



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM

GREIFSWALDER MOORSTUDIE

Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und
Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im
Greifswalder Stadtgebiet

Reichelt, F. & Lechtape, C.

Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe
01/ 2019



Zitiervorschlag | suggestion for citation:

Reichert, F. & Lechtape, C. (2019) Greifswalder Moorstudie - Abschlussbericht Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2019 (Selbstverlag, ISSN 2627-910X), 36 S.

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Verfasser verantwortlich. | Authors are responsible for the content of their publications.

Impressum:

Herausgeber | publisher:

Greifswald Moor Centrum | Greifswald Mire Centre

c/o Michael Succow Stiftung

Ellernholzstraße 1/3

17489 Greifswald

Germany

Tel: +49(0)3834 8354210

Mail: info@greifswaldmoor.de

Internet: www.greifswaldmoor.de

Das Greifswald Moor Centrum ist eine Kooperation von Universität Greifswald, Michael Succow Stiftung und DUENE e.V. | The Greifswald Mire Centre is a cooperation between University of Greifswald, Michael Succow Foundation and DUENE e.V.

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



**Succow
Stiftung**

DUENE e.V.
at the Institute of Botany
and Landscape Ecology



PALUDI
KULTUR



MORGEN

Greifswalder Moorstudie

Abschlussbericht
Emissionsbilanzierung und
Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im
Greifswalder Stadtgebiet



Partner im



**Succow
Stiftung**



GREIFSWALD
MOOR
CENTRUM



Universitäts- und Hansestadt
Greifswald

Diese Studie wurde von der Universitäts- und Hansestadt Greifswald im Rahmen des Masterplan 100% Klimaschutz beauftragt und von Mitarbeitern der Michael Succow Stiftung im Rahmen des Projektes MORGEN – „Moorrevitalisierung als Greifswalder Anpassungsstrategie – Entwicklungsperspektiven durch nasse Nutzung“ durchgeführt. Das Projekt MORGEN wird über den Projektträger Jülich gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Der Masterplan 100% Klimaschutz der Universitäts- und Hansestadt Greifswald wird gefördert mit Mitteln aus der Nationalen Klimaschutzinitiative.



Greifswalder Moorstudie
Emissionsbilanzierung und Handlungsempfehlungen für die Moorflächen im
Greifswalder Stadtgebiet

Felix Reichelt
Landschaftsökologe (M.Sc.)

Christina Lechtape
Diplom-Landschaftsökologin

Michael Succow Stiftung zum Schutz der Natur
Partner im Greifswald Moor Centrum
Ellernholzstraße 1/3, 17487 Greifswald, Germany
Tel.: +49 (0)3834 - 83542-26
Fax: +49 (0)3834 - 83542-22

E-mail: christina.lechtape@succow-stiftung.de
www.succow-stiftung.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methoden	3
2.1	Vorabprüfung bestehender Geodaten	3
2.2	Feldarbeit.....	3
2.2.1	Torfbohrungen.....	3
2.2.2	Vegetations- und Wasserstufenansprache	5
2.3	Auswertungsmethodik	5
2.3.1	Eingrenzung der Torfausdehnung	5
2.3.2	Einschätzung der Treibhausgasemissionen.....	5
2.3.3	Kriterien zur Ermittlung von Potentialflächen für Wiedervernässung.....	7
3	Ergebnisse	9
3.1	Torfausdehnung.....	9
3.2	THG-Emissionen.....	10
3.3	Umsetzungspotentiale.....	12
4	Handlungsempfehlungen	15
5	Ausblick	18
6	Referenzen	20
7	Anhang	23

1 Einleitung

Seit dem Ende der letzten Eiszeit vor ca. 12.000 Jahren konnten die Moore in Mitteleuropa große Mengen an Kohlenstoff (C) durch Akkumulation organischer Substanz festlegen (Hendriks et al. 2007), welcher über Photosynthese der Atmosphäre entzogen wurde. Obwohl Moore nur 3 % der Erdoberfläche bedecken, speichern sie ein Drittel des weltweiten Boden-Kohlenstoffs (Joosten & Clarke 2002), mehr als doppelt so viel Kohlenstoff wie in den gesamten Wäldern der Erde gespeichert ist (Joosten & Couwenberg 2008). Moore werden seit Jahrtausenden durch den Menschen genutzt, jedoch ist für den heutigen Zustand vieler Moore in Mitteleuropa die intensiviert und technisierte landwirtschaftliche Nutzung prägend. Durch langjährige und intensive Entwässerung in den vergangenen Jahrhunderten hat der Mensch einen großen Teil dieser natürlichen Senken in erhebliche Kohlenstoffdioxid-Quellen (CO₂) verwandelt (Hendriks et al. 2007). Zudem führen Düngung und unvollständige Denitrifizierung zu erheblichen Lachgas-Emissionen (N₂O) auf landwirtschaftlich genutzten Moorböden (Jassal et al. 2011). Weiterhin können bei künstlichem Überstau sehr hohe Mengen an Methan (CH₄) freigesetzt werden (Vanselow-Alan et al. 2015, Minke et al. 2015).

In Deutschland sind 37 % der Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung auf die Entwässerung von Moorböden zurückzuführen (Joosten et al. 2015), obwohl diese nur 7,3 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entsprechen (UBA 2016). In Mecklenburg-Vorpommern sind die Moore sogar für 37 % der Gesamtemissionen des Landes verantwortlich (LU M-V 2009). Mehr als 80 % der Moore in M-V werden landwirtschaftlich bzw. forstwirtschaftlich genutzt und verursachen dabei hohe Emissionen und Torfmineralisierung (LU M-V 2009). So verursacht die Moorgrünlandnutzung Emissionen von durchschnittlich 20-30 t CO₂ ha⁻¹ Jahr⁻¹ und die Ackernutzung aufgrund meist tieferer Entwässerung sogar über 40 t CO₂ ha⁻¹ Jahr⁻¹ (Reichelt 2015).

Diese Emissionen können nur reduziert werden, wenn die Moore wiedervernässt werden und damit die Torfmineralisation gestoppt wird. Diese wiedervernässten Flächen können dennoch hoch produktive Nutzflächen sein. Die in Greifswald entwickelte Landnutzungsform Paludikultur („palus“ – lat. „Sumpf, Morast“) nutzt innovative, an Nässe angepasste Pflanzenarten zur nachhaltigen Nutzung von Mooren. Die Produktpalette reicht von futterbaulicher Verwertung über Lebensmittel (Fleisch und Milch von Wasserbüffeln) bis hin zu Biomasse für regenerative Energien sowie ökologischen Baustoffen (z.B. Erlenholz, Produkte aus Schilf und Rohrkolben, sowie Seggen). Die Umsetzung von Paludikultur wurde bereits vielfach erprobt (ML M-V 2017) und verspricht nachhaltige Produktion bei gleichzeitiger Wiederherstellung von Ökosystemdienstleistungen wie Emissionsminderung von Treibhausgasen durch Minderung der Torfzehrung, Wasserreinigung durch Nährstoffrückhalt sowie die Schaffung von Lebensräumen für bedrohte Arten. Durch den Anbau von Rohstoffen können fossile Ressourcen ersetzt werden. Zudem können ebenso Netto-CO₂-Senken geschaffen werden, indem Rohstoffe angebaut und diese als Baustoffe z.B. in Gebäuden festgelegt werden.

Bei der Wiederherstellung von Mooren kann zwischen Torferhaltung und Torfzehrungsminderung unterschieden werden. Ziel sollte aus Klimaschutzsicht möglichst der Torferhalt sein. Dafür ist in Mitteleuropa ein sommerlicher Grundwasserstand von in der Regel höher als 20 cm unter Flur erforderlich. Bei einer Wiedervernässung sollten mittlere jährliche Wasserstände von 10 bis 0 cm unter Flur angestrebt werden, da in diesem Bereich die geringsten THG-Emissionen auftreten (Abb. 1, Jurasinski et al. 2016). Dabei sollte ein längerer Überstau der Fläche möglichst vermieden werden, um unerwünschte Methanemissionen zu vermeiden. Aus demselben Grund ist auch das Abräumen von leicht abbaubarer Biomasse vor der Wiedervernässung dringend zu empfehlen.

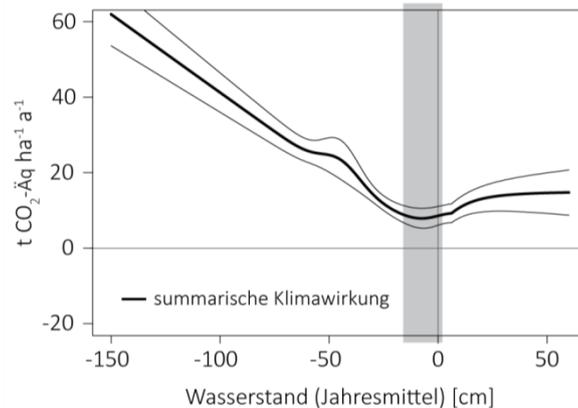


Abb. 1: Treibhausgasemissionen als summarische Klimawirkung (Netto-Treibhausgasbilanz) von Mooren in Tonnen CO_2 -Äquivalente pro Hektar und Jahr ($\text{t CO}_2\text{-Äq. ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) abhängig vom mittleren jährlichen Wasserstand. Für diese Grafik wurden CO_2 -, CH_4 - und N_2O -Emissionen zusammengefasst und in CO_2 -Äquivalenten ausgedrückt. Dabei treten CO_2 -Emissionen vorrangig bei Wasserständen unter Flur auf, CH_4 -Emissionen bei Überstau und N_2O -Emissionen vorrangig bei Düngung oder Beweidung (Jurasinski et al. 2016).

Ziel der Greifswalder Moorstudie ist die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen (THG) der Moore im Stadtgebiet der Universitäts- und Hansestadt Greifswald (UHGW) und die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen zur Emissionsreduktion durch Wasserstandsanhhebung. Dafür wurde in einem ersten Schritt eine Flächenrecherche anhand von Geodaten durchgeführt, welche anschließend im Gelände überprüft und aktualisiert wurde. Anhand der überarbeiteten Geodaten wurden die Emissionen mittels des GEST-Ansatzes (Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen, Couwenberg et al. 2008, 2011) ermittelt. Des Weiteren wurde mithilfe eines digitalen Geländemodells eine Einschätzung der Vernässbarkeit der Flächen vorgenommen und, da die vorliegende Studie von der UHGW beauftragt wurde, zwischen Flächen, die sich im Besitz der Stadt Greifswald befinden und übrigen Flächen unterschieden. In einem weiteren Schritt wurden Kriterien zur Ermittlung von Potentialflächen für Wiedervernässung erstellt (Kapitel 2). Das Ergebnis der Studie sind sechs Karten des Greifswalder Stadtgebietes, in denen die lokalen Ortsnamen der Moorflächen, die Bohrpunkte, die Vegetationsausprägung und Nutzung, die Torfausdehnung, die Treibhausgasemissionen (GESTs) und das Umsetzungspotential dargestellt werden. Damit ist ein umfassender Überblick über die Torfausdehnung und Moornutzung im Greifswalder Stadtgebiet und ihre Bedeutung für den Klimaschutz erbracht (Kapitel 3). Auf Basis dieser Ergebnisse können jedoch nur ansatzweise Handlungsempfehlungen gegeben werden (Kapitel 4), da für konkrete Handlungsempfehlungen weitere und vor allem flächenspezifische Untersuchungen und Prüfungen

notwendig sind. In Kapitel 5 wird ein Ausblick gegeben, welche Potentiale die Wiedervernässung der Moorflächen der Stadt Greifswald bietet und wo noch Forschungsbedarf besteht.

2 Methoden

2.1 Vorabprüfung bestehender Geodaten

Beim Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) bzw. der Universitäts- und Hansestadt Greifswald (UHGW) wurden Zugriff und Nutzungserlaubnis für folgende Geodaten beantragt:

- Moore laut Konzeptbodenkarte 25, Stand: Nov. 2016 (Moor_KBK25) - LUNG
- Küstenüberflutungsmoore im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern, Stand: Nov. 2017 (Kuemo17_f) - LUNG
- Auszüge aus dem Moorstandortkatalog, Stand: 1999-2003 (MSK) - LUNG
- Stadtgrenze Amt Greifswald - UHGW
- Digitales Geländemodell (DGM2) - UHGW
- Luftbilder als digitale Orthophotos, Stand: März 2017 (DOP40) - LUNG (WMS)

Durch das Verschneiden der Ausgangsdaten "Moore laut KBK25" und der "Küstenüberflutungsmoore" wurde eine Ausgangskulisse für Moorflächen im Greifswalder Stadtgebiet geschaffen. Dieser wurden anhand der Luftbilder zusätzliche Moorverdachtsflächen hinzugefügt. Die dadurch entstandene Kulisse für Moor- und Moorverdachtsflächen bildete die Grundlage für die folgende Bodenuntersuchung.

2.2 Feldarbeit

2.2.1 Torfbohrungen

Für die Treibhausgas-(THG)-Emissionseinschätzung ist die Torfausdehnung im Projektgebiet entscheidend. Da die verfügbaren Geodaten teilweise veraltet oder aber auch ungenau sind, hat es sich bewährt, die tatsächliche Torfausdehnung im Gelände zu überprüfen. Ende März 2018 wurde mit der Feldarbeit begonnen. Mittels eines Handbohrstocks (Eijkelkamp, $\varnothing = 3$ cm, Länge: 1 m) wurden sämtliche Moorflächen (~680 ha) und Verdachtsflächen (~170 ha) beprobt (Abb. 3 + 4). Dafür wurde der Bohrstock einen Meter tief in den Boden getrieben und anschließend das Substrat in Torf, Antorf, Mudde und Mineralboden untergliedert und mit den entsprechenden Horizontttiefen erfasst, wobei die Bezeichnung "Antorf" in dieser Studie Torfdegradationsstadien anspricht, also entweder stark degradierte oberste Torfschichten oder Übergangsbereiche zum Mineralboden hin. Dabei war nicht die Erfassung der gesamten Moormächtigkeit das Ziel, sondern die der flächigen

Torfausdehnung. An jedem Bohrpunkt wurde außerdem die GPS-Position bestimmt. Die Mindestkartiergröße lag bei einem Hektar, kleinere Moorflächen wurden nicht berücksichtigt. Die Punktdaten zur Torfausdehnung wurden in ArcGIS (ESRI) weiterverarbeitet und zur Abgrenzung der aktuellen tatsächlichen Torfausdehnung im Stadtgebiet genutzt. Dabei wurden je Bohrpunkt die Horizontmächtigkeit von Torfen, Antorfen und organischen Mudden zur Torfmächtigkeit zusammengefasst. Dies begründet sich darin, dass laut Couwenberg et al. (in Vorb.) Antorfe durch ihre höhere Lagerungsdichte mindestens genauso viel Kohlenstoff (in kg/m^3) enthalten wie Volltorfe, obwohl dies prozentual (Anteil an der Trockenmasse) nicht erkennbar ist (Abb. 2). Sämtliche Punkte, an denen kein Torf oder von Mineralböden überlagerter Torf nachgewiesen wurde, sind von der Torfausdehnung ausgeschlossen worden, da sie für die Ermittlung des THG-Einsparpotentials nicht relevant sind. Eine Übersichtskarte zu den Greifswalder Moorflächen befindet sich im Anhang (Abb. 8, im Anhang).

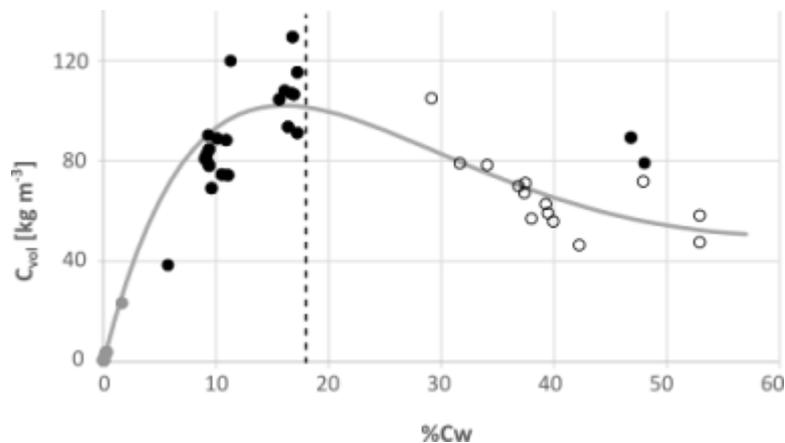


Abb. 2: Vergleich zwischen volumetrischem Kohlenstoffgehalt C_{vol} (in kg m^{-3}) und Kohlenstoffgehalt in Gewichtsprozent % Cw (in $\text{kg C pro kg Trockenmasse} \times 100 \%$). Die graue Kurve beschreibt einen allgemeinen Zusammenhang. Die gestrichelte Linie zeigt die Grenze zwischen Torf und Antorf bei 18 %. Offene Kreise zeigen Werte von Torfböden in Deutschland, schwarze Punkte stehen für Werte von Antorfen und graue Punkte zeigen Werte von Mineralböden (Couwenberg et al. in Vorb.).



Abb. 3: Sehr stark zersetzter flachgründiger Torf - Bohrung im Polder Heilgeisthof



Abb. 4: Tiefgründiger Torf mit Holzresten - Bohrung im Polder Heilgeisthof

2.2.2 Vegetations- und Wasserstufenansprache

Die THG-Emissionen von Mooren sind in erster Linie von dem langjährigen Wasserstand, der Vegetation selbst und der Nutzung abhängig. Für jede Fläche wurde die Wasserstufe (Tab.1) anhand der Vegetationszusammensetzung nach den sozio-ökologischen Artengruppen (Koska, Succow & Timmermann 2001) ermittelt und die Nutzung erfasst.

Tab. 1: Zusammenhang zwischen Wasserstufen feuchtgeprägter Standorte und dem langzeitigen Median des Wasserstandes (WL) (verändert nach Koska et al. 2001 & Couwenberg et al. 2008)

Wasserstufe	Bezeichnung	Wasserstand Winter	Wasserstand Sommer
6+	unteres Eulitoral	+10 bis +150	0 bis +140
5+	nass (oberes Eulitoral)	-5 bis 10	-10 bis 0
4+	sehr feucht	-15 bis -5	-20 bis -10
3+	feucht	-35 bis -15	-45 bis -20
2+	mäßig feucht	-70 bis -35	-85 bis -45

2.3 Auswertungsmethodik

2.3.1 Eingrenzung der Torfausdehnung

Anhand der Bohrpunkte und der jeweils ermittelten Torfmächtigkeit wurde eine Moormächtigkeitskulisse erstellt (Abb. 10), welche zusammen mit der Oberflächengestalt aus dem digitalen Geländemodell (DGM2) der Eingrenzung der Torfausdehnung diene. Darauf gründet sich die aktuelle Moorkarte für Greifswald (Abb. 8 + 12).

2.3.2 Einschätzung der Treibhausgasemissionen

Anhand von Vegetationsdaten, Wasserstufe und Nutzungstyp wurden den einzelnen Flächen Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen (kurz: GESTs) zugeordnet. Dafür wurde der aktualisierte GEST-Ansatz von Couwenberg et al. (in Vorb.) verwendet, welcher auf einer umfassenden Überarbeitung der vorangegangenen Metaanalysen (Couwenberg et al. 2008, 2011; Reichelt 2015) beruht und sich auf die Klassifikation von über 800 THG-Emissionsmessungen stützt. Um die beiden Treibhausgase (CO₂, CH₄) mit ihrer unterschiedlichen Klimawirkung vergleichen zu können, wurden die CH₄-Emissionen für einen 100-jährigen Zeithorizont in ein Treibhauspotential (GWP) umgewandelt. Dabei wurde für Methan der Emissionsfaktor von 28 CO₂-Äquivalenten verwendet (Myhre et al. 2013).

Folgende GESTs fanden bei der Emissionseinschätzung Verwendung (Tab. 2):

Tab. 2: Übersicht zu den verwendeten GESTs nach Couwenberg et al. (in Vorb.), grau kursiv - hergeleitete GESTs für Standorte, welche aktuell noch nicht vom GEST-Ansatz abgedeckt werden, Begründung der Herleitung in Tab. 5 im Anhang

GEST	GEST-Name	Wasser- stufe	CH ₄ [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹]	GWP [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]
G1	Mäßig feuchtes Moorgrünland	2+/2-	0	31,5	31,5
G2	Feuchtes Moorgrünland	2+/3+	0	19,5	19,5
G3	Feuchtes bis sehr feuchtes Moorgrünland	3+/4+	0	13,5	13,5
G3f	Flutrasen	3~	0	13,5	13,5
G4	Sehr feuchtes Moorgrünland	4+	0,5	6,5	7
<i>SG3</i>	<i>Feuchtes bis sehr feuchtes Salzgrasland</i>	<i>3+/4+</i>	<i>0</i>	<i>13,5</i>	<i>13,5</i>
<i>SG4</i>	<i>Sehr feuchtes Salzgrasland</i>	<i>4+</i>	<i>0</i>	<i>6,5</i>	<i>6,5</i>
U3	Feuchtes Röhricht	2+/3+	0	3	3
U9	Sehr feuchtes Großseggen- Ried	4+	1,5	11	12,5
<i>UX</i>	<i>Sehr feuchtes Großröhricht</i>	<i>4+</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
U10	Wechselnasser vegetationsloser Torf	5~	0	1,5	1,5
U14	Nasses Großröhricht	4+/5+	6,5	0	6,5
U17	Geflutete Großseggen-Riede u. Typha-Röhrichte	5+/6+	6,5	-1	5,5
oW	offenes Wasser mit Schwimmvegetation	6+	3	+/- 0	3
<i>SUX</i>	<i>Sehr feuchtes salzwasserbeeinflusstes Röhricht</i>	<i>4+</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>SU14</i>	<i>Salzbeeinflusstes nasses Großröhricht</i>	<i>5+</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>SoW</i>	<i>offenes salzwasserbeeinflusstes Wasser mit Schwimmvegetation</i>	<i>6+</i>	<i>0</i>	<i>+/- 0</i>	<i>0</i>

GEST	GEST-Name	Wasser- stufe	CH ₄ [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹]	GWP [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]
W2	<i>Feuchter Moorwald</i>	2+/3+	0	19,5	19,5
W3f	<i>Wechselfeuchter Moorwald</i>	3~	0	13,5	13,5
WU7	<i>Sehr feuchter Moorwald mit Hochstauden</i>	3+/4+	0,5	12,5	13
WU11	<i>Nasser Moorwald mit Hochstauden</i>	5+	7,5	-4	3,5
WU13	<i>Nasser Moorwald mit Torfmoosrasen</i>	5+	5	-2	3
WU15	<i>Nasser Moorwald mit Großseggen</i>	4+/5+	9,5	1	10,5

Bei den Moorwald-Standorten ist zu beachten, dass die angegebenen Treibhauspotentiale (GWP) von Offenlandstandorten abgeleitet wurden und sämtliche Kohlenstoffflüsse, welche via Bäumen und Sträuchern umgesetzt werden, keine Berücksichtigung fanden (vgl. Tab. 5 im Anhang). Zwar gibt es einen Ansatz für die Kohlenstoff-Bilanzierung von Waldstandorten über Altersklassen und Vitalitätsgrade (Spangenberg 2013), jedoch war dessen Anwendung für die Greifswalder Moorstudie zu umfangreich. Dies hat für die hier durchgeführte Bilanzierung des Ist-Zustandes keine Relevanz, ist aber bei der Berechnung von Prognose-Szenarien unbedingt zu berücksichtigen.

2.3.3 Kriterien zur Ermittlung von Potentialflächen für Wiedervernässung

Die Erstellung der Kriterien zur Ermittlung von Potentialflächen für Moorwiedervernässung im Greifswalder Stadtgebiet orientiert sich an folgenden drei Schwerpunkten:

- (1) Flächen mit besonders hohen THG-Emissionen haben das größte Einsparpotential und sollten daher prioritär wiedervernässt werden. Dabei ist zu beachten, dass sich das Einsparpotential an der aktuellen THG-Emission orientiert und die tatsächlich möglichen THG-Einsparungen von einer umsichtigen Maßnahmenplanung (vgl. Kap. 4) abhängig sind und für die einzelnen Moorflächen im Detail untersucht werden müssen. Kein Einsparpotential wird für Flächen mit einer THG-Emissionen von weniger als 5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹ angenommen, da für diese eine Emissionsminderung durch Wiedervernässung unwahrscheinlich ist (vgl. Kriterium A4).
- (2) Dabei ist die Vernässbarkeit ein wichtiger Faktor für die Machbarkeit. Für eine erste Einschätzung wurde sich an den Geländehöhen orientiert. Es ist davon auszugehen, dass Flächen unterhalb des Meeresspiegels (< 0 m NN) mit dem verfügbaren Wasserangebot eher unproblematisch wiedervernässt werden können, wenn die Entwässerungsinfrastruktur zurückgebaut wird. Dabei ist der Schwellenwert mit 0 m NN konservativ gewählt, da auch

höher gelegene Flächen nasser werden können, jedoch vermutlich nicht den aus Klimaschutz-Sicht gewünschten Zielwasserstand erreichen würden. Um die Vernässbarkeit der Flächen mit Sicherheit einschätzen zu können sind jedoch hydrologische Gutachten durchzuführen. Es muss individuell geprüft werden, ob die Vernässbarkeit gegeben ist und inwieweit angrenzende Flächen beeinträchtigt werden und ggf. abgrenzbar sind.

- (3) Weiterhin sind für die Umsetzung von Wiedervernässungsprojekten die Eigentumsverhältnisse entscheidend. Die Flächenverfügbarkeit ist eine der größten Hürden für Wiedervernässung. Daher sind Moorflächen, welche sich bereits im Eigentum der UHGW befinden für die UHGW selbst als Auftraggeber dieser Studie besonders interessant für die Umsetzung von Vernässungsmaßnahmen. Dabei sind die aktuellen Nutzungsverhältnisse und Vertragsauflagen zu prüfen.

Aus den drei Schwerpunkten ergeben sich folgende Kriterien:

A) Potentielle Klimaschutzleistung bei Wiedervernässung

- 1) Hohes Einsparpotential bei Vernässung (THG-Emission: > 25 t CO₂-Äq./a)
- 2) Mittleres Einsparpotential bei Vernässung (THG-Emission: 15-25 t CO₂-Äq./a)
- 3) Niedriges Einsparpotential bei Vernässung (THG-Emission: 5-15 t CO₂-Äq./a)
- 4) kein Einsparpotential zu erwarten (THG-Emission: < 5 t CO₂-Äq./a)

B) Wiedervernässbarkeit der Moorfläche anhand der Geländehöhe/Grundwassernähe

- 1) Wahrscheinlich einfach vernässbar, da Geländeoberfläche des Moores laut DGM2 überwiegend unter dem Meeresspiegel liegt
- 2) Vernässbarkeit wahrscheinlich nur mit Aufwand möglich (Stauanlagen), da Geländeoberfläche des Moores überwiegend über dem Meeresspiegel liegt
- 3) bereits +/- natürlicher Wasserstand

C) Eigentumsverhältnisse der Fläche

- 1) vollständig Stadt Eigentum
- 2) größtenteils Stadteigentum
- 3) geringfügig bis kein Stadteigentum

Durch die Anwendung dieser Klassifizierung können Moorflächen anhand ihres Potentials für eine Wiedervernässung unterschieden werden. Für künftige Klimaprojekte der Stadt sind die Flächen, die ein hohes Klimaschutzpotential haben (siehe oben, A1), eine gute Vernässbarkeit durch Geländehöhen unter dem Meeresspiegel aufweisen (siehe oben, B1), und sich dazu noch im Eigentum der UHGW befinden (siehe oben, C1) besonders geeignet. Ungeeignet sind hingegen Moorflächen, welche kein Einsparpotential vorweisen (Wasserstufe 5+, 6+ oder ein Treibhauspotential < 5 t CO₂-Äq. ha⁻¹ a⁻¹) und/oder bereits einen naturnahen Wasserstand aufweisen.

3 Ergebnisse

3.1 Torfausdehnung

Insgesamt wurden 884 Bohrpunkte auf den Moor- und Moorverdachtsflächen innerhalb der Stadtgrenzen aufgenommen (Abb. 10, im Anhang). Dabei wurde an 244 Punkten nur (noch) Mineralboden vorgefunden. An 640 Punkten wurden (An-)Torfe nachgewiesen, wobei diese in 46 Fällen von Mineralboden überlagert waren. Nicht beprobt werden konnten die in Tabelle 3 aufgelisteten Flächen. Deren Abgrenzungen beruhen daher nur auf vereinzelt Bohrungen, den bereits bestehenden Geodaten, dem digitalen Geländemodell und im Bereich NSG Eldenaer Wald auf den Ausarbeitungen von (Kwasniowski 2000).

Tab. 3: Übersicht zu den teilweise oder vollständig nicht beprobten Moor- und Moorverdachtsflächen

Flächenbeschreibung	Hinderungsgrund	Alternative Referenz
Klärbecken Ladebow	Nässe	bestehende Geodaten, nur vereinzelt Bohrung im Randbereich
Salzwiese Ladebow (wiedervernässter Polder)	Nässe	bestehende Geodaten
Uferröhrichte entlang des Rycks (außerdeichs)	nicht prioritär	vereinzelt Stichproben
Spülfeld am Ryck	nicht prioritär	bestehende Geodaten
Brandteichgraben Nordspitze	Landwirt nicht erreichbar	bestehende Geodaten
Polder Steinbecker Vorstadt NW-Ecke	Rinderweide	bestehende Geodaten
Waldmoore Eldena	nicht prioritär	Kwasniowski (2000)
Friedrichshagen südliche Fläche	Rinderweide	bestehende Geodaten, nur vereinzelt Bohrung
Zieseniederung NO-Ecke	Nässe	bestehende Geodaten
Am Müllberg N-Ecke	Nässe	bestehende Geodaten

Aus den vorhandenen Geodaten und aktuellen Bohrdaten ergibt sich eine Gesamt-Torfausdehnung von 500 ha (Abb. 11, im Anhang), wobei die technischen Anlagen - Spülfeld am Ryck (3,6 ha) und die Klärbecken im Klärwerk Ladebow (23,7 ha) - zwar nicht als Moor definiert werden, jedoch durch ihren Feuchtgebietscharakter vermutlich ein ähnliches Emissionsverhalten aufweisen. Dies trifft insbesondere für die Klärbecken zu, die durch ausbleibende Nutzung nahezu vollständig verlandet sind und dabei organisches Material anreichern.

Im Vergleich zu den Ausgangsgeodaten (Moore laut KBK25, Küstenüberflutungsmoore, vgl. Kap. 2.1) zeigt sich, dass von dem zunächst angenommenen Vorhandensein von ca. 680 ha Moorfläche etwa 472 ha (69 %, ohne Klärbecken und Spülfeld) nachgewiesen werden konnten. Damit sind 9,3 % des 5.082 ha großen Greifswalder Stadtgebietes noch als Moor zu bezeichnen.

Die Differenz von 208 ha ist zu einem Teil sicherlich dem Moorschwund in Folge der starken Entwässerung und landwirtschaftlichen Nutzung zuzuschreiben, jedoch ist auch davon auszugehen, dass die genutzten Geodaten Ungenauigkeiten aufweisen.

Bei den durchaus großzügig gewählten Torfverdachtsflächen von ca. 170 ha, konnten lediglich 5 ha als tatsächliches Moor bestätigt werden, zuzüglich des Spülfelds am Ryck (3,6 ha) und den Klärbecken in Ladebow (23,7 ha). Interessant ist dabei die Verlandung der aufgegebenen Klärbecken in Bezug auf THG-Emissionen, da sich während der Verlandungsprozesse vermutlich größere Mengen an organischem Material akkumulieren. Das Spülfeld am Ryck liegt zwar in den Moorniederungen des Rycks, da hier aber keine Untersuchungen stattfanden, kann hier keine Aussage zu eventuellen Torfvorkommen gemacht werden.

3.2 THG-Emissionen

Im Zuge der THG-Emissionseinschätzung konnten den Moorflächen im Stadtgebiet 23 verschiedene GESTs zugeordnet werden (vgl. Tab. 4). Anhand der unterschiedlichen Treibhauspotentiale der einzelnen GESTs und deren Flächengröße (Abb. 12, im Anhang) ergibt sich für das Greifswalder Stadtgebiet ein THG-Emissionspotential von 7.603 t CO₂-Äq. a⁻¹ (Tab. 4). Davon fallen 701 t CO₂-Äq. a⁻¹ als Methan- (25,0 t CH₄ a⁻¹) und 6.902 t CO₂ a⁻¹ als Kohlenstoffdioxidemission an. An dieser Stelle sind Emissionen aus Klärbecken und Spülfeld miteinbezogen worden, auch wenn sie nicht der Moordefinition im engeren Sinne entsprechen. Diese sind jeweils für 130 bzw. 20 t CO₂-Äq. a⁻¹ verantwortlich.

Tab. 4: GEST-Aufstellung und THG-Emissionsberechnung

GEST	GEST-Name	Wasserstufe	Größe [ha]	GWP [t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹]	THG-Emission [t CO ₂ -Äq. a ⁻¹]
G1	Mäßig feuchtes Moorgrünland	2+	121,2	31,5	3.817,9
G2	Feuchtes Moorgrünland	2+/3+	97,2	19,5	1.894,7
G3	Feuchtes bis sehr feuchtes Moorgrünland	3+/4+	1,4	13,5	18,2
G3f	Flutrasen	3~	14,1	13,5	189,8
G4	Sehr feuchtes Moorgrünland	4+	2,6	7	18,5
SG3	Feuchtes bis sehr feuchtes Salzgrasland	3+/4+	16,9	13,5	228,7
SG4	Sehr feuchtes Salzgrasland	4+	24,5	6,5	159,1
U3	Feuchtes Röhricht	2+/3+	25,9	3	77,7

GEST	GEST-Name	Wasser- stufe	Größe [ha]	GWP [t CO ₂ -Äq. ha ⁻¹ a ⁻¹]	THG-Emission [t CO ₂ -Äq. a ⁻¹]
U9	Sehr feuchtes Großseggen-Ried	4+	2,2	12,5	27,8
UX	Sehr feuchtes Großröhricht	4+	38,0	3	113,9
U10	Wechselnasser vegetationsloser Torf	5~	9,0	1,5	13,5
U14	Nasses Großröhricht	4+/5+	87,1	6,5	565,9
U17	Geflutete Großseggen-Riede u. Typha-Röhrichte	5+/6+	0,2	5,5	1,0
oW	offenes Wasser mit Schwimmvegetation	6+	9,7	3	29,1
SUX	Sehr feuchtes salzwasserbeeinflusstes Röhricht	4+	3,9	2	7,8
SU14	Salzbeeinflusstes nasses Großröhricht	5+	7,5	0	0,0
SoW	offenes salzwasserbeeinflusstes Wasser mit Schwimmvegetation	6+	7,0	0	0,0
W2	Feuchter Moorwald	2+/3+	10,4	19,5	203,3
W3f	Wechselfeuchter Moorwald	3~	1,6	13,5	21,3
WU7	Sehr feuchter Moorwald mit Hochstauden	3+/4+	12,6	13	164,0
WU11	Nasser Moorwald mit Hochstauden	5+	1,6	3,5	5,6
WU13	Nasser Moorwald mit Torfmoosrasen	5+	1,4	3	4,1
WU15	Nasser Moorwald mit Großseggen	4+/5+	3,9	10,5	40,8
		Σ	499,9	Σ	7.602,9

Da die Wasserstufe stark von der Nutzung der Flächen abhängig ist, beeinflusst diese somit auch die THG-Emissionen (Abb. 5). Entwässerte Moorgrünländer (Wasserstufen 2+ bis 4+) nehmen mit ca. 236 ha zwar nur 47 % der Gesamtfläche ein, sind jedoch mit etwa 5.940 t CO₂-Äq. a⁻¹ für 78 % der THG-Emissionen verantwortlich.

Im Vergleich mit den aus dem Energieverbrauch der städtischen Liegenschaften und des Universitätsbetriebs resultierenden Emissionen stellen die THG-Emission der Greifswalder Moore eine intermediäre Rolle dar (Abb. 6). Dabei ist zu beachten, dass beim Universitätsbetrieb neben Strom- und Wärmeversorgung zusätzliche Emissionen aus Fuhrparknutzung und Dienstreisen hinzugezogen wurden, jedoch fanden die Bereiche von Universitätsmedizin und Studierendenwerk keine Berücksichtigung (Wölk 2014).

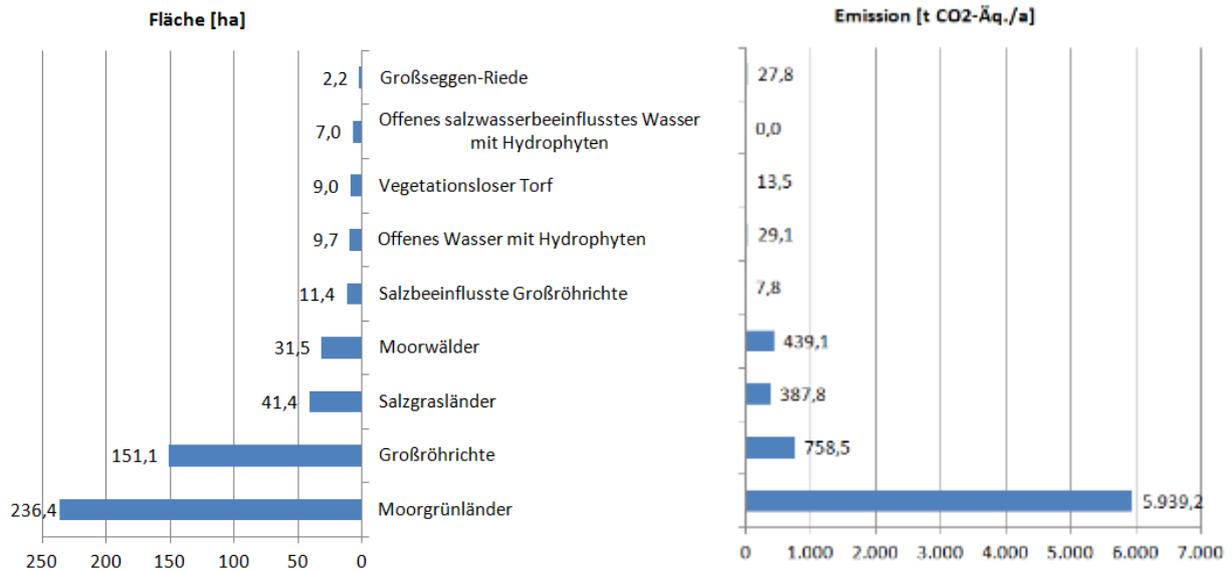


Abb. 5: Gegenüberstellung unterschiedlicher Nutzungsgruppen und Vegetationsausprägungen auf Mooren im Greifswalder Stadtgebiet hinsichtlich ihrer Flächenanteile und THG-Emission

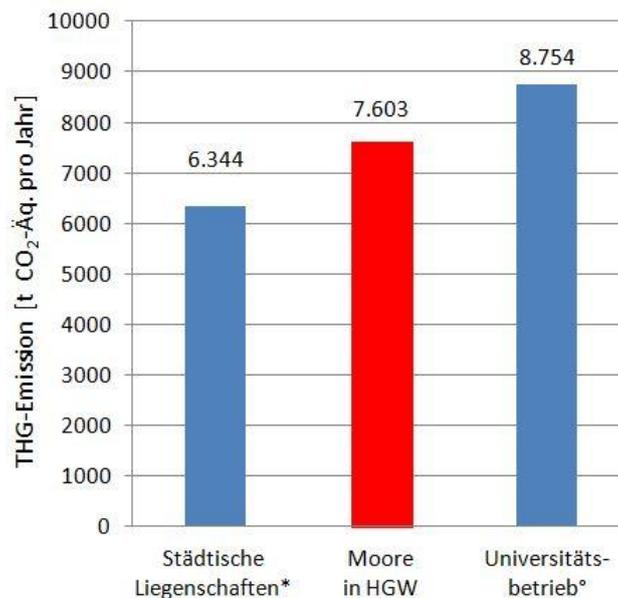


Abb. 6: Vergleich der Mooremissionen mit anderen lokalen Emittenten (*Emissionen aus Strom- und Wärmenutzung im Jahr 2008 nach UHGW 2010, °Emissionen aus Strom-, Wärmeversorgung, Dienstreisen und Fuhrparknutzung im Jahr 2011, jedoch ohne Emissionen aus der Universitätsmedizin und dem Studierendenwerk nach Wölk 2014)

3.3 Umsetzungspotential

Unter Verwendung der in Kap. 2.2.3 vorgestellten Kriterien konnte für das Greifswalder Stadtgebiet eine Karte erstellt werden, in welcher die Moorflächen hinsichtlich ihres Umsetzungspotentials kenntlich gemacht wurden (Abb. 13, im Anhang). Dafür wurden die Flächen nach ihrem Emissionseinsparpotential (hoch - dunkelgrün/grün, mittel - hellgrün/gelb, niedrig - orange/rot, kein Einsparpotential - violett), ihrer Vernässbarkeit (gut vernässbar - dunkelgrün/hellgrün/orange, aufwendig vernässbar - grün/gelb/rot, bereits naturnaher Wasserstand - violett) und den städtischen

Eigentumsverhältnissen (vollständig im Eigentum der UHGW - dicke Schraffur, teilweise - dünne Schraffur, kein Eigentum - keine Schraffur) dargestellt.

Die einzelnen Kategorien verhalten sich folgendermaßen in Bezug auf die reine Moorfläche von 472 ha:

Kategorie A - THG-Einsparpotential

Insgesamt weisen 411 ha (87 %) der Moorflächen im Stadtgebiet laut Kriterium A (vgl. Kap. 2.3.3) ein THG-Einsparpotential auf, davon 39 % ein Niedriges, 23 % ein Mittleres und 25 % ein Hohes (Abb. 7a). Etwa ein Fünftel der Moorflächen haben kein deutliches Einsparpotential, was jedoch nicht bedeutet, dass von diesen Flächen keine THG-Emissionen ausgehen, sondern dass eventuelle Maßnahmen keinen eindeutigen Einspareffekt bringen würden.

Kategorie B - Vernässbarkeit

Mehr als ein Drittel (180 ha) der Moorfläche im Stadtgebiet befindet sich überwiegend unter dem Meeresspiegel (Abb. 7b), alle mehr oder weniger stark entwässert. Auf weiteren 153 ha, die sich nicht unterhalb des Meeresspiegels befinden, ist eine Wiedervernässung vermutlich an aufwendigere Maßnahmen (z.B. Stauanlagen) gebunden. Mehr oder weniger naturnahe Wasserstände wurden auf weiteren 167 ha registriert, was nicht bedeutet, dass diese Flächen alle nass sind, da einige Flächen (z.B. Röhrichte am Greifswalder und Riemser Bodden sowie am Ryck) zwar hydrologisch nicht vom Wasserkörper getrennt sind, allerdings mit zunehmender Entfernung zum Wasserkörper (Ryck bzw. Bodden) niedrigere Wasserstufen beobachtet wurden.

Kategorie C - Stadteigentum

Von den 353 ha Moor (75 %) im alleinigen Stadteigentum (Abb. 7c) weisen 269 ha ein niedriges, mittleres oder hohes THG-Einsparpotential auf. Davon wiederum sind 133 ha leicht und 43 ha mit höherem Aufwand wiedervernässbar. Auf 84 ha sind überwiegend naturnahe Wasserstände und damit geringere THG-Emissionen zu verzeichnen. Dabei handelt es sich vorrangig um den bereits wiedervernässten Teil der Ladebower Salzwiese, die Torfstiche im Ladebower Moor, Teilflächen auf der Insel Koos, Teilflächen am Müllberg, die Ryck- und boddenbegleitenden Röhrichte (exkl. Klärbecken in Ladebow und das Spülfeld am Ryck). Jedoch ist der Einfluss der schwankenden Wasserstände von Bodden- und Ryck auf ausgedeichte Moorflächen aus Sicht des Klimaschutzes negativ zu bewerten, da die Torfe einem stetigen Wechsel von Trockenfallen und Überstau unterlegen sind (z.B. Salzwiese Ladebow). Vor diesem Hintergrund sind auch die geplanten Wiedervernässungsmaßnahmen im Polder Eisenhammer nicht optimal, da bei niedrigen Wasserständen im Ryck das Wasser nicht am Abfließen aus der einst gepolderten Fläche gehindert werden wird. Dies kann zu erhöhten Emissionen führen, welche bei der vorliegenden Bilanzierung auf Grund der Datenlage zu den verwendeten GEST (Couwenberg in Vorb.) noch nicht mit berücksichtigt werden konnten.



Abb. 7: Flächenanteile der Greifswalder Moorflächen hinsichtlich der drei Kriterien zur Potentialanalyse (a) THG-Einsparpotential, (b) Vernässbarkeit und (c) Stadteigentum

Gesamtbewertung:

Von der gesamten Moorfläche Greifswalds (472 ha) weisen 411 ha (87 %) ein deutliches THG-Einsparpotential auf, wovon aller Voraussicht nach 303 ha (64 %) zu vernässen sind, um Torfverlust und einen Großteil der Emissionen zu vermeiden. Etwa 180 ha (36 %) der entwässerten Moore liegen überwiegend unter dem Meeresspiegel, sind verantwortlich für 43 % der THG-Emissionen ($3.285 \text{ t CO}_2\text{-Äq. a}^{-1}$) und sind zu 89 % im Eigentum der Universitäts- und Hansestadt Greifswald. Laut Gerigk (2012) ist ebenso die Universität Greifswald im Besitz von 463 ha Grünland auf organischen Böden (=Moor) in Greifswald und Umgebung, für welche eine Emission von $7.095 \text{ t CO}_2\text{-Äq. a}^{-1}$ angegeben wird.

4 Handlungsempfehlungen

Moor muss nass - denn die Wiedervernässung ist die grundsätzliche Voraussetzung, um die noch verbliebenen stark degradierten Moore Greifswalds zu sichern und deren Klimaschäden zu minimieren. Dabei sollte so vorgegangen werden, dass die Flächen mit den aktuell höchsten Emissionen zuerst wiedervernässt werden. Das langfristige Ziel sollte jedoch sein, in allen Moorflächen im Stadtgebiet Wasserstände nahe der Geländeoberfläche möglichst dauerhaft zu erreichen.

Aus den Ergebnissen (Kap. 3) ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- die Flächen mit den höchsten Emissionen (dunkle Grüntöne in Abb. 13) sollten umgehend einer detaillierten Prüfung unterzogen werden, da hier auf geringer Fläche, also sehr effektiv, viel für den Klimaschutz getan werden kann;
- alle Flächen, die aufgrund ihrer Lage im Gelände vermutlich leicht vernässbar sind (dunkelgrün, gelbgrün und orange in Abb. 13), sollten ebenfalls bald einer genauen Prüfung unterzogen werden, da hier vermutlich ohne großen Aufwand eine Vernässung umgesetzt werden und somit zeitnah und auf großer Fläche viel für den Klimaschutz getan werden kann;
- die Stadt Greifswald sollte alle Moorflächen, die sich in ihrem Besitz befinden, einer weiteren Prüfung unterziehen, da der Umsetzungsprozess hier schneller vorangehen kann und somit zeitnah und auf großer Fläche viel für den Klimaschutz getan werden kann. Für die Moorflächen, die nur zum Teil in ihrem Besitz sind, sollte Kontakt zu den jeweiligen anderen Landbesitzern aufgenommen werden, um diese zur Kooperation zu ermutigen. Überdies sollte die Stadt auch allen übrigen Landbesitzer von Mooren im Stadtgebiet (z.B. die Universität und die Peter-Warschow-Stiftung) zu Prüfungen der Vernässbarkeit ermutigen.

Für die Ermittlung des technischen Aufwandes der Vernässung sind Gutachten von Planungsbüros notwendig. Vorab kann der Wasser-und-Boden-Verband Einschätzungen abgeben und sollte als wichtiger Partner für den Unterhalt der Gewässer II. Ordnung und den dazugehörigen Anlagen von Anfang an in die Überlegungen miteinbezogen werden.

Eine Wiedervernässung von degradierten Moorböden muss nicht zwingend zur Nutzungsaufgabe führen. Um eine Wertschöpfung zu erhalten, kann die wiedervernässte Moorfläche in Paludikultur genutzt werden (z.B. Nasswiesen, Anbaukulturen: Schilf oder Rohrkolben, Schwarz-Erle), siehe Kapitel 1. Bei der Umsetzung von Paludikultur müssen grundsätzlich wasserwirtschaftliche, naturschutzfachliche und planerische Vorgaben berücksichtigt werden. Welche Anforderungen die verschiedenen Paludikulturen an die Fläche haben, kann in der Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes M-V's (LU M-V 2017) eingesehen werden. Weiterhin können lokal bestehende Verwertungspotentiale (z.B. Wärmesenke) die Umsetzung begünstigen. Paludikultur ist eine völlig neue und wenig erprobte Landnutzungsform, die mit einem hohen Investitionsbedarf an angepasste Technik und besondere Infrastruktur- und Lagerkapazitäten verbunden ist. Eine Umstellung auf nasse Bewirtschaftung/Paludikultur erfordert daher ein hohes Maß an Mut zur Innovation und Bereitschaft sich auf etwas Neues einzulassen. In Anbetracht dessen ergeben sich folgende Handlungsempfehlungen:

- der Dialog mit den momentanen Pächtern der landwirtschaftlich genutzten Flächen sollte gesucht werden. Eine Möglichkeit wäre es, einige Greifswalder Landwirte für Paludikultur zu begeistern und ihnen mittels Flächentausch die entsprechenden Moorflächen zur Verfügung zu stellen. Hier erweist es sich als vorteilhaft, dass 76% der Moorflächen der Stadt selber gehören und die anderen Flächen zum Teil der Universität Greifswald und der Peter-Warschow-Stiftung gehören. Darüber hinaus besitzen die Stadt Greifswald sowie auch die Universität Greifswald und die Peter-Warschow-Stiftung weitere Moorflächen in anderen Gemeinden, die in dieser Studie jedoch nicht miteinbezogen werden konnten,
- der Aufbau lokaler und regionaler Verwertungswege sollte gefördert werden. Hierzu sollte der Dialog mit allen potentiell Beteiligten der Verwertungsketten gesucht werden.

Um zu gewährleisten, dass die positiven Potentiale von Wiedervernässungsvorhaben maximal ausgeschöpft werden können, ist es wichtig,

- sich frühzeitig mit allen relevanten Akteuren abzustimmen und gemeinsam Ziele für die Flächen zu entwickeln,
- auf bestehende lokale Kooperations- und Kommunikationsplattformen wie die Initiative Sauberer Ryck und deren Erfahrungsschatz zurückzugreifen und Synergien zu nutzen,
- alle beteiligten Sektoren der Verwaltung zur Mitarbeit aufzurufen und gute interne Kommunikations- und Kooperationsstrukturen aufzubauen.

Wiedervernässungsvorhaben geht eine lange Planungs- und Genehmigungsphase voraus und das mit Berechtigung, denn sie bedeuten eine Umgestaltung der Landschaft in der Art wie die Menschen sie gewohnt sind und können zudem mit umfassenden baulichen Maßnahmen verbunden sein, wenn z.B. anliegende Schutzgüter abgegrenzt werden müssen. Aus Sicht des Klimaschutzes gilt es jedoch, keine weitere Zeit mehr zu verlieren. Daher wäre es erstrebenswert, wenn es in der Stadt Greifswald sobald wie möglich eine Vernässungs-Strategie für die Moorflächen in ihrem Stadtgebiet und in ihrem Besitztum gibt.

Mindestens jedoch sollte sie dafür sorgen, dass in Zukunft keine Maßnahmen in oder an Moorflächen stattfinden dürfen, die mittel- oder langfristige Wiedervernässungsprojekte behindern können. Zu diesem vorausschauenden Ansatz würde unter anderem gehören, in Zukunft bei der Planung sämtlicher öffentlicher Bauvorhaben bzw. der Genehmigung privater Bauvorhaben, die in unmittelbarer Nähe von Moorflächen mit Umsetzungspotential durchgeführt werden sollen, eine potentielle Wasserstandshebung im Moor mit den zu erwartenden Auswirkungen auf den lokalen Grundwasserstand und angrenzende Flächen und Güter zu berücksichtigen. Wird beispielsweise eine Straße entlang einer momentan entwässerten Niedermoorfläche erneuert, sollte der Straßenbau derart geplant werden, dass er mit einer potentiellen Wasserstandshebung kompatibel wäre. Ein weiterer wichtiger Aspekt des vorausschauenden Handelns ist die Ausgestaltung der Pachtverträge auf den städtischen Flächen. Alle zukünftigen Vertragsgestaltungen für Niedermoorflächen sollten die Umsetzung von Vorhaben zur Wasserstandshebung grundsätzlich ermöglichen, wenn nicht fördern. Hier sollte der Impuls zur Kooperation, der jüngst von der Greifswalder Agrarinitiative ausging, genutzt werden. Ein weiterer Ansatz sind Ausschreibungen für städtischen Baumaßnahmen, hierüber kann die Stadt positiven Einfluss auf die Entwicklung eines Marktes für regional erzeugte Dämmstoffe aus Paludikultur ausüben.

Für eine umfassende Vernässungs-Strategie wäre es ratsam, alle in dieser Studie für Vernässung vorgeschlagenen Flächen gemäß den oben genannten Prioritäten zunächst einer strategischen Prüfung auf besondere Chancen und Hemmnisse zu unterziehen (Machbarkeitsstudien). Zu den wichtigsten Faktoren für eine erfolgreiche Wiedervernässung gehören:

- Wasserdargebot im Einzugsgebiet ermöglicht torferhaltende Wasserstände bzw. Zuführung von Wasser ist ohne langfristig hohe Kosten umsetzbar
- Durchführung der Wasserstandsanhhebung ist leicht umsetzbar, keine hohen Baukosten, keine aufwendigen Baumaßnahmen zur Abgrenzung anliegender Schutzgüter notwendig
- Einverständnis des Eigentümers der Fläche
- Einverständnis des Nutzers der Fläche, auf nasse Bewirtschaftung umzustellen oder die Bewirtschaftung aufzugeben, eventuell Wechsel des Pächters
- Abnahme der Biomasse aus der nassen Moorbewirtschaftung garantiert und angemessen vergütet
- Finanzierung der Baumaßnahmen und Kompensation eventuellen Wertverlustes der Fläche kann durch Fördermittel oder durch Anerkennung von Ökopunkten (für Kompensationsmaßnahmen oder Ökokonten) erbracht werden
- Keine naturschutzfachlichen Einwände vorhanden
- Ordnungsrechtliche Genehmigung möglich

5 Ausblick

Durch das Pariser Klimaabkommen und den Klimaschutzplan 2050 der Bundesrepublik Deutschland hat sich auch der Handlungsbedarf bezüglich der entwässerten Moore verschärft. Wenn bis 2050 keine Netto-Emissionen mehr existieren sollen, um das 2-Grad-Ziel einzuhalten, heißt dies im Umkehrschluss auch, dass alle Moore wiedervernässt werden müssen. Auch wenn die Moore der Universitäts- und Hansestadt Greifswald nur für einen geringen Anteil der Gesamtemissionen der Stadt verantwortlich sind, bilden diese einen Handlungsspielraum zur Emissionsreduktion. Durch den vergleichsweise hohen Anteil an trockengelegten Moorflächen im Stadtgebiet bietet sich für die Stadt Greifswald sowie auch die anderen Landbesitzer die große Chance, Klimaschutz auf ihren eigenen Flächen zu betreiben¹. Wenn die Vernässung der stadteigenen Moore konsequent vorangetrieben wird, kann die Stadt Greifswald zeigen, dass sie sich ihrer Verantwortung bewusst ist und sich nicht davor scheut, dieser auch gerecht zu werden. Ein solches Verhalten kann eine Vorbildfunktion gegenüber den Greifswalder Bürgern entfalten. Da Klimaschutz und Klimawandelanpassung bei der Moor-Wiedervernässung Hand in Hand gehen, kann die Stadt somit auch etwas für die Sicherheit und Lebensqualität ihrer Bürger tun. Voraussetzung hierfür ist jedoch zum einen die Information und Sensibilisierung der Bürger und Anwohner für das Anliegen und den Nutzen der Moorwiedervernässung im Allgemeinen und zum anderen die Partizipation der beteiligten Akteure und der unmittelbar „Betroffenen“ an konkreten Vorhaben. Fehler aus der Vergangenheit sollten sich nicht wiederholen. Die Bedenken und Sorgen der Menschen sollten ernst genommen werden und gleichzeitig sollte den Menschen vermittelt werden, dass nasse Moore letztendlich allen dienen und für die Schönheit der naturnahen Niedermoorlandschaften mit ihren spezifischen Artenspektren geworben werden.

Ein Szenario für die Zukunft der Stadt Greifswald könnte wie folgt aussehen:

Greifswald als Leuchtturm der Paludikultur

Alle Moore sind (wieder) nass. Ein Teil der Flächen, die heute noch als Grünland genutzt wurden, werden in Paludikultur bewirtschaftet und die Röhricht-Ernte wird in der Region zu hochwertigen Baustoffen verarbeitet. Diese werden unter anderem in den Immobilien der Stadt und der Universität verbaut. Ein anderer Teil wird als Nasswiesen genutzt, zum Teil mit Wasserbüffel-Beweidung und zum Teil mit Mahd. Das Schnittgut wird für die Wärmeerzeugung in einem dezentralen Heizwerk verfeuert. Einige Bereiche des ehemaligen Grünlands, wie Senken, Uferstreifen und ehemalige Gräben sind aber so nass, dass sie nicht landwirtschaftlich genutzt werden. Sie dienen dem Artenschutz und bereichern das Landschaftsbild. Die nassen Moore sind zu einem beliebten Ausflugsziel geworden und werden für die lokale Umweltbildung genutzt. Dank der hohen Erlöse aus dem Verkauf der Paludikultur- Biomasse und den geringen Transportkosten haben die Landwirte ein gutes Auskommen mit den Moorflächen. Ein weiterer positiver Effekt für die Landwirtschaft: durch die Wasserstandshebung in den Mooren ist der Grundwasserstand allgemein gestiegen und die benachbarten Flächen sind weniger von den sommerlichen Dürren betroffen. Auch die Bürger der Stadt sind zufrieden. In heißen Sommern wirken die vernässten Flächen angenehm kühlend auf das Lokalklima und im Falle von Hochwässern können sie als Retentionsflächen dienen. Die Flächeneinrichtungen wurden so umsichtig geplant, dass die anfänglichen Ängste ihrer Anwohner vor

¹ Die Stadt Greifswald besitzt auch noch weitere Moorflächen in anderen Gemeinden, die in dieser Studie nicht berücksichtigt wurden.

nassen Grundstücken und Kellern sich nicht bestätigt haben. Greifswald gilt als deutschlandweites Vorbild für nachhaltige Moornutzung, Klimaschutz und Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels.

Mit der Mitarbeit im MORGEN-Projekt ist die Stadt Greifswald bereits einen ersten Schritt gegangen, sich der Verantwortung für die Moore der Stadt zu stellen. Ziel des bis Ende 2020 laufenden Projektes ist es, in einer oder mehreren demonstrativen Flächen im Gebiet der Stadt Greifswald oder ihres Umlands, z.B. entlang des Rycks, Wasserstände in Flur anzuheben, Paludikulturen anzubauen und die gewonnene Biomasse lokal zu verarbeiten und zu vermarkten oder zur Energiegewinnung zu nutzen. Damit soll der Aufbau von lokalen bzw. regionalen Wertschöpfungsketten vorangetrieben werden. Unter Leitung der Michael-Succow-Stiftung soll ein partizipativer Planungsprozess geführt werden, der die Interessen und Motivationen aller beteiligten Akteure berücksichtigt und innerhalb dessen die notwendigen Entscheidungsgrundlagen, wie Machbarkeitsstudien für einzelne Flächen und rechtliche und wirtschaftliche Analysen, zur Verfügung stellt.

Weiterer Forschungsbedarf besteht unter anderem zu:

- der Entwicklung von lokalen Wertschöpfungsketten für Biomasse aus Paludikultur und Pflegenutzung
- die Anwendung der in dieser Studie vorgestellten und angewandten Methoden auf Moorflächen im Greifswalder Umland, mit Fokus auf Flächen, die der Stadt Greifswald, der Universität Greifswald oder anderen großen Landeigentümern gehören
- der Entwicklung eines Wiedervernässungs-Konzeptes im Sinne von Klimaschutz und Klimawandelanpassung für die Stadt Greifswald.
- Anpassung der Wald-GESTs für eine Bilanzierung von Waldstandorten

6 Referenzen

- Couwenberg, J.; Augustin, J.; Michaelis, D.; Wichtmann, W. & Joosten, H. (2008): Entwicklung von Grundsätzen für die Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Endbericht. Institut für Botanik und Landschaftsökologie, Institut für Dauerhafte Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE) e.V. Greifswald.
- Couwenberg, J.; Thiele, A.; Tanneberger, F.; Augustin, J.; Bärtsch, S.; Dubovik, D. et al. (2011): Assessing greenhouse gas emissions from peatlands using vegetation as a proxy. In: *Hydrobiologia* 674 (1), S. 67–89. DOI: 10.1007/s10750-011-0729-x.
- Couwenberg, J.; Reichelt, F. & Jurasinski, G. (in Vorb.): Vegetation as a proxy for greenhouse gas emissions from peatlands: an update of the GEST list
- Gerigk, B. (2012): Vegetationsformen, Wasserstufen und vertikale Kohlenstoffflüsse: Anwendung des GEST-Modells auf die Grünlandflächen der Universität Greifswald. Diplomarbeit. Universität Greifswald.
- Hendriks, D.; van Huissteden, J.; Dolman, A. J. & van den Molen, M. K. (2007): The full greenhouse gas balance of an abandoned peat meadow. In: *Biogeosciences* (4), S. 411–424. Online verfügbar unter www.biogeosciences.net/4/411/2007/.
- Jassal, R. S.; Black, T. A.; Roy, R. & Ethier, G. (2011): Effect of nitrogen fertilization on soil CH₄ and N₂O fluxes, and soil and bole respiration. In: *Geoderma* 162 (1-2), S. 182–186. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.02.002.
- Joosten, H.; Brust, K.; Couwenberg, J.; Gerner, A.; Holsten, B.; Permien, T. et al. (2015): Moorfutures - Integration of additional ecosystem services (including biodiversity) into carbon credits - standard, methodology, and transferability to other regions. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz (BfN). Bonn (BfN Skripten, 407).
- Joosten, H. & Clarke, D. (2002): The wise use of mires and peatlands - background and principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group and International Peat Society.
- Joosten, H. & Couwenberg, J. (2008): Peatlands and carbon. In: Parish, F.; Sirin, A.; Charman, D.; Joosten, H.; Minaeva, T. & Silviu, M. (Hrsg.): Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen, S. 99–117.
- Jurasinski, G.; Günther, A.; Huth, V.; Couwenberg, J. & Glatzel, S. (2016): Greenhouse gas emissions. In: Wichtmann, W.; Schröder, C. & Joosten, H. (2016). *Paludiculture - productive use of wet*

- peatlands. Climate protection - biodiversity - regional economic benefits, Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, Germany, 272 S.
- Klimaschutzkonzept UHGW (2010): Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitäts- und Hansestadt Greifswald - Langfassung, 194 S. Online verfügbar unter: https://www.greifswald.de/de/.galleries/dokumente/Staedtische-Konzepte/Klimaschutzkonzept/Integriertes_Klimaschutzkonzept__Langfassung.pdf
- Koska, I.; Succow, M. & Timmermann, T. (2001): Kapitel 4.3.1 - Vegetationsformen der offenen, naturnahen Moore und des aufgelassenen Feuchtgrünlandes. In: Succow, M. & Joosten, H. (Hg.): Landschaftsökologische Moorkunde. 2., völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart: Schweizerbart, S. 144–161.
- Kwasniowski, J. (2000): Boden- und Relieffanalyse zur Abschätzung anthropogener Landschaftsveränderung im Naturschutzgebiet Eldena (Vorpommern). Diplomarbeit Universität Greifswald, 94 S.
- Landesministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (LU M-V) (2009): Konzept zum Schutz und der Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore. Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 109 S.
- Landkreis Vorpommern-Greifswald (LK V-G) (2016): Integriertes Energie und Klimaschutzkonzept für den Landkreis Vorpommern Greifswald, 243 S. Online abrufbar unter: https://www.kreis-vg.de/media/custom/2164_4635_1.PDF?1477634470 (12.10.2018)
- Minke, M.; Augustin, J.; Burlo, A.; Yarmashuk, T.; Chuvashova, H.; Thiele, A. et al. (2015): Water level, vegetation composition and plant productivity explain greenhouse gas fluxes in temperate cutover fens after inundation. In: Biogeosciences Discuss. (12), S. 17393–17452.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt- und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (ML M-V) (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt- und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin. 98 S.
- Myhre, G.; Shindell, D.; Bréon, F.-M.; Collins, W.; Fuglestedt, J.; Huang, J. et al. (2013): Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Stocker, T. F. et al. (Hg.): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, S. 659–740. Online verfügbar unter <http://ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- Reichelt, F. (2015): Evaluierung des GEST-Ansatzes zur Abschätzung der Treibhausgasemissionen aus Mooren. Masterarbeit Universität Greifswald, 47 S.

- Spangenberg, A. (2013): Einschätzung der Treibhausgasrelevanz bewaldeter Moorstandorte in Mecklenburg-Vorpommern hinsichtlich des Minderungspotentials nach Wiedervernässung, Endbericht. DUENE, Greifswald, 29 S.
- Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern (SL M-V) (Hrsg.) (2001): Statistisches Jahrbuch 2001. Schwerin. Online abrufbar unter: https://www.lung.mv-regierung.de/wasser_daten/Dateien/Kap_2_4_1_Bodennutzung.htm (12.10.2018)
- UBA (2016): National Inventory Report - Germany 2016. Umweltbundesamt, 1040 S.
- Universitäts- und Hansestadt Greifswald (UHGW) (2010): Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitäts- und Hansestadt Greifswald, Langfassung, 194 S. Online abrufbar unter: https://www.greifswald.de/de/.galleries/dokumente/Staedtische-Konzepte/Klimaschutzkonzept/In-tegriertes_Klimaschutzkonzept__Langfassung.pdf (12.10.2018)
- Vanselow-Algan, M.; Schmidt, S. R.; Greven, M.; Fiencke, C.; Kutzbach, L. & Pfeiffer, E.-M. (2015): High methane emissions dominated annual greenhouse gas balances 30 years after big rewetting. In: Biogeosciences 12 (14), S. 4361–4371. DOI: 10.5194/bg-12-4361-2015.
- Wölk, M. (2014): Nachhaltige Entwicklung durch Klimaneutralität - CO₂-neutrale Universität. Online verfügbar unter: https://www.fu-berlin.de/sites/nachhaltigkeit/10_dokumente/Forum_N/2014-03-31_Forum-N---WOELK.pdf (12.10.2018)

7 Anhang

Tab. 5: Referenz zu bestehenden (schwarz) und hergeleiteten (grau) GESTs

GEST	Wasser- stufe	GEST- Name	CH ₄ [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹]	GWP [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	Referenz
G1	2+	Mäßig feuchtes Moorgrünland	0	31,5	31,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
G2	2+/3+	Feuchtes Moorgrünland	0	19,5	19,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
G3	3+/4+	Feuchtes bis sehr feuchtes Moorgrünland	0	13,5	13,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
G3f	3~	Flutrasen	0	13,5	13,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
G4	4+	Sehr feuchtes Moorgrünland	0,5	6,5	7	Couwenberg et al. (in Vorb.)
SG2	3+	<i>Feuchtes Salzgrasland</i>	<i>0</i>	<i>19,5</i>	<i>19,5</i>	<i>wie G2, aber CH₄=0, da Sulfat Mirkoben hemmt</i>
SG3	3+/4+	<i>Feuchtes bis sehr feuchtes Salzgrasland</i>	<i>0</i>	<i>13,5</i>	<i>13,5</i>	<i>wie G3, aber CH₄=0, da Sulfat Mirkoben hemmt</i>
SG4	4+	<i>Sehr Feuchtes Salzgrasland</i>	<i>0</i>	<i>6,5</i>	<i>6,5</i>	<i>wie G4, CH₄=0, da Sulfat Mirkoben hemmt</i>
U3	3+	Feuchtes Röhricht	0	3	3	Couwenberg et al. (in Vorb.)
U9	4+	Sehr feuchtes Großseggen-Ried	1,5	11	12,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
UX	4+	<i>Sehr feuchtes Großröhricht</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>abgeleitet nach Abb. 5 & 7 in Couwenberg et al. (in Vorb.)</i>
U10	5~	Wechselnasser vegetationsloser Torf	0	1,5	1,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)

GEST	Wasser- stufe	GEST- Name	CH ₄ [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	CO ₂ [t CO ₂ ha ⁻¹ a ⁻¹]	GWP [t CO ₂ -Äq ha ⁻¹ a ⁻¹]	Referenz
U14	4+/5+	Nasses Großröhricht	6,5	0	6,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
U17	5+/6+	Geflutete Großseggen-Riede u. Typha-Röhrichte	6,5	-1	5,5	Couwenberg et al. (in Vorb.)
oW	6+	offenes Wasser mit Schwimmvegetation	3	0	3	wie "Gräben"(S9 in Couwenberg et al. in Vorb.)
SUX	4+	Sehr feuchtes salzwasserbeeinflusstes Röhricht	0	2	2	wie UX, aber CH ₄ =0, da Sulfat Mikroben hemmt
SU14	5+	Salzbeeinflusstes nasses Großröhricht	0	0	0	wie U14, aber CH ₄ =0 da Sulphat Mikroben hemmt
SoW	6+	offenes salzwasserbeeinflusstes Wasser mit Schwimmvegetation	0	0	0	wie offenes Wasser (oW) nur CH ₄ =0, da Sulfat Mikroben hemmt
W2	2+/3+	Feuchter Moorwald	0	19,5	19,5	Angelehnt an die Offenland-GESTs G2, G3f, U7, U11, U13 und U15, da Bodenvegetation ähnlich, CO ₂ -Sequestrierung der Bäume konservativ vernachlässigt, Emissionsverhalten der Bäume nicht berücksichtigt, da sehr aufwendig und Wälder nicht im Fokus bzw. unterrepräsentiert im Stadtgebiet (vgl. Kap.2.2.2)
W3f	3~	Wechselfeuchter Moorwald	0	13,5	13,5	
WU7	3+/4+	Sehr feuchter Moorwald mit Hochstauden	0,5	12,5	13	
WU11	5+	Nasser Moorwald mit Hochstauden	7,5	-4	3,5	
WU13	5+	Nasser Moorwald mit Torfmoosrasen	5	-2	3	
WU15	4+/5+	Nasser Moorwald mit Großseggen	9,5	1	10,5	

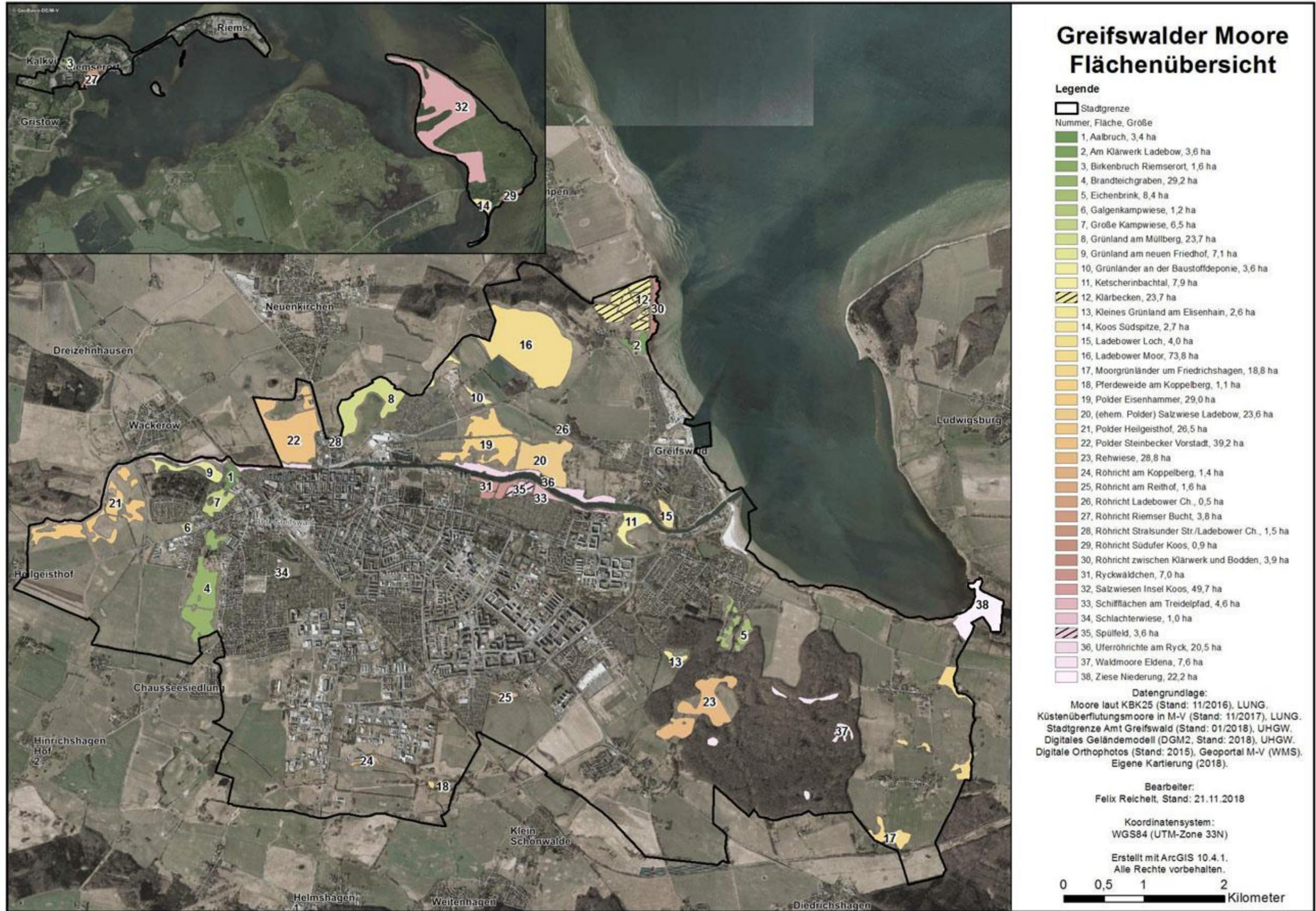


Abb. 8: Übersicht Moorflächen in Greifswald mit Angabe von Flächengrößen

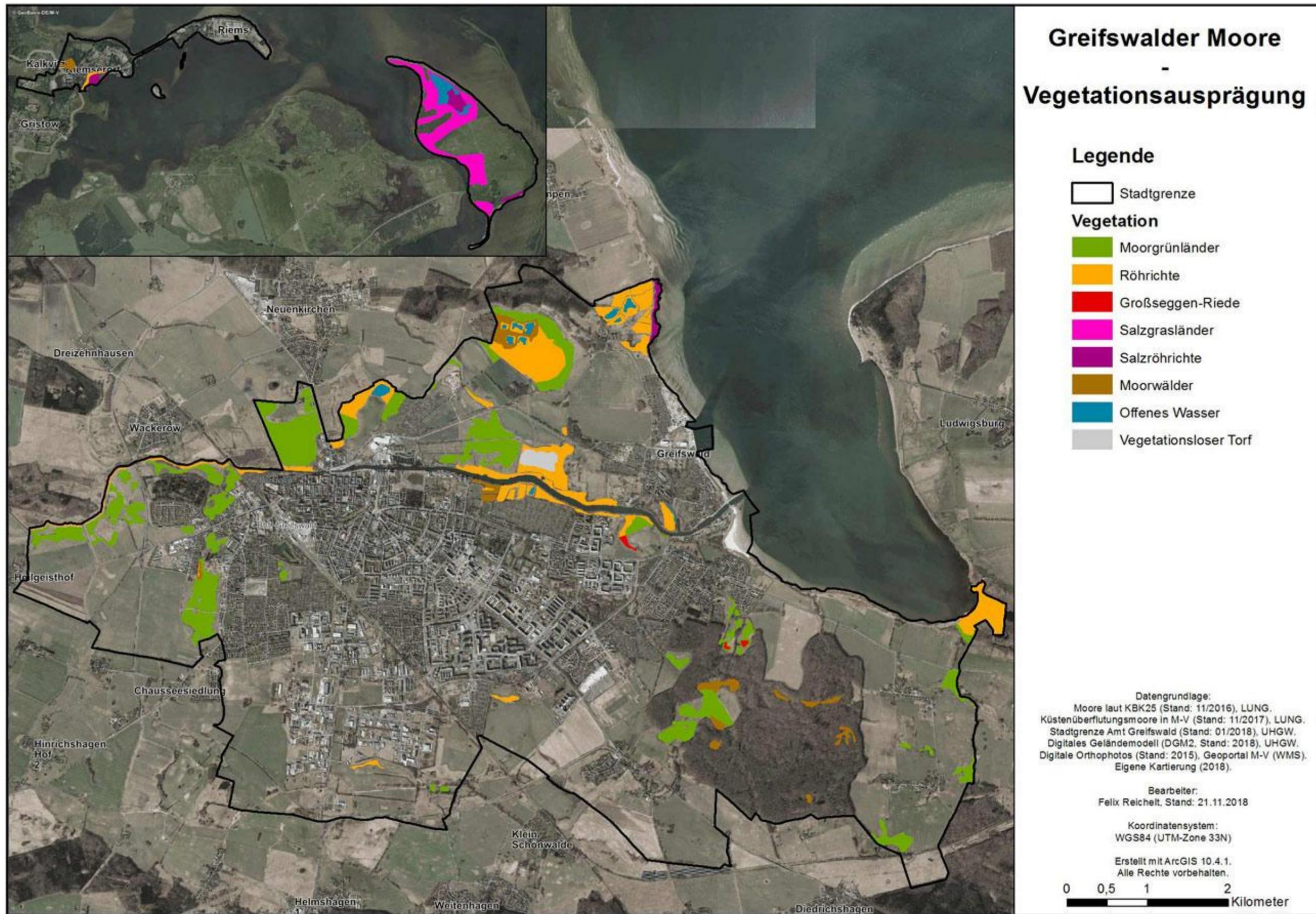


Abb. 9: Vegetationsausprägung und Nutzungsformen auf den Greifswalder Moorflächen

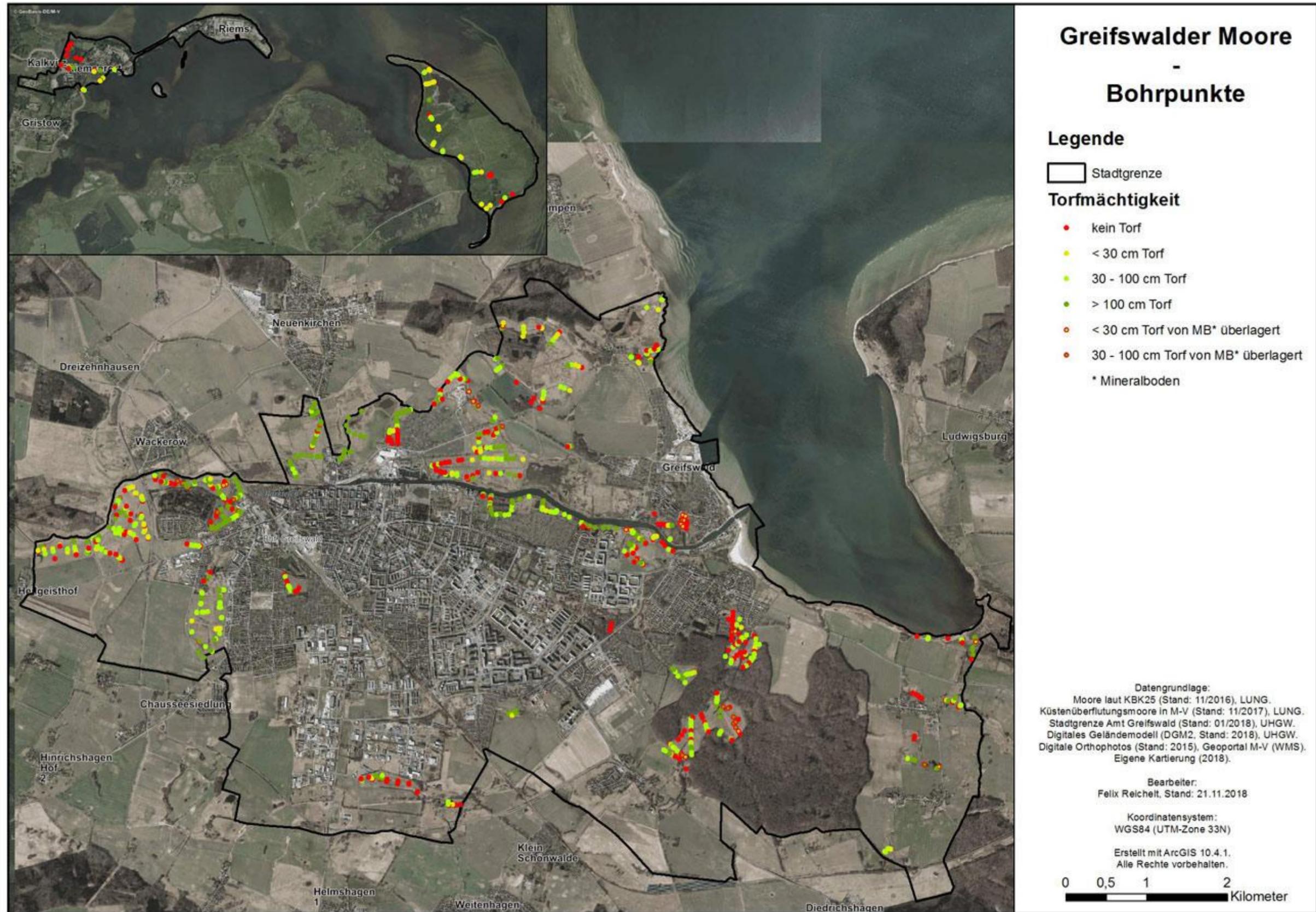


Abb. 10: Bohrpunkte der Feldkampagne zur Sondierung der aktuellen Torfausdehnung

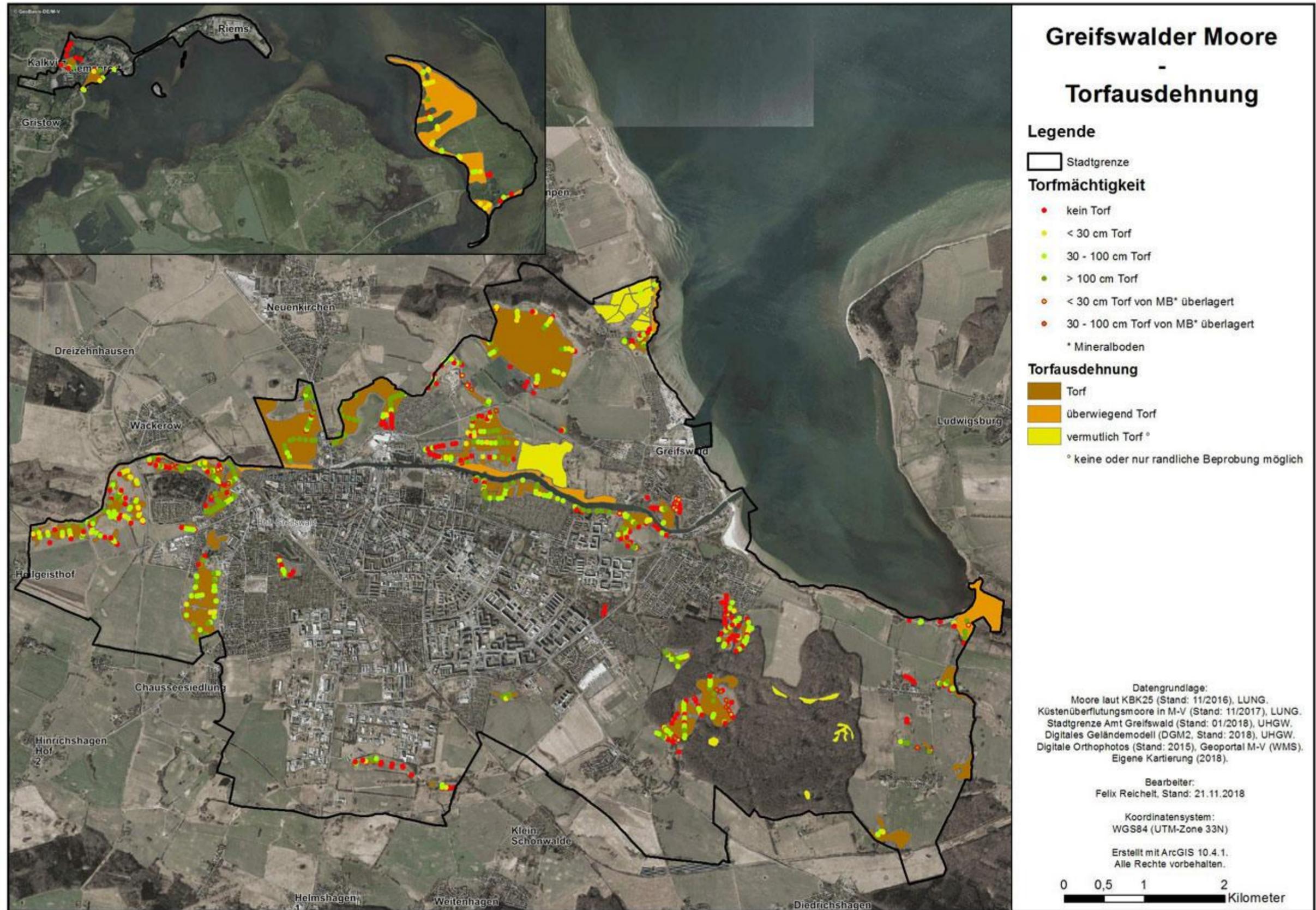


Abb. 11: Torfausdehnung im Greifswalder Stadtgebiet

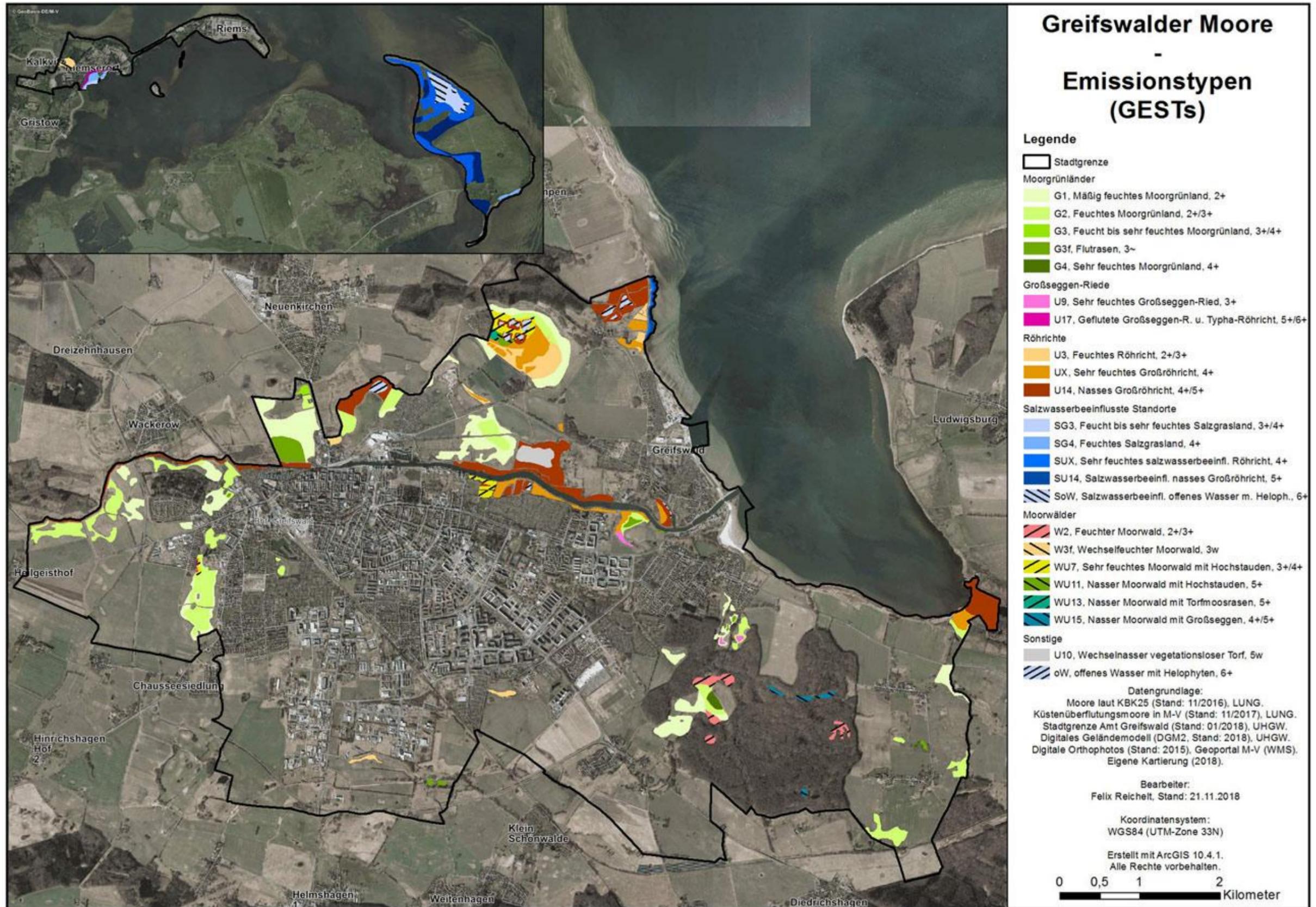


Abb. 12: Treibhausgas-Emissions-Standort-Typen (GESTs) für die Greifswalder Moorflächen

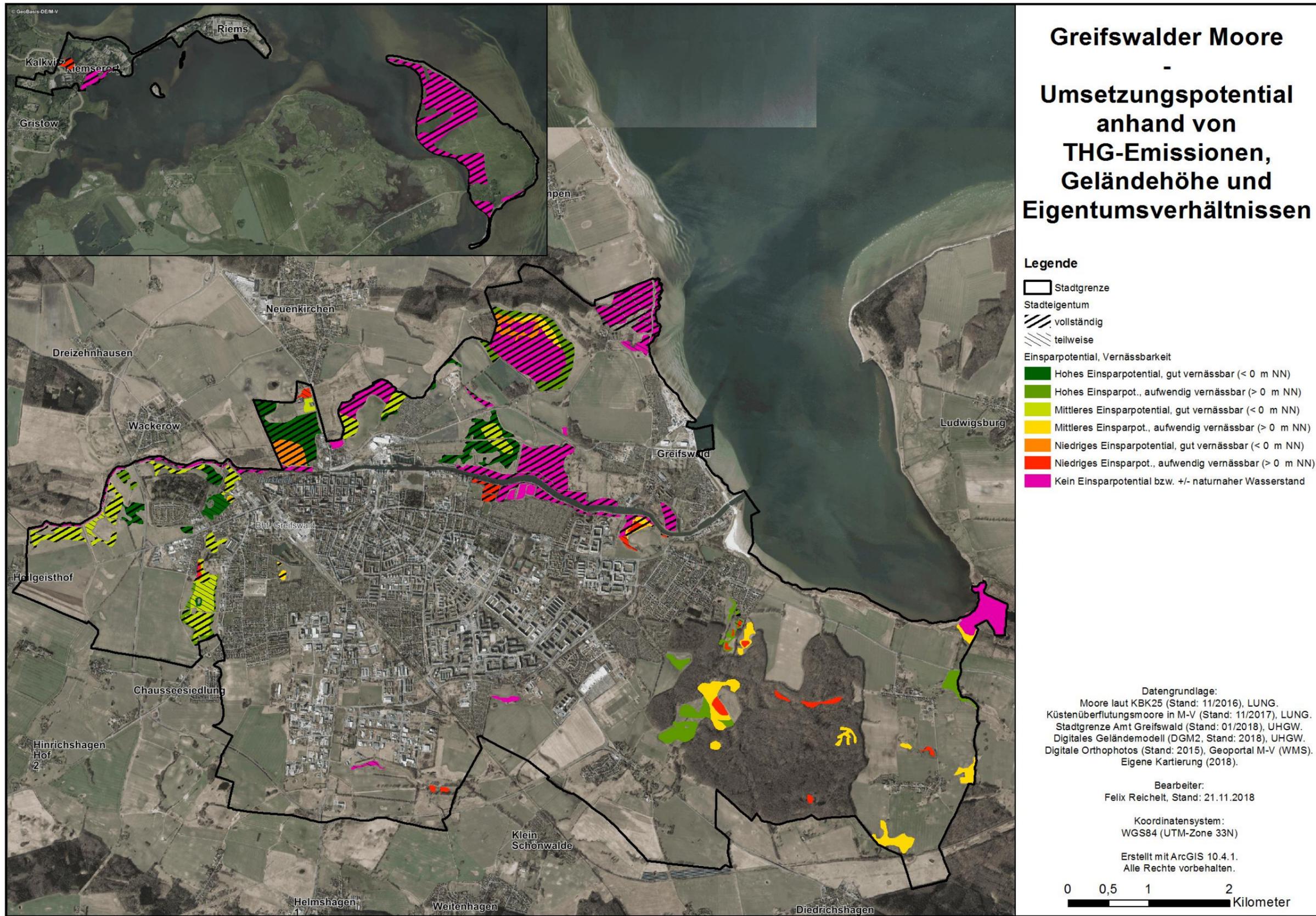


Abb. 13: Umsetzungspotential der einzelnen Moorflächen anhand von THG-Emissionseinsparpotential, Vernässbarkeit und Eigentumsverhältnissen