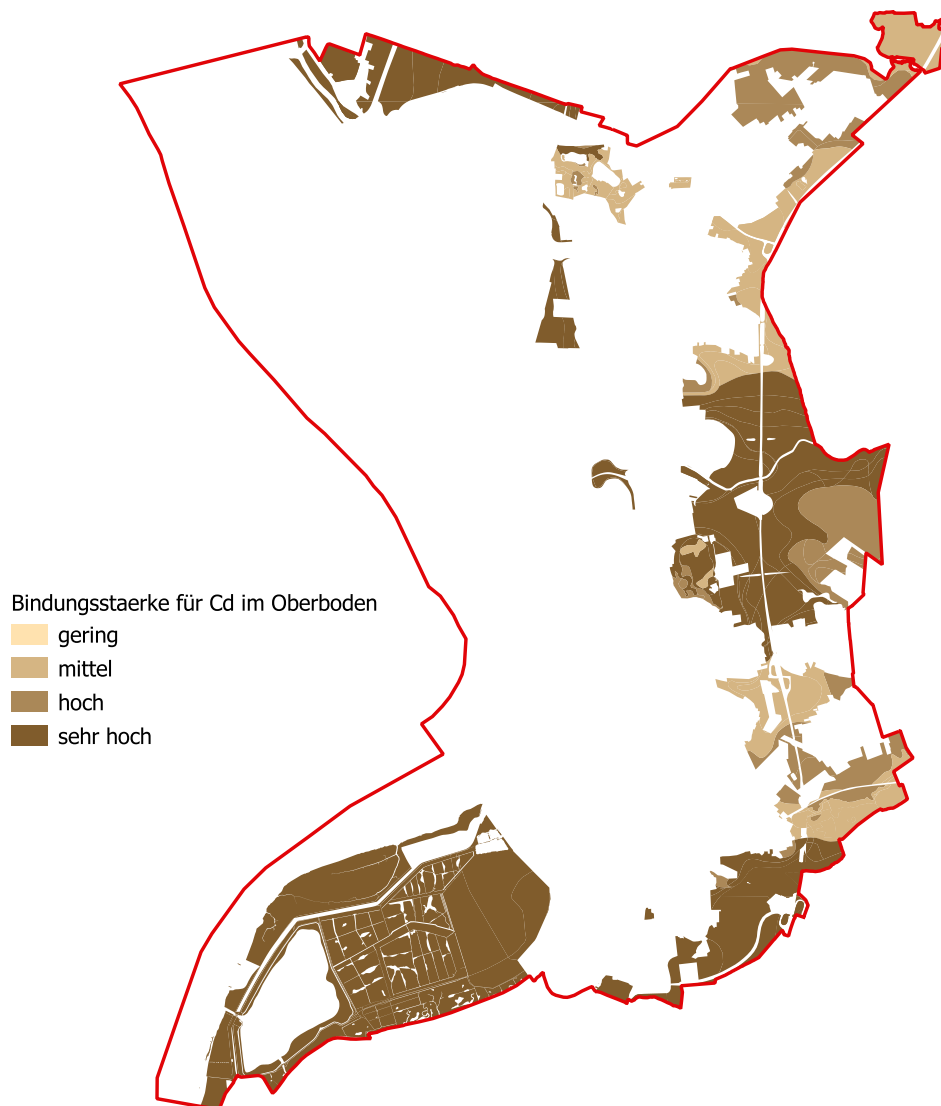


Abb. 21: Bindungsstärke für Cadmium im Oberboden

5.6 Kühlungsfunktion der Böden

Böden, die sehr viele pflanzenverfügbares Wasser speichern, tragen durch die Verdunstung der Pflanzen zu einer Kühlung der Luft bei (Abb. 22) (Umweltbundesamt, 2013). Es wurden die Böden mit einem pflanzenverfügbaren Wassergehalt ≥ 200 mm als gute Kühler bewertet. Sind diese Flächen mit Bäumen bestanden sind sie sehr gute Kühler, als Grünlandstandorte noch gute Kühler. Bei einer maximalen Verdunstungshöhe von 6 mm je Tag, können diese Standorte ca. 33 Tage den Pflanzen zur Verfügung stellen. Je Hektar ist stehen mindestens 2000 m^3 Wasser zur Verfügung. Der größte Teil der Flächen mit einer guten bzw. sehr guten Kühlungsfunktion liegen im Osten von Bremerhaven (Abb. 23). Bei trockenen Ostwindlagen können diese Flächen daher einen Kühlbeitrag für die besiedelte Fläche leisten (Shapedatei mit der Klasse gute Kühlung, WPFL ≤ 200 mm: Kuehlunggut.shp, Layer: Kuehlunggut.lyr und Shapedatei mit der Klasse sehr gute Kühlung, gesamter Inhalt: Kuehlsehrgut.shp, Layer: Kuehlsehrgut.lyr).

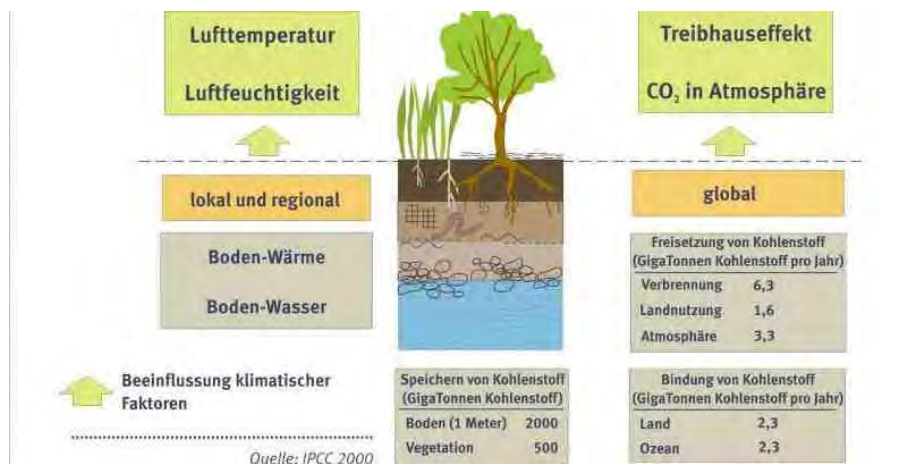


Abb. 22: Bodenfunktionen und Klima (Umweltbundesamt, 2013)

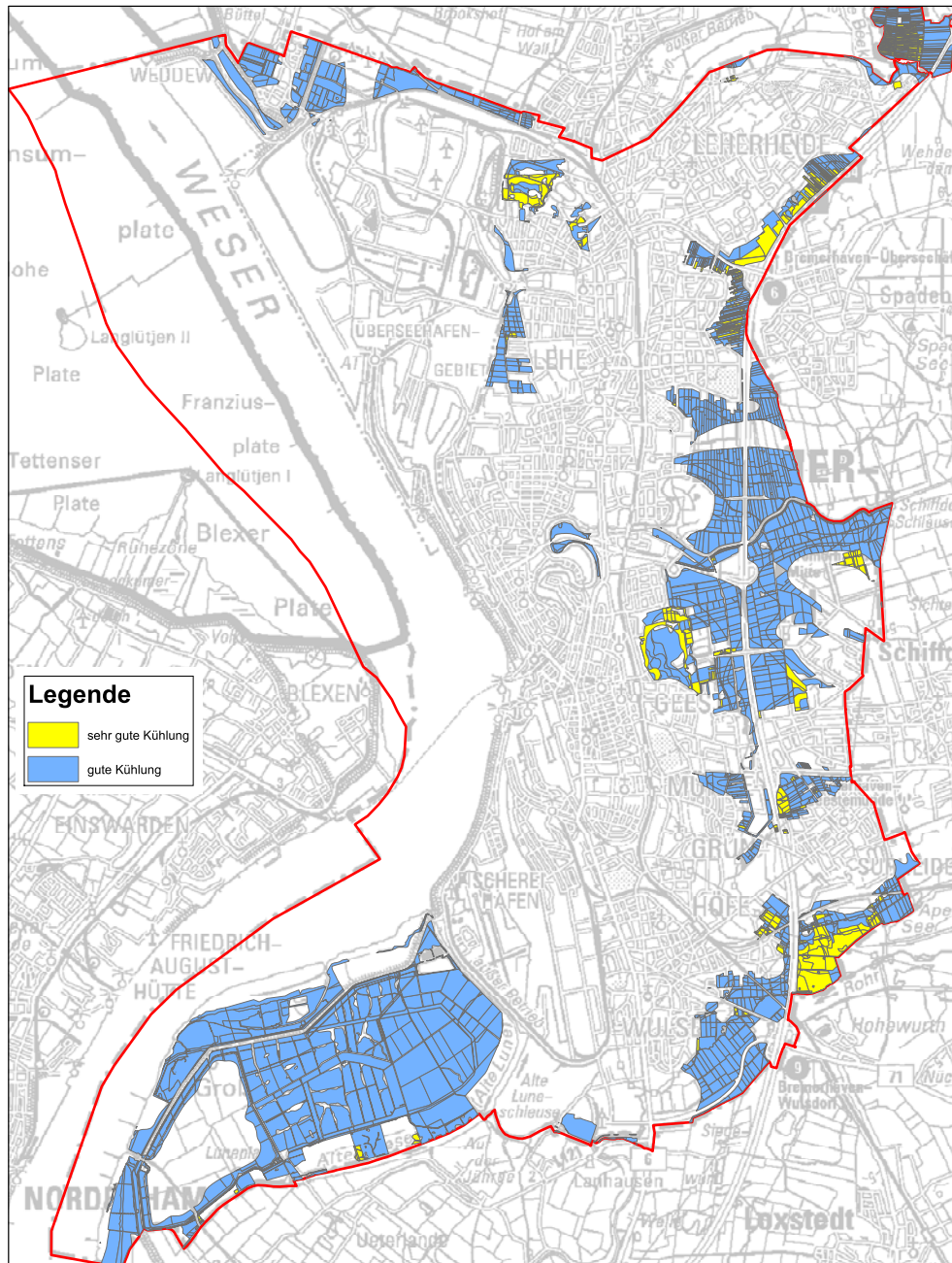


Abb. 23: Böden mit hoher und sehr hoher Kühlleistung

5.7 Befahrbarkeit

Böden mit einer hohen potentielle Verdichtungsempfindlichkeit können unter feuchten Bedingungen beim Befahren verdichtet werden und somit in ihren Funktionen, z.B. Ertragsfähigkeit, beeinträchtigt werden. Ausgehend von der Bodenkundlichen Feuchte (BKF) werden bei der Berechnung der potentiellen Verdichtungsempfindlichkeit der Mineralböden folgende Bodenparameter berücksichtigt: Bodenart, Humusgehalt, Carbonatgehalt, Grobbodenanteil und der Verfestigungsgrad von Horizonten. Die Berechnungen beziehen sich auf eine Tiefe bis zu 35 cm. Besonders die Auenböden und kleiüberdeckten Moore sind gegenüber Verdichtungen sehr empfindlich (Abb. 24) (Shape-Datei: Spalte SM in Bodenkarte_201610_b.shp und Layer-Datei: Verdichtungsempfindlichkeit.lyr).

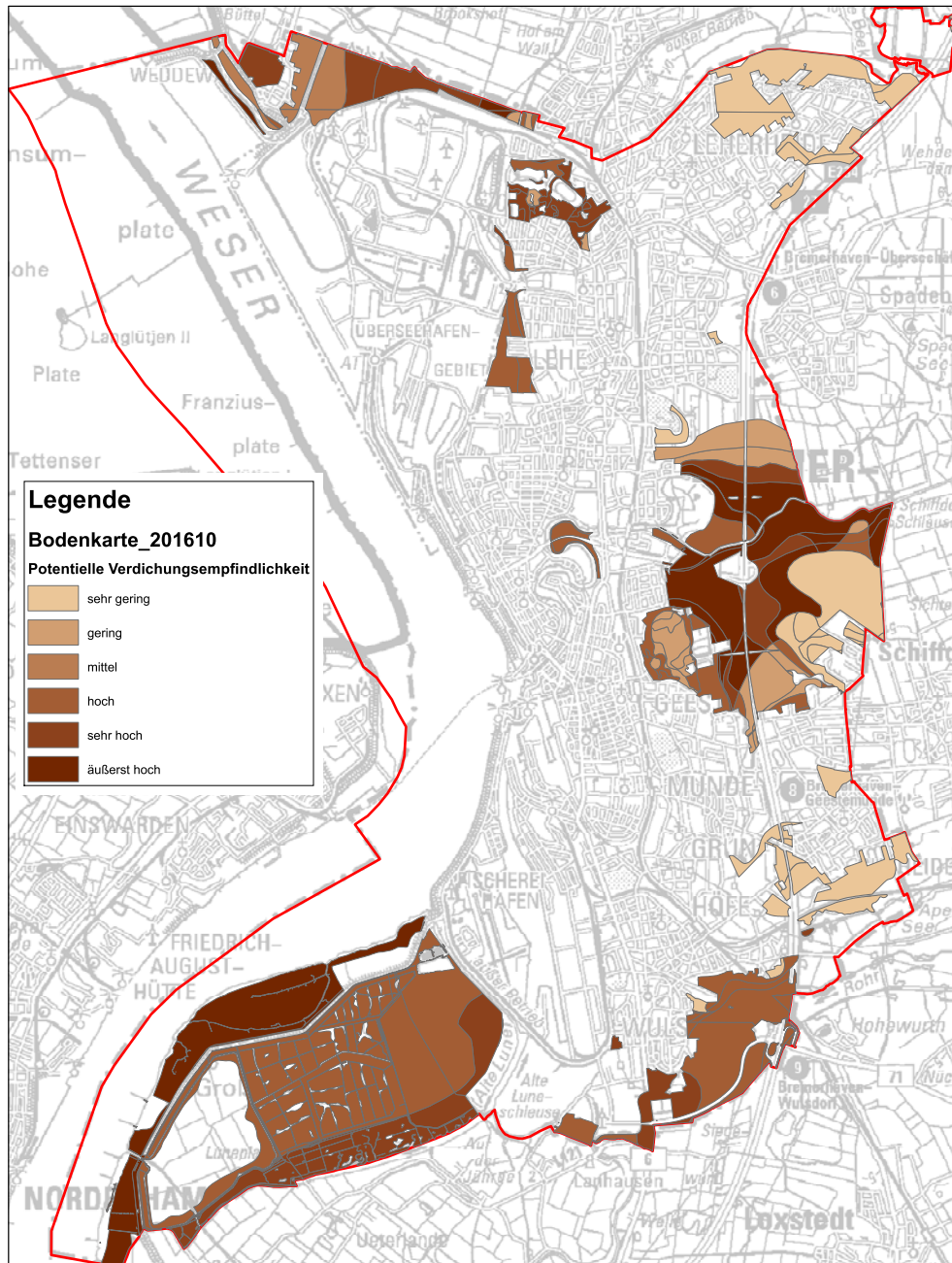


Abb. 24: Potentielle Verdichtungsempfindlichkeit der Mineralböden

5.8 Archivfunktion

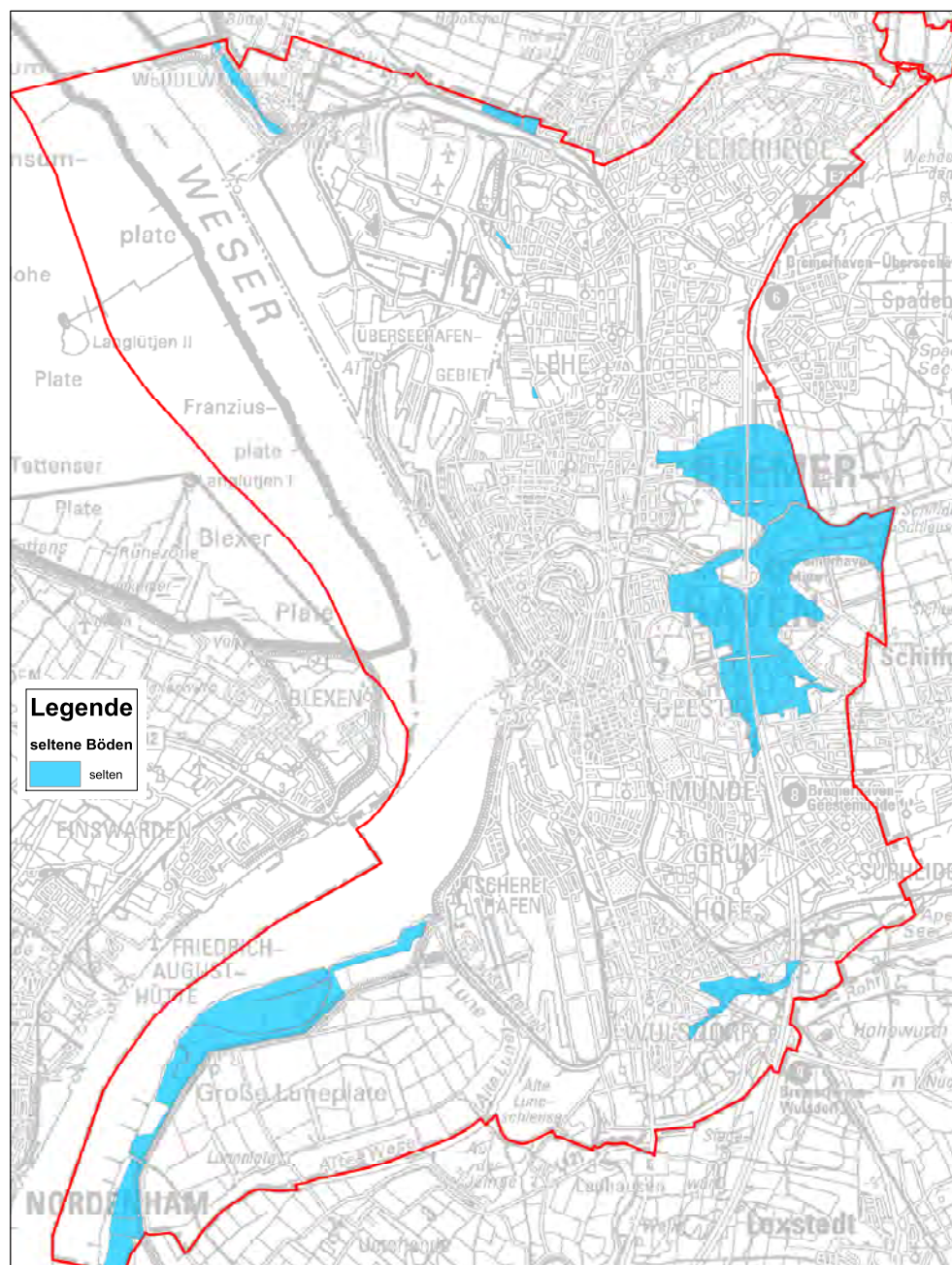
Neben den seltenen Böden sind kulturhistorische, durch den Menschen veränderte Böden, von besonderem Interesse.

5.8.1 Seltene Böden

Auf der Grundlage der Verteilung der Bodentypen in Niedersachsen (M. 1:50000) wurden die Böden innerhalb von Bremen (Land) im Hinblick auf deren flächenhafte Verbreitung bewertet (Boess et al. (2002), Gunreben & Boess (2008)). Als seltenen Böden werden dargestellt, Böden, die einen Anteil von - bis zu 0,4 % im Bezugsraum Niedersachsen/Bremen und - bis zu 1,5 % in der Bodenregion haben (Tab. 6 u. Abb. 25). Hinzu kommen noch Böden, die sehr feucht sind (Bodenkundliche Feuchte größer gleich 9) oder über eine sehr geringe effektive Kationenaustauschkapazität verfügen, diese treten in Bremerhaven nicht auf. Nach (Gunreben & Boess, 2008) sind Gleye und Pseudogleye nicht zu den seltenen Böden zu zählen, diese Böden werden daher nicht mehr betrachtet (Shape-Datei: Spalte SELTEN in Bodenkarte_201610_b.shp und Layer-Datei: SelteneBoeden.lyr).

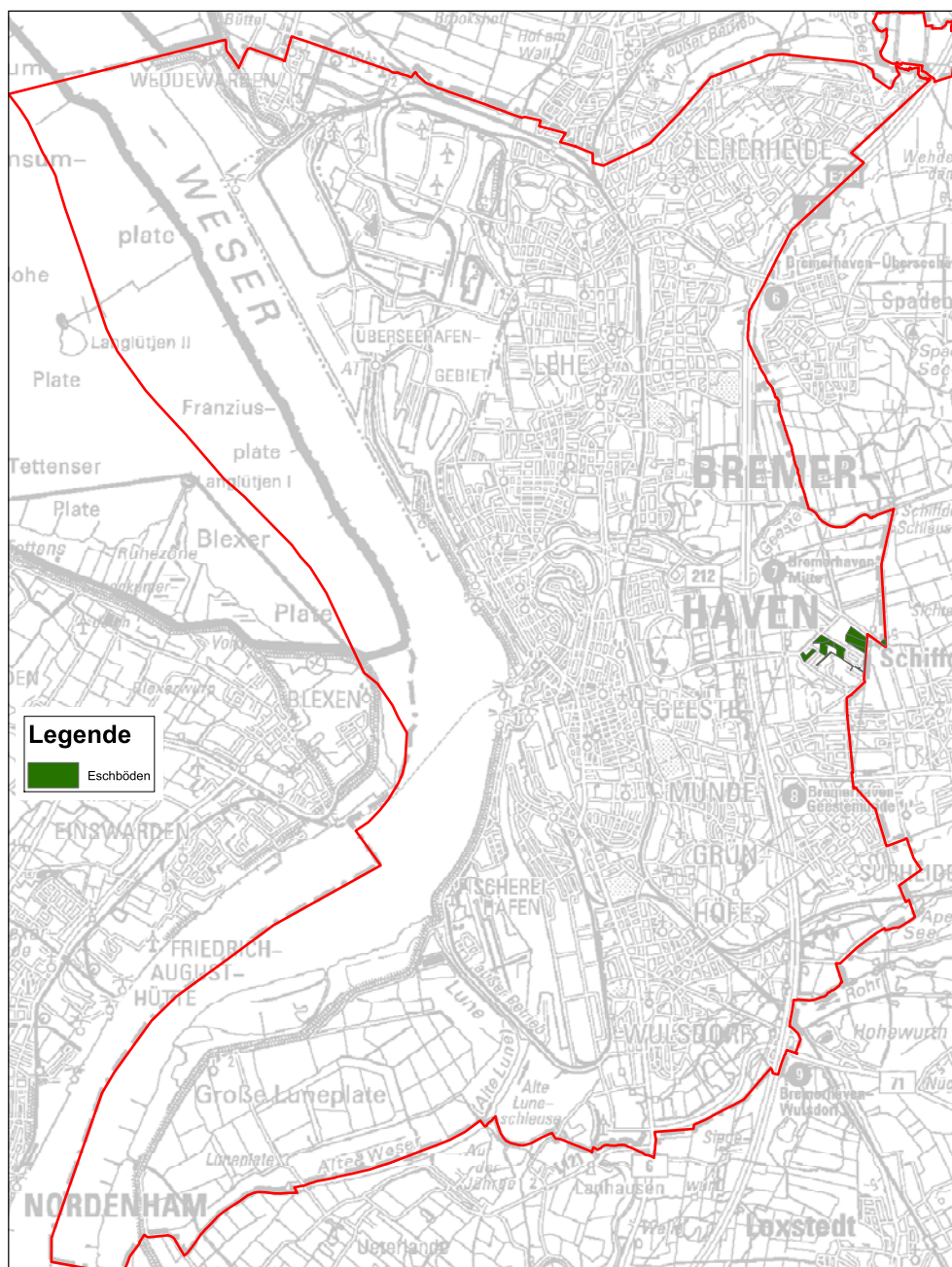
Tab. 6: Seltene Böden in Bremen (Land)

Kürzel	Bodentyp Klartext
MN/HN32	Mittleres Niedermoor mit Kleimarschauflage
MN/HN33	Mittleres Niedermoor mit Kleimarschauflage
MN/HN43	Tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
MN/HN44	Tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
MN/HN53	Sehr tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
MN/HN54	Sehr tiefes Niedermoor mit Kleimarschauflage
MO43	Tiefe Organomarsch
MR23	Flache Rohmarsch



5.8.2 Kulturhistorische Böden

Es gibt nur sehr geringe Flächenanteile an kulturhistorischen Böden, es handelt sich um Eschböden. Ein Teil der gekennzeichneten Fläche wird aktuell als Baugebiet genutzt (Abb. 26) (Shape-Datei: Eschböden_20160814.shp, Layer: Eschboeden.lyr).



6 Gesamtbewertung der Bodenfunktionen

Die Berücksichtigung bei der zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen orientiert sich an dem niedersächsischen Leitfaden (Engel, 2013). Hier werden für Flächen außerhalb von Siedlungen die Lebensraumfunktion (natürliche Bodenfruchtbarkeit und besondere Standorteigenschaften) sowie die Archivfunktion (für Naturgeschichte, Kulturgeschichte und Seltenheit (optional) vorgeschlagen. Die einzelnen Bodenfunktionen werden dabei in die Klassen 1 bis 5 eingeteilt. Für diese Karte wurden ausgewertet: Ertragsfunktion (5.1), Speicherfunktion für pflanzenverfügbares Bodenwasser (5.4), Austauschhäufigkeit des Bodenwasser, um den potentiellen Rückhalt für Nitrat bewerten zu können (5.3), Bindungsstärke des Oberbodens für Schwermetalle am Beispiel des Cadmiums (5.5) sowie seltene und kulturhistorische Böden (5.8) (Shape-Datei: Spalte GESAMT in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: GesamtbewertungBoeden_20191128.lyr).

Tab. 7: Zusammenfassung der bewerteten Teilfunktionen zur einer Gesamtbewertung für Böden außerhalb von Siedlungsräume, verändert nach (Engel, 2013)

Einzelbewertung der Teilfunktionen	zusammenfassende Bewertung
Archiv der Natur- oder Kulturgeschichte (Wertstufe 5) 2 * Wertstufe 5	höchste Schutzwürdigkeit
1 * Wertstufe 5 und mindestens 1 * Wertstufe 4	
1 * Wertstufe 5 und alle anderen Wertstufen < 4 2 * Wertstufe 4	hohe Schutzwürdigkeit
1 * Wertstufe 4 und mindestens 1 * Wertstufe 3	
1 * Wertstufe 4 und alle anderen Wertstufen < 3 2 * Wertstufe 3	erhöhte Schutzwürdigkeit
1 * Wertstufe 3 und mindestens 1 * Wertstufe 2	
1 * Wertstufe 3 und alle anderen Wertstufen < 2 mindestens 1 * Wertstufe 2 Naturnähe (Wertstufe 2)	allgemeine Schutzwürdigkeit
alle Wertstufen 1	geringe Schutzwürdigkeit

Der überwiegende Teil der Bremerhavener Böden ist der Klasse „regional höchste Schutzwürdigkeit“ eingeordnet.

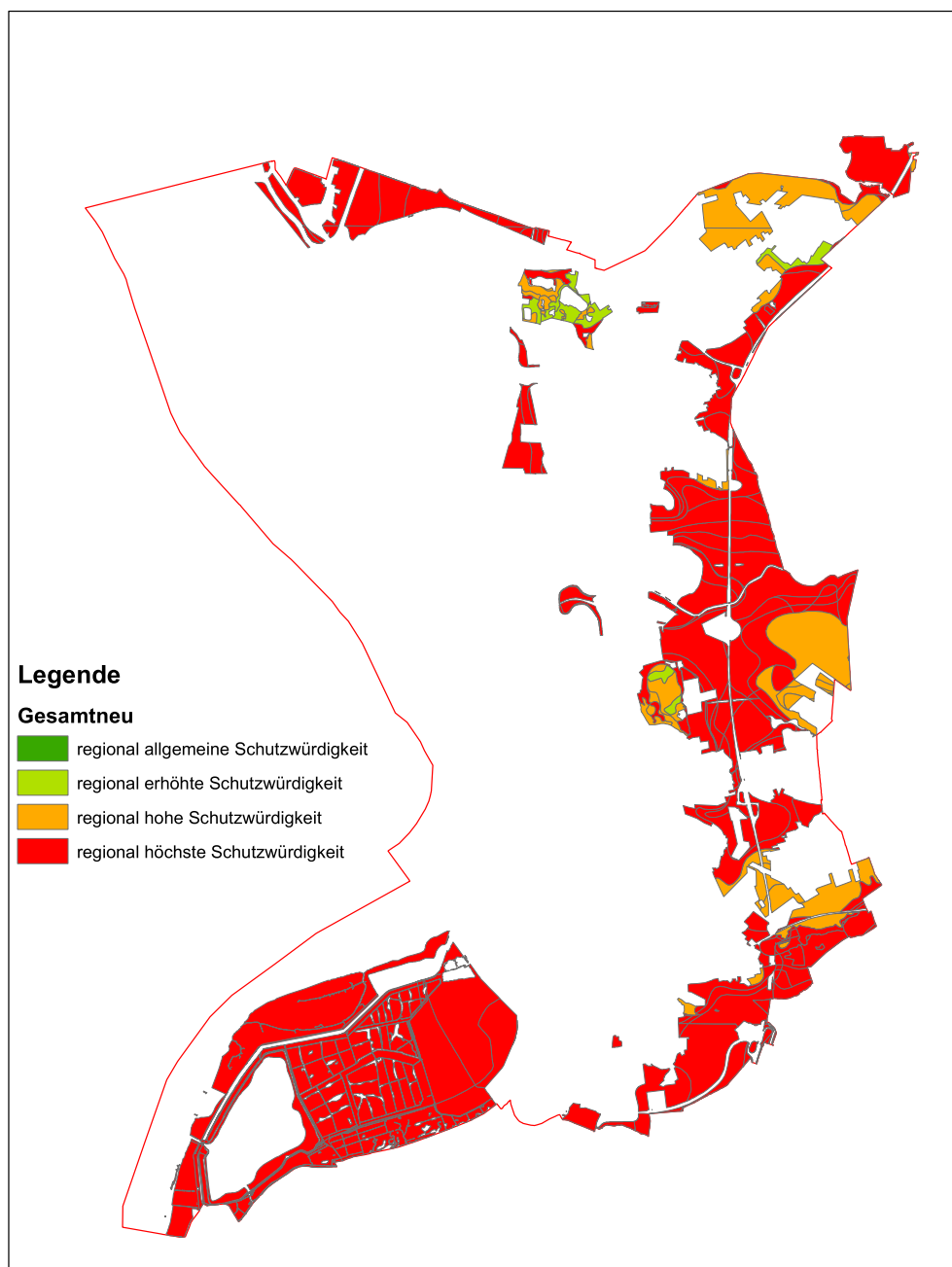


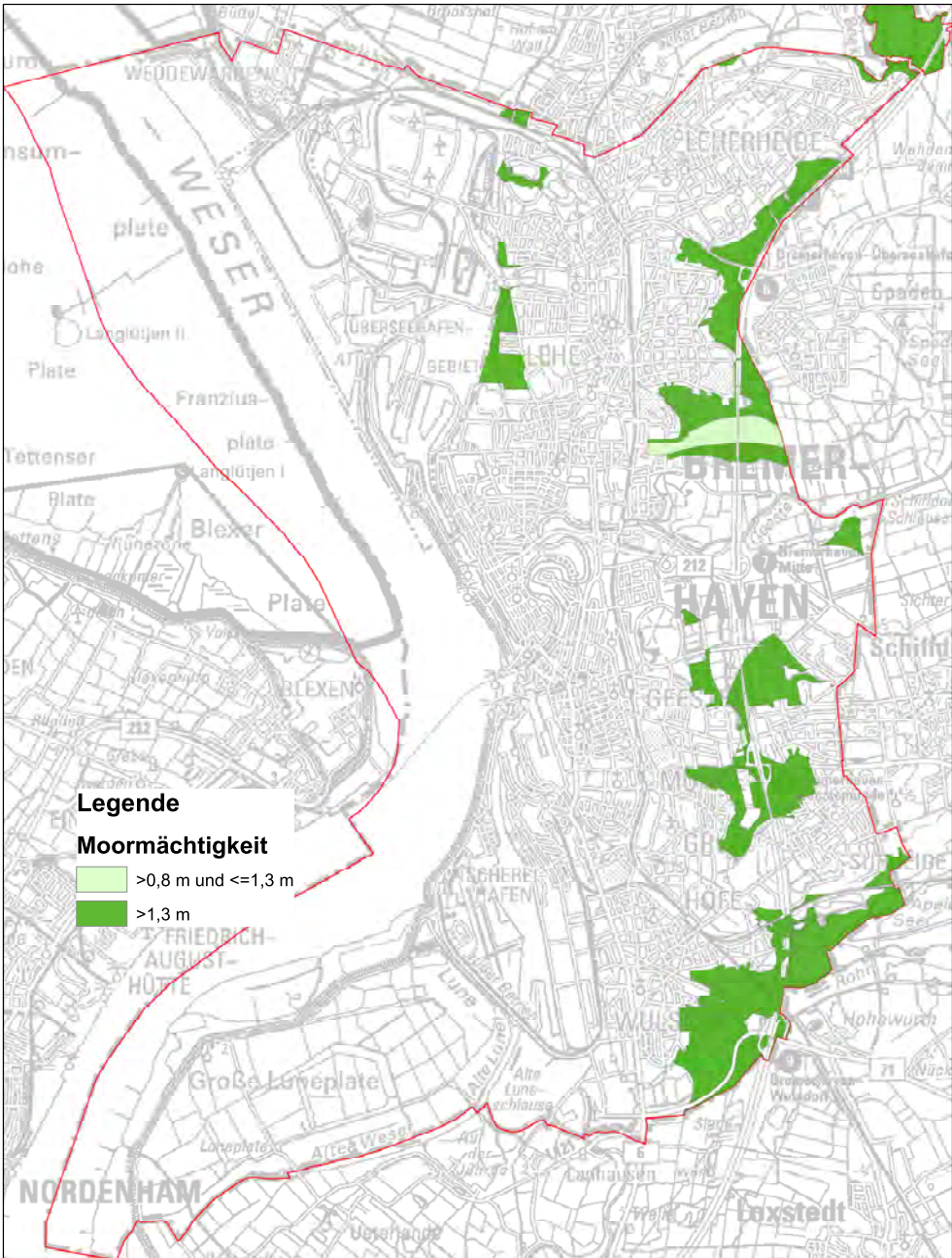
Abb. 27: Zusammenfassende Bewertung der Bodenfunktionen

7 Organische Böden

Die Moore enthalten sehr viel Kohlenstoff. Bei der Nutzung der Moore wird kontinuierlich Kohlenstoff als Kohlendioxid oder Methan aus diesen Böden, je nach Entwässerungsintensität freigesetzt.

7.1 Moorverbreitung

Anhand der Bodentypen mit Torfen im Unterboden wurde ein Auszug aus der Bodenkarte erstellt (Abb. 28). Es sind Bereiche mit Moormächtigkeiten $> 0,8$ und $> 1,3$ m ausgewiesen. Durch die Nutzung und Entwässerung dieser Moorflächen ist jedoch mit einem Verlust an Torfen zu rechnen. Da die Mächtigkeitsangaben z.T. bis 4 Jahrzehnte alt sind, können heute deutlich geringe Torfmächtigkeiten vorhanden sein. Bei Grünlandnutzung ist von Höhenverlusten von 0,5 bis 1,0 cm / Jahr auszugehen. Bei 40 Jahren wären dies 0,2 bis 0,4 m an Torfverlusten. Im Rahmen einer Masterarbeit ist eine Überprüfung der Moorverluste geplant (Shape-Datei: Spalte Moormaecht in Bodenkarte_201610_b.shp und Layer-Datei: Moormächtigkeit.lyr).



7.2 Kohlenstoffvorräte

Die Vorräte an Kohlenstoff sind für klimatische Fragen und für Fragen der Bodennutzung von Bedeutung. Es war zunächst geplant die Vorräte für Bremerhaven zu berechnen. Es zeigt sich aber, dass die Datengrundlage für exakte Auswertungen nicht ausreichend ist. Es müssten Zahlen zu den Lagerungsdichte und den Humusgehalten aus den relevanten Schichten vorliegen. Es wurden daher nur alle kohlenstoffhaltigen Böden mit einem Humusgehalt von $> 8 \%$ in Anlehnung an (Schulz et al., 2015) ausgewiesen. Es sind dies alle Moorböden, auch mit Kleiauflagen, Organomarschen, einige Knickmarschen sowie einige Gleye bzw. Podsol-Gleye (Abb. 29) (Shape-Datei: Spalte Organische in Bodenkarte_201911.shp und Layer-Datei: OrganischeBoeden_20191128.lyr).

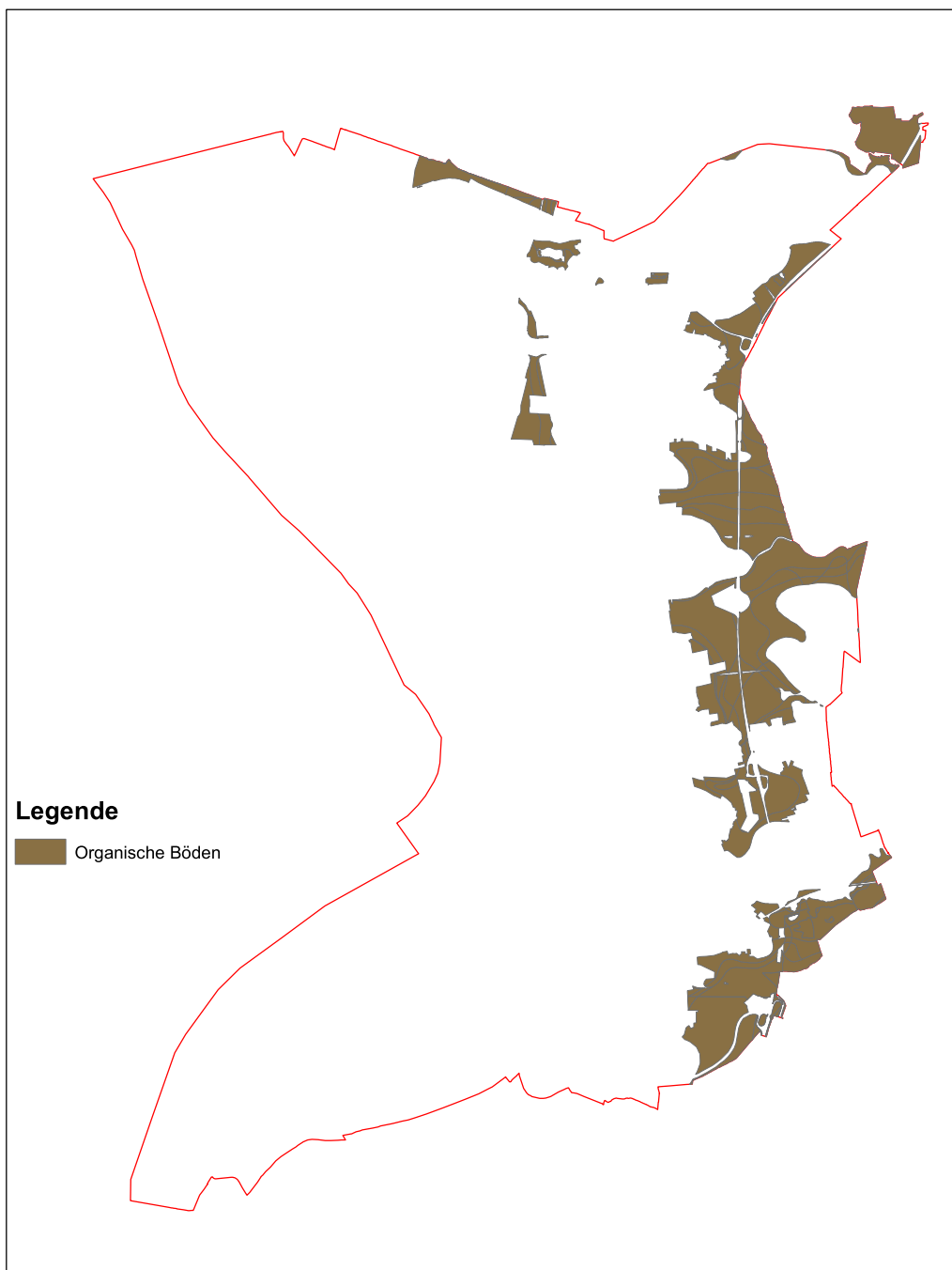


Abb. 29: Organische Böden mit mehr als 8 % Humus

8 Potential für Regenwasserversickerung

Zur Abschätzung der Möglichkeiten zur Versickerung von Regenwasser wurde die Bohrdatenbank für das gesamte Stadtgebiet von Bremerhaven ausgewertet, zusätzlich wurden die Grundwasserstände berücksichtigt. Um Regenwasser versickern zu können, müssen die Böden ausreichend für Wasser durchlässig sein und das Grundwasser muss ausreichend tief stehen.

8.1 Auswertemethode

Aus der Petrographie werden Daten der Durchlässigkeit für Wasser (Kf-Wert) abgeleitet, hierzu wird die GCI-Software (Fuchs, 2010; Hoffknecht & Fuchs, 2014) verwendet. Zusätzlich werden die Werte der Durchlässigkeit auch anhand der Tabellen der Bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-Hoc-AG Boden, 2005) verwendet. Hierzu wird aus den petrographischen Angaben der Bohrungen die bodenkundliche Hauptbodenart abgeleitet werden. Die petrographische Hauptkomponente erhält den Wert 8 und bei den Nebenkomponten wird die Mengenangabe übernommen. Die Summe der Werte wird gleich 100 % gesetzt und dann für die Komponenten Ton, Schluff und Sand die prozentualen Anteile ermittelt. Reine Sand werden nach dem gleichen Verfahren in Fein-, Mittel- und Grobsande aufgeteilt. Mithilfe des Korngrößendreiecks (AD-Hoc-AG Boden, 2005) wird dann die Bodenart abgeleitet. Unter Berücksichtigung der Lagerungsdichte lassen sich dann die Kf-Werte bestimmen. Bei fehlenden Angaben zur Lagerungsdichte wird eine mittlere Lagerungsdichte angenommen. Beispiel S(u1,t), S=8, U=1, T=3, Summe = 8+1+3=12, prozentuale Anteile: 67 % Sand, 8 % Schluff und 25 % Ton, ergibt die Hauptbodenart: St2. Bei einer mittleren Lagerungsdichte (Ld3) ergibt sich nach Tab. 76 der KA5 ein Kf-Wert von 94 cm/d, entspricht $1,09 \cdot 10^{-5}$ m/s. Die Eignung für die Versickerung von Regenwasser wird nach Tab. 8 vorgenommen.

Kf-wert m/s	Eignung
$\leq 10^{-6}$	nicht geeignet
$> 10^{-6}$ bis $\leq 10^{-3}$	geeignet
$> 10^{-3}$	nicht geeignet
	Detailuntersuchungen erforderlich

Tab. 8: Eignung der Regenwasserversickerung abhängig von den Kf-Werten

Allen Bohrungen Bremerhavens wurden bis in 2 m Tiefe Kf-Werte zugeordnet. Allen Flächen der Geologischen Stadtkarte Bremerhavens wurden die Bohrungen mit den ermittelten Kf-Werten zugeordnet. Da die Auswertungen auch eine größere Streuung der Ergebnisse aufweisen, mussten die Flächen bewertet werden. Weisen innerhalb einer geologischen Einheit mehr als 50% der Bohrungen einen ausreichenden Kf-Wert auf, dann wird die Fläche als geeignet eingestuft, sind es nur 25% bis 50 % dann ist die Fläche nur bedingt geeignet und bei weniger als 25 % nicht geeignet. Zur Bewertung von einzelnen Grundstücken sind zusätzlich die vorliegenden Einzelbohrungen zu berücksichtigen. Zur Versickerung von Regenwasser sollte der Sickerraum mindestens 1 m mächtig sein, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasser-

stand (DWA-Regelwerk, Arbeitsblatt DWA-A 138, Grau et al. (2005)). Es liegen Daten zu den höchsten und mittleren Grundwasserständen regionalisiert vor, Daten zu den mittleren höchsten Grundwasserständen aber nicht. Für die weiteren Auswertungen wurden daher Bereiche mit einem Grundwasserdruckspiegelstand unter Flur $> 1,5\text{m}$ über dem mittleren Grundwasserstand klassifiziert dargestellt. Werten, Polygone der Geologischen Stadtkarte, wurden mit den Grundwasserdaten im $100 \times 100 \text{ m}$ Raster verschnitten. Die zusammenfassende Bewertung führt zu den Einstufungen: geeignet, bedingt geeignet und sehr wahrscheinlich nicht geeignet (Detailuntersuchungen erforderlich).

8.2 Kartenerstellung

Für die Erstellung der Karte zu den Versickerungspotentialen in Bremerhaven wurde der Grundwassergleichenplan vom Frühjahr 2014 mit dem digitalen Geländemodell verschnitten und hieraus ein Grundwasserdruckspiegelstand unter Flur berechnet. Da die Grundwasserstände im Frühjahr im Mittel um $0,26 \text{ m}$ höher als das gesamte Mittel aller Grundwasserstände liegen, wurden die Oberkante des Sickerraumes berechnet mit: Grundwasserdruckspiegel in mNN vom Frühjahr 2014 plus $1,24 \text{ m}$. Alle Grundwasserstände beziehen sich auf Rasterzellen in einer Größe von $100 \times 100 \text{ m}$ (Abb. 30) (Shapedatei: Regenwasservers_20191128.shp, Layer: Regenwasservers_20191128.lyr).

8.3 Legendeneinheiten

Regenwasserversickerung: geeignet, bedingt geeignet und sehr wahrscheinlich nicht geeignet (Detailuntersuchungen erforderlich), mit ergänzenden Spalten: Eignung nach Kf-Werten: geeignet, bedingt geeignet und nicht geeignet und der Grundwasserflurabstände: geeignet und nicht geeignet.

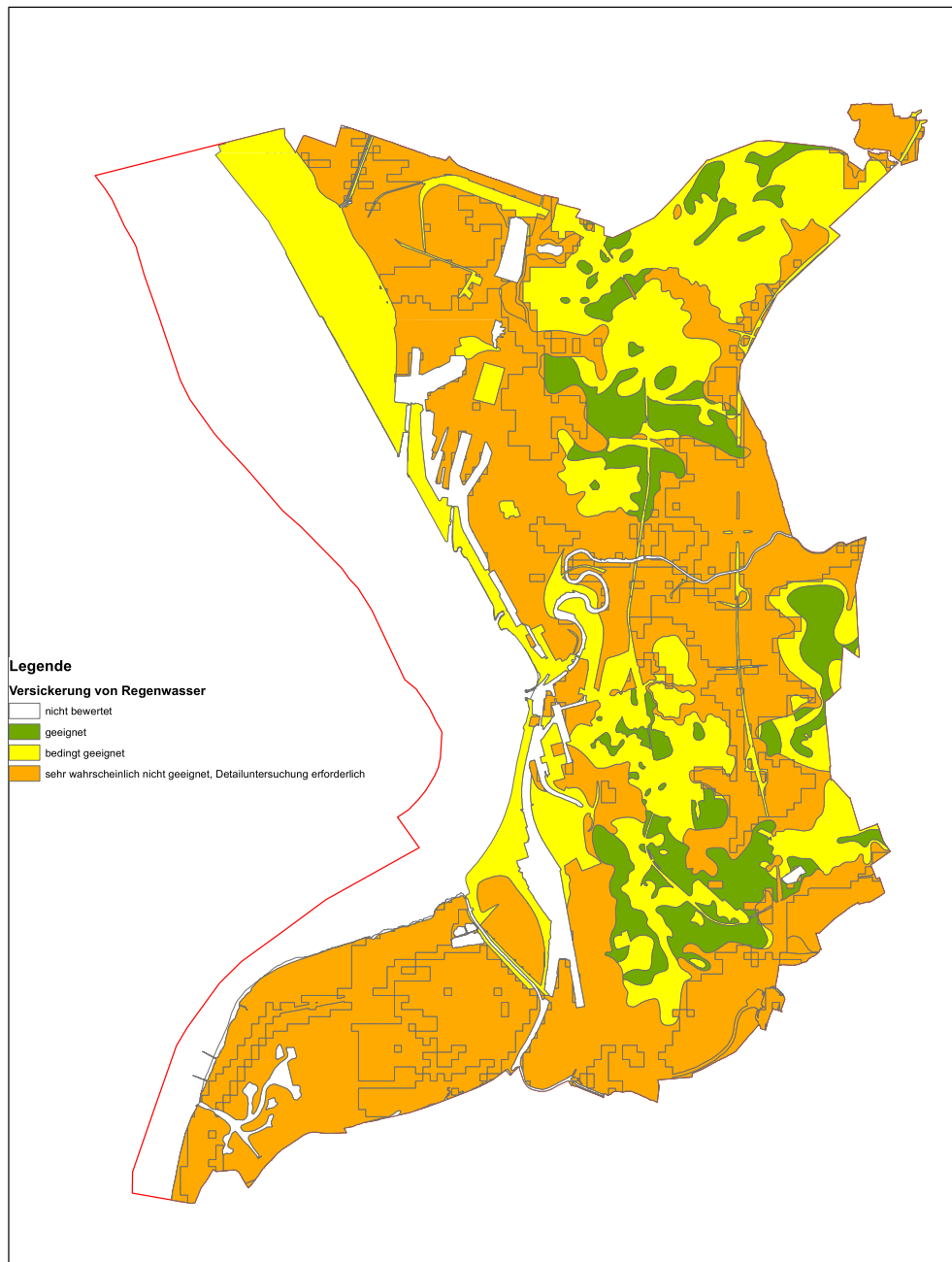


Abb. 30: Möglichkeiten zur Versickerung von Regenwasser unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit der Böden für Wasser und der Grundwasserstände

9 Geotope, alte Deiche und weitere Bauwerke und Wurten auf der Luneplate

Geotope sind ähnlich den Biotopen ein schützenswertes Gut der Allgemeinheit. Im Gegensatz zu Biotopen sind Geotope ein Fenster in die Vergangenheit der Erdgeschichte. Ein einmal zerstörtes Geotop kann in den meisten Fällen nicht mehr gerettet werden und ist somit ein verlorenes Indiz für die Rekonstruktion der Erdgeschichte vor Ort. Für Geowissenschaftler sind diese Orte wichtige Bestandteile zur Entwicklung von Modellen zum Aufbau der Erde und der auf ihr stattfindenden Prozesse. Aus diesem Grund sind die Geologischen Dienste der einzelnen Bundesländer sich 1994 darüber einig geworden, diese Fenster zur Erdgeschichte zu erfassen und gegebenenfalls zu schützen. Der Begriff Geotop umfasst Quellen, Landschaftsformen oder Aufschlüsse aus Gesteinen oder Sedimenten. Quellen sind Austritte des Grundwassers und haben in ihrem Wasser chemische Informationen über den Untergrund aus dem es stammt. Landschaftsformen hingegen sind Zeugnisse der Prozesse die auf der Erdoberfläche stattfanden. Aufschlüsse vermitteln hingegen den Aufbau der Erdkruste oder die Lebensgeschichte der Erde, wenn in ihnen Fossilien oder Minerale erhalten sind. Doch Schutz und Erfassung reichen nicht aus um diese erdgeschichtlichen Zeugnisse zuverlässig zu schützen. Nur wirksame Öffentlichkeitsarbeit mit dem Thema Geotop wird diese Fenster zur Erdgeschichte in den Regionen auf Dauer bewahren können. Zu diesem Zweck wurde für die Stadt Bremerhaven eine Liste der Geotope mit ihrer spezifischen Beschreibung durch den Geologischen Dienst für Bremen erstellt. Die in Bremen erfassten Geotope sind Zeugnisse des Erdzeitalters Quartär (2,6 Millionen Jahre vor heute).

Zur Ausweisung als Geotop bzw. geomorphologische Besonderheiten werden zunächst 15 Einheiten vorgeschlagen (Abb. 31):

1. Fehrmoor
2. Alte Geesteschleife
3. Geestrand Reinkenheide
4. Findling am Schifffahrtsmuseum
5. Rohrniederung
6. Wattbereich
7. Tidepolder auf der Luneplate
8. Landschaftsbauwerk höchster Geländepunkt
9. Jedutenberg
10. Deichrest alter Lunedeich
11. Deichreste auf der Luneplate
12. Wurten auf der Luneplate

Es ist hierzu eine Abstimmung erforderlich, welche Objekte im Landschaftsprogramm berücksichtigt werden sollen.

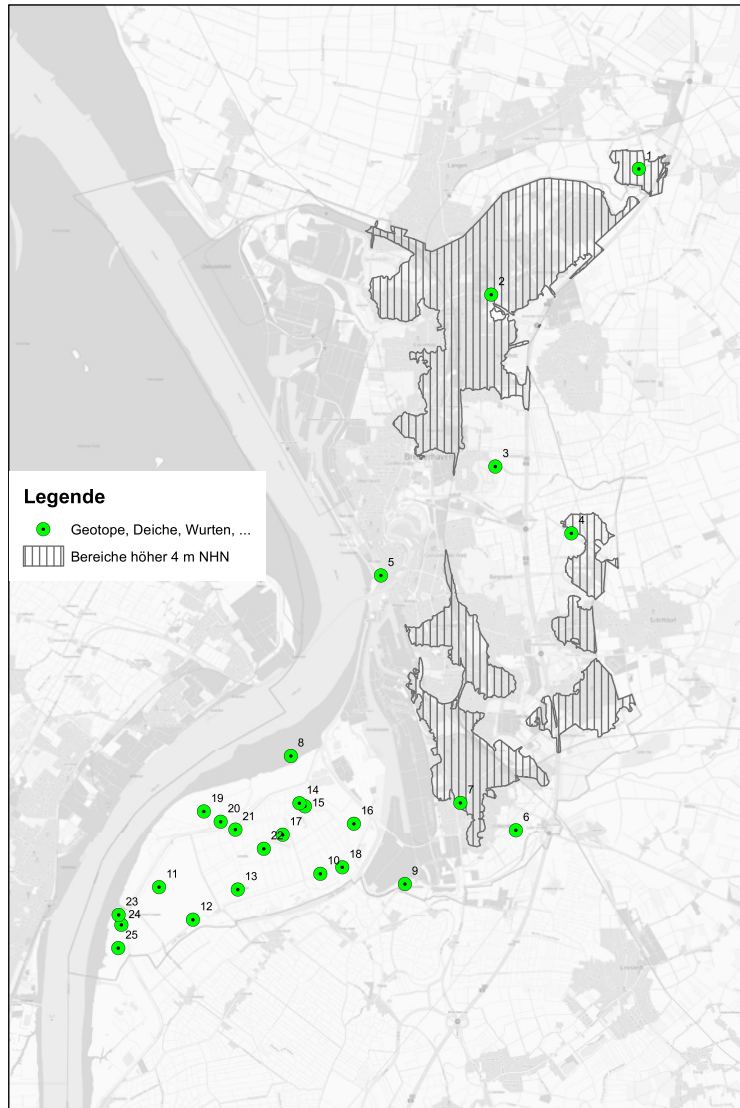


Abb. 31: Geotope, alte Deichreste, Wurten und weitere anthropogene Bauwerke

9.1 Geotope

9.1.1 Fehrmoor

Das Hochmoor Fehrmoor liegt geografisch als Exklave nordöstlich Bremerhavens. Seine Größe beträgt 51 ha. Die Entstehung begann vermutlich vor rund 7000 Jahren. Dies konnte eine Handbohrung erkunden, die im Jahre 2017 abgeteuft wurde. An dieser Stelle wurde auch die größte Torfmächtigkeit erkundet werden (Lebrecht-Zollgreve, 2018). Es wurde eine Probe aus dem untersten Torf geborgen (5,9 m) und pollenanalytisch untersucht. Die Analyse ergab einen Entstehungszeitraum der ersten Torfbildung auf etwa 5000 v.Chr. (Mittlere Wärmezeit; Mittelsteinzeit). Das schließt ein noch älteres Entstehen nicht aus, was durch weitere Bohrungen erkundet werden könnte. Im Fehrmoor kommen kleinflächig noch wertvolle Bulttorfmoose vor (Abb. 32)und auch die Moorlilie (Abb. 33).

Das Geotop Fehrmoor ist durch anthropogene Zersiedlung belastet. Zudem findet im Hochmoore und im Umfeld eine weitere Entwässerung durch Gräben statt, so dass in trockenen Bereichen die Ausbreitung von Gehölzen zunimmt. Daher sind derzeit Bestrebungen im Gange, eine bessere Wasserhaltung und somit eine Rettung des Geotops zu gewährleisten. Die Möglichkeiten einer Vernässung des östlich Teils wurden von Vowinkel (2012) untersucht.



Abb. 32: Torfmoose im Fehrmoor



Abb. 33: Moorlilien im Fehrmoor

9.1.2 Alte Geesteschleife (Ackmann)

1892 wurde der kurze Durchstich erstellt und die Geesteschleife vom Fluss abgetrennt. Innerhalb der alten Geesteschleife entstanden in den späten 1950er Jahren die ersten Kleingärten, die offiziell angelegt wurden. Diese Kleingärten dehnten sich auf dem Ackmann immer weiter aus, bis sie schließlich um 1980 den gesamten inneren Bereich der Geesteschleife belegt hatten.



Abb. 34: Durch Bäume markierte alte Geesteschleife

9.1.3 Geestrand Reinkenheide

Die Eismassen der Weichsel-Eiszeit erreichten Bremen nicht mehr, jedoch war Bremen besonders starken Winden sowie einer feuchteren Witterung ausgesetzt, vergleichbar mit dem heutigen Sibirien. In dieser Zeit der großen Wasserströme des heutigen Nordwestdeutschlands entstanden die Geestränder (Abb. 35 u. 36). Die gewaltigen Wassermengen, die talwärts Richtung Nordsee unser heutiges Gebiet durchflossen, spülten sehr viel des eiszeitlichen Materials in die Nordsee, zurück blieben die Rändern – schön zu sehen heute im Bereich Bremerhaven-Reinkenheide.

Die Abgrenzung zwischen Geest und Marsch ist im digitalen Geländemodell klar zu erkennen (35). Für die Abgrenzung der höheren Geestflächen dient die 4 mNN-Linie (Abb. 36) (Shapedateien: Geotope.shp, GeomorphologieCopy.shp, Alte_Deiche1.shp, Layer: Geotope_Geomorphologie.lyr).

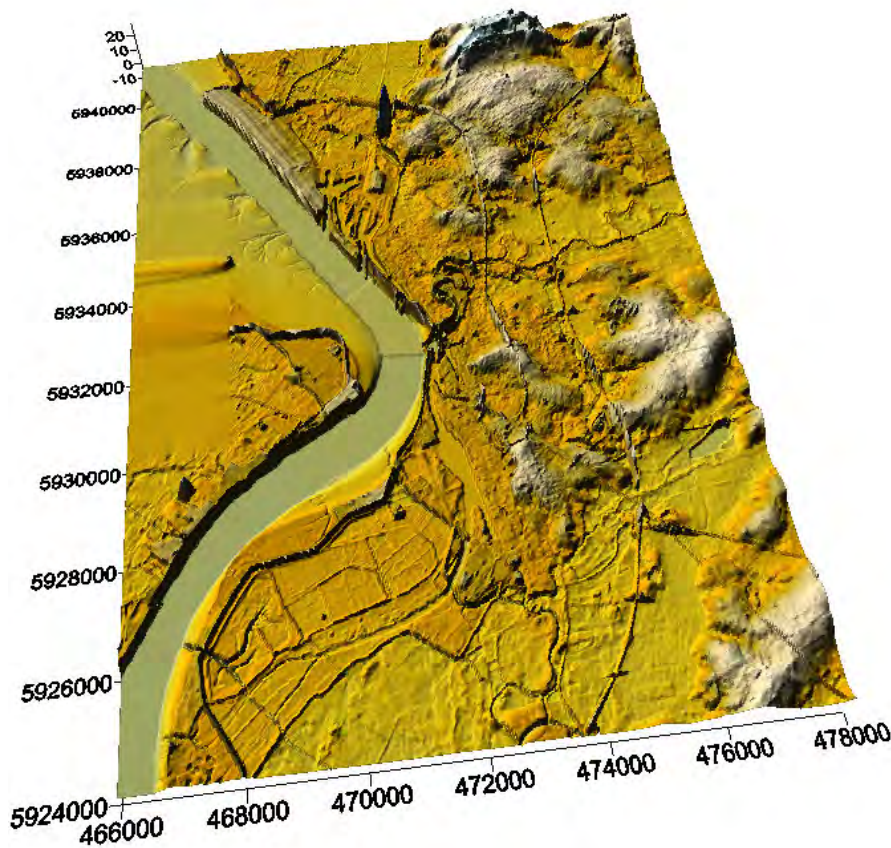


Abb. 35: Digitales Geländemodell von Bremerhaven, 25 m Raster aus DGM5 erstellt, Daten vom Vermessungs- und Katasteramt)

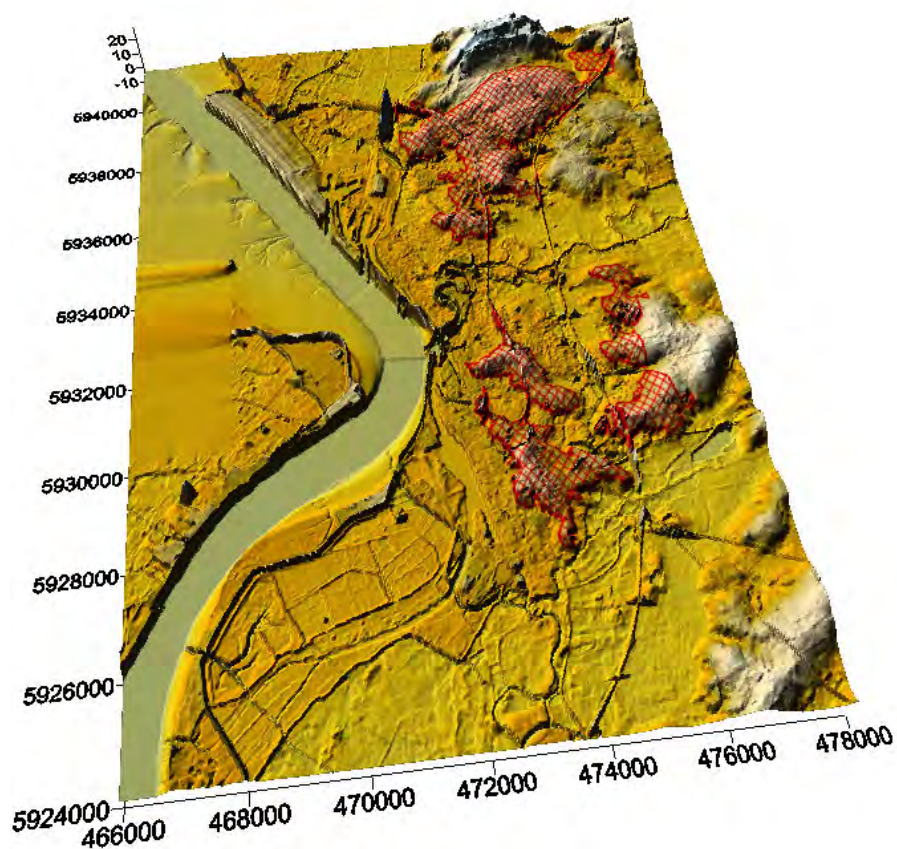


Abb. 36: Digitales Geländemodell von Bremerhaven, 25 m Raster aus DGM5 erstellt, Daten vom Vermessungs- und Katasteramt, Schraffur gleich Geestbereiche höher als 4 mNN)

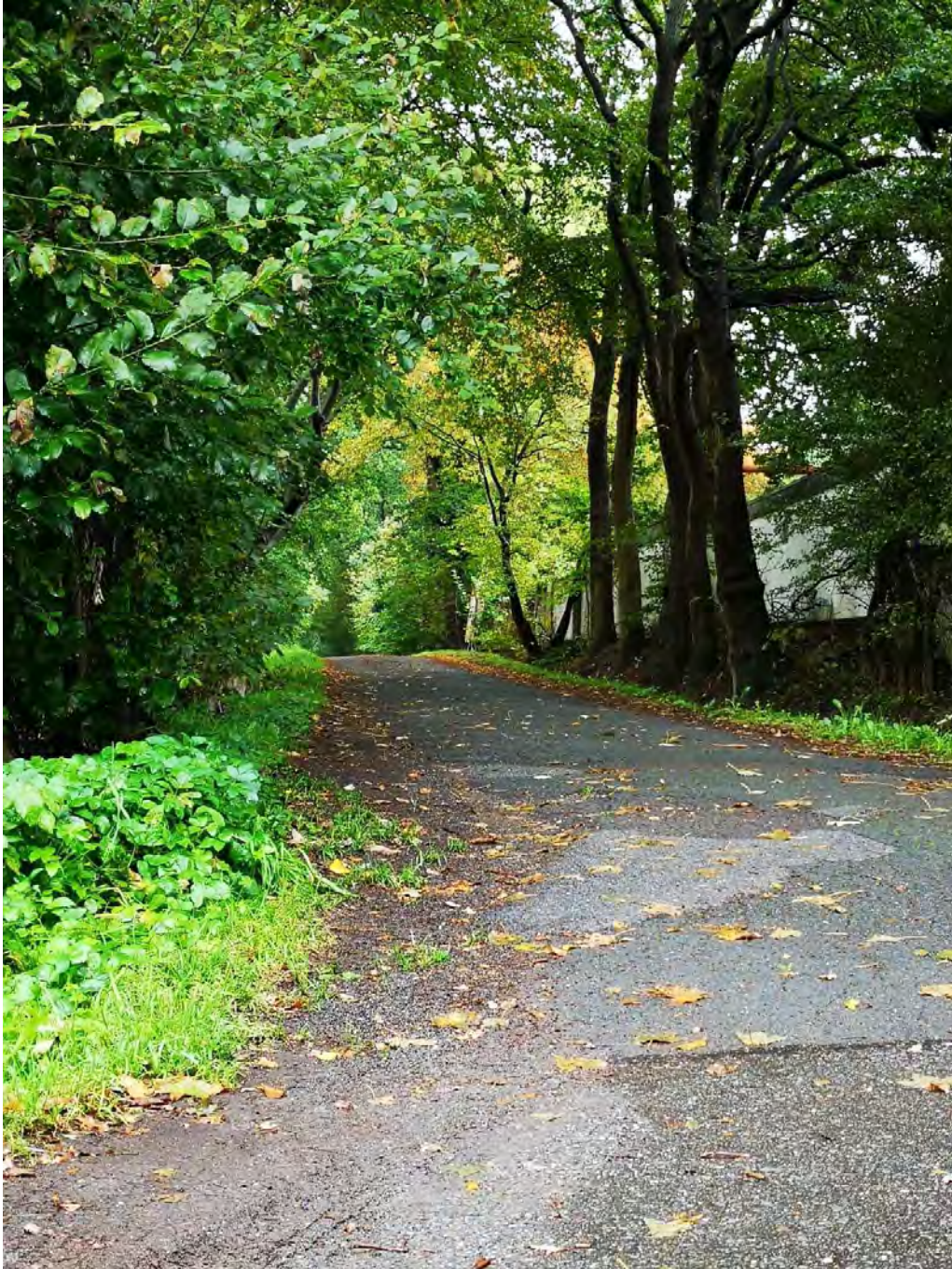


Abb. 37: Rand der Geest bei Reinkenheide

9.1.4 Findling am Schiffahrtsmuseum

Im Quartär kam es zu den drei Eiszeiten Elster, Saale und Weichsel. Das Stadtgebiet Bremen war in der Elster- und Saale-Eiszeit von den Gletschermassen bedeckt. Diese Gletscher transportierten Gesteinsfragmente aus Skandinavien mit sich, die heutigen hier gefundenen Findlinge stammen aus unterschiedlichen Gebieten. Der große Granitklotz wurde im Jahre 1969 beim Bau der Stromkaje am Container-Terminal gefunden und am Schiffahrtsmuseum aufgestellt. Sein ungefähres Gewicht beträgt 18 Tonnen (Abb. 38).



Abb. 38: Findling am Schiffahrtsmuseum

9.1.5 Rohrniederung

Das Flösschen „Rohr“ im südlichen Bremerhaven hat seinen Namen vom Schilfrohr/Röhricht. Die Quelle der Rohr liegt auf der östlich anschließenden Geest; sie mündet bei Lanhausen in die Lune. Der ab Ende des 19. Jahrhunderts begradigte Flusslauf wurde durch Kompensationsmaßnahmen in einigen Bereichen wieder natürlicher gestaltet (Flussaufweitungen, Mäander) (Abb. 39).



Abb. 39: Rohrniederung

9.1.6 Brackwasserwatt zwischen Weser und Nordsee

Das Weserwatt an der Grenze zu Niedersachsen ist das zweitjüngste Geotop in Bremerhaven – es entsteht und verändert sich weiterhin – es ist also eine sich selbst weiterentwickelnde Landschaft (Abb. 40). Als Watt bezeichnet man Flächen in der Gezeitenzone der Küsten, die bei Niedrigwasser trocken fallen. Sedimentwatten entstehen durch Ablagerungen von Schwebstoffen, die durch Flüsse ins Meer transportiert wurden und sich in der Gezeitenzone absetzen. In der Bodenkunde werden Wattsedimente bei den semisubhydrischen Böden eingeordnet. Der entsprechende Bodentyp wird in Deutschland ebenfalls als Watt bezeichnet. Schlickwatt hat Ton- und Schluffanteile von über 50 %. Es besteht besonders an geschützten Stellen, z. B. im Inneren von Buchten oder im Windschatten von Inseln. Es wird weniger umgelagert als Sand- oder Mischwatt und ist dementsprechend besonders sauerstoffarm. Hier findet vor allem Biodeposition statt, so dass sich hier besonders nährstoffreiche Gebiete bilden. Das Watt ist besonders dunkel, da aufgrund der Sauerstoffarmut der Reduktionshorizont, bei dem Schwefelwasserstoff fein verteiltes Eisen als Eisensulfid ausfällt und so den Boden schwarz färbt, oft nur wenige Millimeter unter der Oberfläche liegt.



Abb. 40: Wattbereich

9.1.7 Tidepolder Luneplate

Halbnatürlich/trotzdem Geotop, das jüngste sich weiterentwickelnde Binnen-Wattengebiet ist durch die Öffnung des Weserdeiches erst möglich geworden. Der Tidepolder wurde 2012/2013 fertiggestellt (Abb. 41).



Abb. 41: Tidepolder auf der Luneplate

9.2 Alte Deiche und weitere Bauwerke

9.2.1 Höchster Punkt in Bremerhaven (Landschaftsbauwerk Cherbourger Straße)

Der höchste Punkt Bremerhavens ist mit dem so genannten „Landschaftsbauwerk“ die jüngste anthropogene Schaffung einer augenscheinlichen geomorphologischen Besonderheit (Abb. 42). Sein Entstehungsjahr liegt etwa in 2017, als die ersten Ablagerungen des Aushubes des künftigen Tunnels unter der Cherbourger Straße aufgefüllt wurden.



Abb. 42: Landschaftsbauwerk - höchster Punkt Bremerhavens

9.2.2 Jedutenberg

Der Jedutenberg hat eine Höhe von über 8,5 mNN. Die Auffüllung des Jedutenberges ist an seiner höchsten Erhebung etwa 3,5 m mächtig (Abb.43). Das Volumen des von Menschen aufgebrauchten Materials des Jedutenberg lässt sich nicht exakt bestimmen. Gehen wir von einer ehemaligen mittleren Basislage in Höhen von 5,5 mNN aus, dann lässt sich anhand des Digitalen Höhenmodells ein Volumen von 1325 m³ berechnen. Die Ausdehnung des Jedutenbergs bezogen auf den 5,5 mNN Basisline beträgt 21 m in der Breite und 41,5 m in der Länge. Dass der Jedutenberg mindestens in seinen oberen Teilen eine künstliche Aufschüttung ist, zeigt allein schon die Landschaftsform, die gegen eine natürliche Bildung spricht. Archäologische Untersuchungen ergaben für die Umgebung des Jedutenberges bereits früh menschliches Leben (Grunwald 1990). Solche künstlich aufgeschütteten Hügel dienten ab dem frühen Mittelalter der Sicherung und Alarmisierung der Bewohner der Umgebung vor Angreifern. Aber: Wann wurde dieser Berg von Menschenhand geschaffen?

Die Auswertung der Bohrerergebnisse zeigen, dass es einen ehemaligen Wasserzug gab, der, von Süden kommend, im Bereich des westlichen Endes des Jedutenberges hart um annähernd 90° nach Westen abknickte, um hier wiederum in Richtung der Weser abzufließen. Dieser Wasserzug namens „Jööch“ (Stuve mündlich) wird von Menschenhand dergestalt umgeformt worden sein, dass er mit kleinen Booten schiffbar war. In der Karte der Kurhannoverschen Landesaufnahme (1790) ist noch eine Niederung zwischen den Geestbereichen ausgewiesen (Abb. 31). Das Material der Auffüllung ist überwiegend Feinsand mit geringen Schluff- und Mittelsandanteilen; es ist von grauer bis grauschwärzlicher Farbe. Direkt unter der Auffüllung liegt ein alter Boden vor, welcher durch eine Podsolidierung nachweisbar ist. Darunter lagern in unterschiedlicher Mächtigkeit natürlich aufgewehte Dünensande. In der Auffüllung selbst fand nur eine geringe Bodenentwicklung statt, so dass dieser Boden als Regosol bezeichnet wird.

Die Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass der eigentliche Hügel mit dem beschriebenen grauen bis grauschwärzlichen Feinsand in relativ kurzer Zeit geschah. Durch die hohe Anzahl der aufgefundenen Pollen und das Mischungsverhältnis, aber besonders der Fund des Buchweizens, des Flachses und des Getreides kann man darauf vorsichtig schließen, dass der eigentliche Hügel in relativ kurzer Zeit ab ca. 1300 n. Chr. entstand. Das Material stammt vermutlich aus der näheren Umgebung aus den Rändern des Wasserzugs „Jööch“ bzw. aus den nördlichen bzw. südlichen angrenzenden Flächen, in denen heute an der Geländeoberfläche Feinsande nachgewiesen sind.



Abb. 43: Jedutenberg (Blick von Westen)

9.2.3 Deichrest alter Lunedeich



Abb. 44: Alter Deich am Lunesiel

9.2.4 Deichreste auf der Luneplate

Auf der Luneplate existieren alte Deichreste, die heute keine Schutzfunktion mehr ausüben. Sie geben ein Beispiel für die Deichbauaktivitäten zu unterschiedlichen Zeiten (Abb. 45).



Abb. 45: Alte Deiche auf der Luneplate und Deichrest an der Lune

9.3 Wurten auf der Luneplate

Eine Wurt (auch Warft, Wurth oder Wierde) ist ein aus Erde, Pflanzenresten und Siedlungsabfall aufgeschütteter Hügel, der dem Schutz von Menschen und Tieren bei Sturmfluten bzw. hohen Wasserständen dient. Auf einer Wurt können sich je nach Ausmaß Einzelgehöfte oder auch Tierbestände vor Hochwässern sichern. Die Form der Warften ist meist rund, manchmal aber auch langgestreckt. Sie kommen in den nordwestdeutschen Marschgebieten, in der Nordsee auf den Halligen sowie in den Niederlanden und im südwestlichen Dänemark vor. Die bereits seit dem 3. Jahrhundert v. Chr. entstandenen Hügel waren lange vor dem Deichbau der einzig wirksame Hochwasserschutz.

Auf der Luneplate, die seit Jan. 2010 zu Bremerhaven gehört, finden sich in einer Topografischen Karte von 1890 14 kleinere und größere Wurten (Abb. 46). Die größte ist die Wurt „Hirtenhaus“, die noch mit einem Wohngebäude bestanden war.

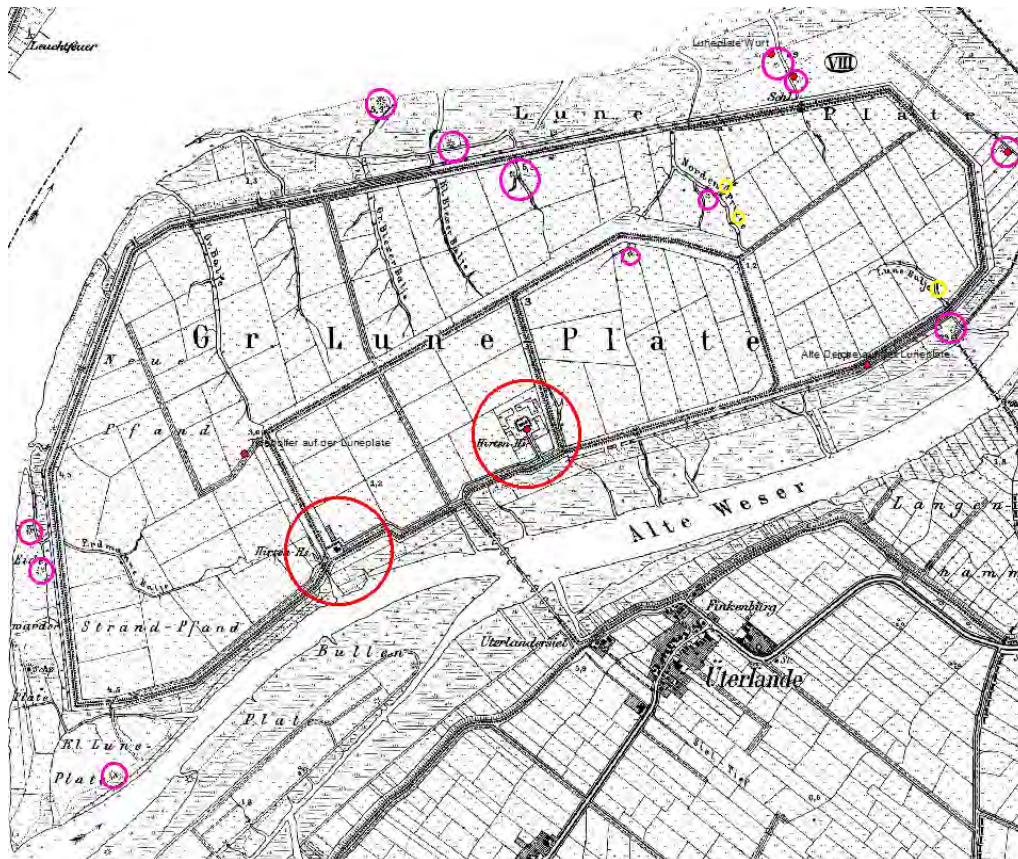


Abb. 46: Wurten auf der Luneplate, ehem. bewohnte rot umkreist

10 Verwendete Unterlagen

- AD-Hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. - Schweizerbart, Stuttgart, 5. Auflage, 438 S.; 22 cm: graph. Darst., Kt.
- Boess, J., I. Dahlmann, M. Gunreben & U. Müller (2002): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. - Hinweise zur Umsetzung der Archivfunktion im Bodenschutz -. - Geofakten 11: 1–6.
- Engel, N. (2013): Bodenfunktionsbewertung auf reregional und kommunaler Ebene - Ein niedersächsischer Leitfaden für die Berücksichtigung der Belange des vorsorgenden Bodenschutzes in der räumlichen Planung. - Geoberichte 26: 3–43.
- Fuchs, S. (2010): Deterministische kf-Wert-Schätzung nach petrographischer Bohrgutansprache. - Grundwasser - Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 15: 177–189.
- Grau, A., D. Grotehusmann, R. W. Harms, B. Niehues, H.-G. Petry, F. Remmler & G. Scheufele (2005): Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. - DWA-Regelwerk; A 138, 59 S., DWA, Hennef.
- Gunreben, M. & J. Boess (2008): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. - Geoberichte 8: 1–48.
- Herrmann, F., S. Chen, R. Kunkel & F. Wendland (2013): Quantifizierung und Bewertung des innerjährlichen Abflussgeschehens und der Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt in Niedersachsen und Bremen (Endbericht). - 74 S., Forschungszentrum Jülich - Institut für Bio- und Geowissenschaften.
- Hoffknecht, A. & S. Fuchs (2014): GCI-PetroKf, Software zur Abschätzung hydrogeologischer Parameter eines Lockergesteins auf Basis der petrographischen Bohrgutbeschreibung, notiert nach: Symbolschlüssel Geologie (2012) (Grundlage für SEP), DIN 4022-1 (1987), DIN 14688-1 (2003), TGL 24408/05 (1978), TGL 23984 (1971), DIN 4022 plus Prozentanteile. - Technischer Bericht, GCI GmbH, Königs Wusterhausen.
http://www.gci-kw.de/software_gcipetrokf.php[4.2.2016]
- Lebrecht-Zollgreve, N. (2018): Entwicklung der Moore in Bremerhaven und die Auswirkungen auf das Klima. - Thesis.
- Schulz, S., A. Waldeck, S. Frank, E. Gehrt, H. Höper, K. Meyer, U. Müller & W. Schäfer (2015): Kohlenstoffreiche Böden auf Basis hochauflösender Bodendaten in Niedersachsen. - GeoBerichte 33: 3–85.
- Umweltbundesamt (2013): Bodenfunktionen - Böden beeinflussen das Klima.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/kleine-bodenkunde/bodenfunktionen>[26.9.2016]

Vowinkel, A. (2012): Lässt sich der östliche Teil des Fehrmoores wiedervernässen? -Hydrologische Untersuchung eines ehemaligen Hochmoorgebietes bezüglich seiner Wiedervernässbarkeit unter Zuhilfenahme von Laserscandaten. - Masterprojektarbeit.