



Gesellschaft für
ökologische Planung e.V.



Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät *Life Sciences*

**Vorbereitende Untersuchungen zur Wasserstandsanhebung
im nördlichen Teil des Wittmoors in Hamburg**

Bachelorarbeit

Studiengang: Umwelttechnik (B.Sc.)

vorgelegt von

Fanny Weisser

Matrikelnummer [REDACTED]

Hamburg

am 20.03.2025

1. Gutachterin:
2. Gutachter:

Prof. Dr. Carolin Floeter
Diplom-Politologe & -Soziologe
Kai Schmille

HAW Hamburg
Gesellschaft für ökologi-
sche Planung e.V.

Danksagung

Ganz besonders möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Carolin Floeter für ihre fachliche Unterstützung und ihre Hilfsbereitschaft bedanken. Nicht nur zur Bachelorarbeit, auch während des Studiums ist Frau Floeter für viele eine große Unterstützerin, sieht den Menschen im Studi und vereint Fördern und Fordern in einer besonderen Weise. Danke!

Außerdem möchte ich mich bei Kai Schmille und der Gesellschaft für ökologische Planung e.V. bedanken. Danke für dieses spannende Thema und die damit verbundenen Erfahrungen, die ich machen durfte. Danke für das Vertrauen, eure Expertise und gute Zusammenarbeit. Und danke für euren unverzichtbaren Beitrag zum Umweltschutz, an dem ich im Rahmen dieser Arbeit teilhaben durfte.

Nicht zuletzt möchte ich mich für die große Unterstützung meiner Familie und Freunde bedanken, die mich während des gesamten Studiums begleitet haben und in jeglicher Hinsicht für mich da waren! Ganz besonders gilt der Dank meinem Partner, der mich vor allem, aber nicht nur, in der Bachelorarbeitszeit unterstützt und umsorgt hat.

Mein Dank gilt auch der Hans-Böckler-Stiftung, durch deren finanzielle Unterstützung ich mich intensiv dem Studium widmen und es so erfolgreich abschließen konnte.

Zusammenfassung

Moore sind unverwechselbare Landschaftsformen, die durch jahrhundertelange Entwicklung entstanden und in denen sehr spezielle Bedingungen herrschen. Durch ihre besonderen Eigenschaften, wie beispielsweise einen niedrigen pH-Wert und einen niedrigen Nährstoffgehalt, bieten Moore einen einzigartigen Lebensraum, der seltene und hochspezialisierte Arten beheimatet. Doch auch moorfremde Arten finden hier einen Rückzugsort, teilweise weil er ihnen in der stark veränderten Kulturlandschaft fehlt. Damit leisten Moore einen unabdingbaren Beitrag zur Biodiversität. Außerdem speichern intakte Moore Kohlenstoff im Torf, der zuvor in Form von CO₂ aus der Atmosphäre entnommen wurde. Sie sind also klimawirksame Kohlenstoffsinken. Hingegen entweichen aus einem entwässerten Moor die Treibhausgase CO₂ (Kohlendioxid) und N₂O (Lachgas) und das in nicht unerheblichen Mengen. Weltweit emittieren entwässerte Moore jährlich ca. 2 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente. Im vergangenen Jahrhundert wurden sie meist zum Torfabbau entwässert, heutzutage vor allem zur landwirtschaftlichen Nutzung - in Deutschland betrifft das 94% der Moorflächen. Aus ihnen entweichen so viele Treibhausgase, dass diese Böden über ein Drittel der landwirtschaftlichen Emissionen in Deutschland verursachen und das, obwohl sie nur 10% der landwirtschaftlichen Flächen ausmachen. Moore speichern vielfach mehr Kohlenstoff als Wüsten, Wiesen und Wälder und setzen diesen im entwässerten Zustand nach und nach frei. Ein Moor kann also, je nach Entwicklungszustand, eine bedeutende Senke oder Quelle für klimaschädliche Gase darstellen und der Mensch nimmt durch dessen Nutzung unmittelbaren Einfluss.

Moore in einen naturnahen Zustand zurückzusetzen ist eine effektive und kostengünstige Methode, den menschengemachten Klimawandel abzuschwächen. Dazu gehört in erster Linie eine Wiederherstellung des Wasserhaushalts, der in Mooren eine bedeutende Rolle einnimmt. Hierfür muss die Entwässerung gestoppt und der Wasserspiegel des Moores angehoben werden. Das ist ein komplexes Unterfangen und erfordert umfassende Voruntersuchungen, die unter anderem im Rahmen dieser Bachelorarbeit für den nördlichen Teil des Wittmoors erfolgt sind. Das Wittmoor ist ein ehemaliges Hochmoor und liegt in Hamburg und Schleswig-Holstein. Seine Entwicklung begann vor ca. 15.000 Jahren, zerstört wurde es im 20. Jahrhundert binnen 60 Jahren durch den Torfabbau. Seit den 1970er Jahren wird es renaturiert, auch im nördlichen Teil sind bereits Staumaßnahmen umgesetzt worden. Diese sollen erweitert werden und hierfür wurden vorbereitende Untersuchungen angestellt.

Anhand von Erfassungen vor Ort, experimentellen Wasseranalysen, Interviews mit Stakeholdern und Recherchearbeit konnten die im Gebiet herrschenden Bedingungen erfasst und bestehende Anforderungen und Ansprüche ermittelt werden.

Die Wasserqualität kann, aufgrund mangelnder Datenlage und da die Beprobung im Winter stattfand, nicht abschließend beurteilt werden. Es ist ein Einfluss durch die Einleitung von Fremdwasser anhand vieler Faktoren messbar, er wird jedoch unter den gegebenen Bedingungen als moderat und akzeptabel eingeschätzt. Es sollten jedoch unbedingt weitere Analysen erfolgen.

Das Konzept zur Wasserstandsanhhebung wurde im Austausch mit der Abteilung Naturschutz der Hamburger Umweltbehörde entwickelt, vereinzelt bedurfte es der

Rücksprache mit weiteren Behörden wie der Wasserbehörde oder der Obersten Forstbehörde.

Zur Ermittlung geeigneter Positionen zur Stauung wurden bestehende Vorschläge des betreuenden Naturschutzverbands Gesellschaft für ökologische Planung e.V. geprüft und durch Beobachtung und Recherche ergänzt. Es werden vier (optional fünf) größere Grabenstauungen vorgeschlagen, zwei Wälle sollten repariert und ein großflächiges Rinnensystem verschlossen werden. Hierfür wurden fünf verschiedenen Methoden bzw. Konstruktionen ermittelt, die den herrschenden Anforderungen (z.B. regulierbar) gerecht werden, möglichst langlebig und dennoch kostengünstig und einfach zu errichten sind.

Auf dieser Basis konnten geeignete Positionen für Staumaßnahmen identifiziert und passende Staukonstruktionen empfohlen werden. Die Untersuchungen ergaben keine Hinderungsgründe, die einer Renaturierung im Wege stehen könnten. Das Konzept zur Wiedervernässung umfasst auch eine Umsetzungshilfe, bei der die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der geplanten Wasserstandsanhhebung beschrieben, die benötigten Baustoffe und Werkzeuge benannt und Prioritäten aufgezeigt werden.

Mit erfolgreicher Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen kann auch dieser Teil des Wittmoors wieder dem naturnahen Zustand einen Schritt näher kommen und den wichtigen Beitrag von Mooren für ihre Umgebung und im Klimawandel leisten.

Abstract

Peatlands are unique landscapes with very special conditions. They have been created through centuries of development. Due to their special characteristics, such as a low pH value and low nutrient content, peatlands offer a unique habitat for rare and highly specialized species. But also, species that are not native to bogs find refuge here, partly because they lost their natural habitat in the heavily altered cultural landscape. The peatlands therefore make an indispensable contribution to biodiversity. In addition, natural peatlands store carbon in the peat, which was previously removed as CO₂ from the atmosphere. So, bogs can be climate-impacting carbon sinks – if they are wet. In contrast, the greenhouse gases CO₂ and N₂O escape from drained peatlands in significant quantities. Drained peatlands emit around 2 billion tons of CO₂ equivalents worldwide every year. In the last century many peatlands were drained massively for peat extraction and agricultural use, most of them are drained until today. 94% of German peatlands are used agriculturally and therefore drained. These soils are responsible for over a third of agricultural emissions, even though they only make 10% of agricultural land. Peatlands store much more carbon than deserts, meadows and forests and gradually release it when drained. Depending on the development, a peatland can therefore be a significant sink or source of climate-damaging gases - and we have a direct influence through its use.

Restoring peatlands to the near-natural state is therefore an effective and inexpensive method of reducing man-made greenhouse gases. This primarily involves restoring the water balance because it plays a key role in peatlands. Therefore, drainage should be stopped and the water level should be raised, which is a complex procedure. It requires extensive preliminary investigations, which were conducted for the northern part of the Wittmoor in this bachelor thesis. The Wittmoor is a former raised bog and is located in Hamburg and Schleswig-Holstein. Its development began around 15.000 years ago and it was degraded in the last century within 60 years by peat extraction and drainage. It has been restored since the 1970s and in the northern part the rise of the water level has already been implemented. This should be extended and therefore preparatory studies have been undertaken.

Using on-site surveys, experimental water analyses, interviews with stakeholders and research work, the existing conditions were recorded and existing requirements and demands identified.

The water quality cannot be conclusively assessed due to a lack of data and because the testing took place in winter. The influence of the input of foreign water can be measured through many factors, but it's estimated to be moderate and acceptable under the given conditions. However, further analysis should definitely be taken.

The concept for raising the water level was developed in consultation with the nature conservation department of the Hamburg environmental authority. In some cases, it was necessary to involve other stakeholders such as the water authority or the supreme forestry authority.

To determine suitable positions for damming, existing proposals from the supervising nature conservation association Gesellschaft für ökologische Planung e.V. were checked and supplemented by observation and research. Four (optionally five) larger ditch dams are offered, two berms should be repaired, and a large-scale channel

system has to be closed. For this purpose, five different methods or constructions were identified that meet the prevailing requirements (e.g. adjustable). They also are as durable as possible and yet inexpensive and easy to build.

On this basis, suitable positions for damming options could be evaluated and adequate dam constructions suggested. The investigations did not show any obstacles that could stand in the way of restoration. The concept for rewetting also includes an implementation guide, which describes the preparation, installation and follow-up of the planned water level raising, lists the required construction materials and tools and identifies priorities.

With the successful implementation of the recommended steps, this part of the Wittmoor can also come a step closer to a near-natural state and make the important contribution of peatlands to their environment and to climate change.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Zusammenfassung.....	II
Abstract.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Abbildungsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis.....	XII
Vorwort.....	1
1. Einleitung.....	1
1.1. Moore und ihre Bedeutung für die Biodiversität und im Klimawandel.....	1
1.2. Aufgabenstellung.....	2
1.3. Grundlagen zu Mooren und dem Wittmoor.....	6
1.3.1. Entstehung.....	6
1.3.2. Biodiversität.....	9
1.3.3. Klimawirksamkeit.....	10
1.3.4. Wasser- und Nährstoffhaushalt in der Region.....	12
1.3.5. Gewässergüte im Moor.....	13
1.3.6. Historische Erkenntnisse aus den Torfschichten.....	14
1.3.7. Nutzung und Abbau.....	14
1.3.8. Folgen der Nutzung.....	16
1.3.9. Renaturierung.....	18
1.3.10. Aktuelle Bedingungen im Wittmoor.....	20
1.3.11. Überblick des zu untersuchenden Gebiets.....	21
2. Material & Methoden.....	26
2.1. Erfassung der Zu- und Abflüsse im Gebiet.....	26
2.2. Experimentelle Ermittlung der Wasserqualität.....	26
2.3. Kommunikation mit Stakeholdern.....	29
2.3.1. Auswahl und Kontakt der Stakeholder.....	29
2.3.2. Teilstrukturierter Fragebogen.....	30
2.3.3. Methodik der Auswertung.....	31
2.4. Literaturrecherche zu Moorgewässern, dem Wittmoor und Staukonstruktionen.....	31
3. Ergebnisse.....	34
3.1. Erfassung der Zu- und Abflüsse im Gebiet.....	34

3.1.1.	Vorhandene Zu- und Abflüsse sowie deren Verlauf	34
3.1.2.	Wasserstau und -rückgang in den Flächen.....	39
3.1.3.	Entwicklung der Wasserstände.....	43
3.1.4.	Zustand der umgebenden Straßen und Wege.....	44
3.2.	Experimentelle Ermittlung der Wasserqualität	44
3.3.	Kommunikation mit Stakeholdern	54
3.4.	Recherche zu Moorgewässern, dem Wittmoor und Staukonstruktionen.....	57
3.4.1.	Anforderungen an die Wasserqualität in Mooren	57
3.4.2.	Positionierung der Staumaßnahmen	57
3.4.3.	Staumaßnahmen und -konstruktionen	59
3.4.3.1.	Geeignete Baustoffe.....	59
3.4.3.2.	Staumaßnahmen und -konstruktionen	60
3.4.3.3.	Weitere Kenntnisse zur erfolgreichen Umsetzung von Staumaßnahmen	65
4.	Diskussion.....	67
4.1.	Wasserzuflüsse und -qualität	67
4.2.	Mögliche Positionierung von Staumaßnahmen.....	69
4.3.	Geeignete Konstruktionen für die geplanten Staumaßnahmen.....	73
4.4.	Empfehlungen zur Vorgehensweise.....	77
5.	Fazit.....	80
	Literaturverzeichnis	XIII
	Eidesstattliche Erklärung.....	XVII
	Anhang.....	XVIII

Abkürzungsverzeichnis

AN	Abteilung Naturschutz
BSB	Biologischer Sauerstoff-Bedarf
BUKEA	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EU	Europäische Union
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
FS	Flurstück(e)
GÖP	Gesellschaft für ökologische Planung
HAW	Hochschule für Angewandte Wissenschaften
KZ	Konzentrationslager
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LGV	Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NSG	Naturschutzgebiet
PE	Polyethylen
PEP	Pflege- und Entwicklungsplan des NSG Wittmoor
punktl.	Punktuell
Stck.	Stück
THG	Treibhausgas(e)
versch.	verschiedene(r/s)
WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verbreitung der organischen Böden in Deutschland (Tegetmeyer u. a. 2020)	3
Abbildung 2: Entwicklung eines Hochmoores aus einem Niedermoor (Böckenhauer u. a. 2016)	7
Abbildung 3: Moosjungfer (Schmille 2011)	9
Abbildung 4: Schema der Abgabe und Aufnahme von Treibhausgasen je nach Vernässungsgrad eines Moores (IUCN UK Peatland Programme, 2024)	11
Abbildung 5: Klima-Effekt der Wiedervernässung von Mooren in Deutschland in verschiedenen Szenarien (Couwenberg & Jurasinski 2022)	12
Abbildung 6: KZ-Gefangene beim Torfabbau im Wittmoor 1933 (NDR 2023).....	15
Abbildung 7: Schema einer degradierten Hochmoorlandschaft und deren jeweiliges Entwicklungspotenzial (LBEG 2022, bearbeitet)	16
Abbildung 8: vereinfachte Karte des NSG Wittmoor in Hamburg und Schleswig-Holstein (GÖP 2023)	17
Abbildung 9: Torf-Abbaufäche im Wittmoor (links) und heutiger Moorsee (rechts) rund 65 Jahre später (Schmille 2025).....	20
Abbildung 10: Luftaufnahme des nördlichen Teils des Wittmoors in Hamburg mit Flurstücks-Nummern und den drei größten Gräben in blau (Google 2024, bearbeitet)	21
Abbildung 11: Auszug aus Karte 13 „Entwicklungsmaßnahmen“ des PEP (AN 2017) ...	23
Abbildung 12: Höhenbild/Geländerelief des zu untersuchenden Gebiets im Wittmoor (Bereitgestellt durch AN)	24
Abbildung 13: Blick auf FS 901 (hinter dem Zaun), dahinterliegende Segeberger Chaussee erkennbar (eigene Aufnahme).....	25
Abbildung 14: Übersicht der größeren, wasserführenden Grabenstrukturen (blau), vorhandenen Dämme (rot) und Probenahmestellen (AN 2017, bearbeitet).....	34
Abbildung 15: Damm im Straßengraben, ca. 50m vor Mündung (eigene Aufnahme)	35
Abbildung 16: Vergleich Straßengraben (links) und Nebengraben (rechts) (eigene Aufnahmen)	35
Abbildung 17: Höhenmodell mit markierten kleinen Grabenstrukturen und Flurstücken (bereitgestellt durch AN, bearbeitet).....	36
Abbildung 18: Damm im Sumpfgaben, Wasserseite (eigene Aufnahme).....	37
Abbildung 19: Zwei Gräben auf FS 3172 (eigene Aufnahme)	37
Abbildung 20: Grabenstruktur auf FS 2233. Die südlichen Gräben sind deutlicher zu erkennen (Bild links), die Gräben mitten im Moorwald sind stark verwachsen (Bild rechts). Stellenweise ist ein Anschluss an den Nebengraben erkennbar (Bild Mitte) (eigene Aufnahmen)	38
Abbildung 21: sichtbare Verbindungen zwischen Nebengraben und Moorfläche auf FS 1619 (eigene Aufnahmen).....	38
Abbildung 22: Skizze der stark vernässten Bereiche im Beobachtungszeitraum (AN 2017, bearbeitet).....	39
Abbildung 23: Blick vom Brunsteenredder gen Süden auf nasse Flächen und Wall-Durchbruch (eigene Aufnahme).....	40
Abbildung 24: Überstaute Weide auf FS 1614 am 11.01.2025 (links)und am 15.02.2025 (rechts) (eigene Aufnahmen)	40

Abbildung 25: Mündung des Wiesengrabens in den Nebengraben auf FS 1619 großflächig übergetreten (eigene Aufnahme)	41
Abbildung 26: Überstaute Flächen auf FS 3172 auf Höhe der Wiesengraben-Mündung (links) und südlich davon (rechts) (eigene Aufnahmen)	42
Abbildung 27: Blick auf Nebengraben mit Verwallung (links) und Blick aus FS 2233 auf die Wasserlache mit Ziffer 2 (rechts) beides auf FS 3172 (eigene Aufnahmen)	42
Abbildung 28: Vernässte Senken am Straßengraben auf FS 1614 (links) und FS 3172 (rechts) (eigene Aufnahmen)	43
Abbildung 29: Brunsteenredder (eigene Aufnahme)	44
Abbildung 30: Markierte Probenahmestellen (v.l.n.r) der Twelenbek, des Moorgrabens und der Mellingbek im NSG Wittmoor (Google 2025)	45
Abbildung 31: Wassertemperatur entlang des Hauptfließwegs im Beobachtungszeitraum	47
Abbildung 32: Wassertemperatur an den strömungsberuhigten Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	47
Abbildung 33: Sauerstoffsättigung an den Probenahmestellen und der Mellingbek ..	48
Abbildung 34: Sauerstoffkonzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek	49
Abbildung 35: BSB ₅ an den Probenahmestellen im Beobachtungszeitraum	50
Abbildung 36: pH-Wert an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	50
Abbildung 37: Leitfähigkeit an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	51
Abbildung 38: Ammoniumgehalt an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	52
Abbildung 39: Nitrit-Konzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	52
Abbildung 40: Nitrat-Konzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	53
Abbildung 41: Phosphat-Gehalt an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum	54
Abbildung 42: Starkregenhinweiskarte „Fließwege & Fließpfeile“ (links) und „Senkentiefen“ (rechts) (LGV Hamburg 2025).....	58
Abbildung 43: Mit Torf gefüllter Graben vor dem Abdecken mit Holzplatten-Sperren (Lugon u. a. 2009)	60
Abbildung 44: Querschnitt eines Torfdamms mit Holzplatte. Wasserseite links. 1: Tümpel; 2: Holzplatte; 3: festgepresster Torf; 4: Graben; 5: Grabensohle; h: aufzustauende Wasserhöhe (Lugon u. a. 2009)	62
Abbildung 45: Verhältnis der nutzbaren Fläche zur Gesamtfläche (Lugon u. a. 2009)	62
Abbildung 46: Holzspundwand im Querschnitt, zulässige Stauhöhe maximal 1m (LBEG 2022)	62
Abbildung 47: Einbau einer Metallspundwand (LfU 2010).....	63
Abbildung 48: Notfall-Überlauf (links) und regulärer Überlauf mit Rohrknief im Querschnitt, Maße in cm (rechts) (Lugon u. a. 2009).....	63
Abbildung 49: Links: Hebelkonstruktion zur schrittweisen Regulierung des Wasserstands (LBEG 2022) Rechts: Staukonstruktion mit Einschub aus Holz zur raschen Senkung des Wasserstands (LfU o. J.).....	64

Abbildung 50: Grabenstrukturen (blau) und von einer Stauung ausgeschlossene Flächen (rot) (nicht maßstabsgetreu) (AN 2017, bearbeitet)	69
Abbildung 51: Übersicht vorgeschlagener Positionen für Staumaßnahmen (rot) und einer potenziellen zusätzlichen Stauung (orange) in den Grabenstrukturen (blau) (AN 2017, bearbeitet).....	70
Abbildung 52: Vorschlag über punktuell Verfüllen der Rinnen im Wald auf FS 2233 (Bereitgestellt durch AN, bearbeitet)	72
Abbildung 53: Übersicht geeigneter Staumaßnahmen (rot, orange) an/in den Grabenstrukturen (blau) (AN 2017, bearbeitet)	73
Abbildung 54: Querschnitt eines mehrschichtigen Aufbaus (Lugon u. a. 2009).....	74
Abbildung 55: Querschnitt der vorgeschlagenen Konstruktion mit U-Profil (grau) zur Fixierung des Sperrbretts (orange) (Lugon u. a. 2009, bearbeitet)	74
Abbildung 56: Seitenansicht des Einschubs in der Platte.....	74
Abbildung 57: Grabenböschung, die vor Dammbau freigelegt werden muss (Lugon u. a. 2009)	77

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nutzung der Moorflächen in Deutschland (Jäger 2020; Greifswald Moor Centrum 2020).....	15
Tabelle 2: Anteile der Flächen im Gebiet (Google 2025).....	23
Tabelle 3: Zur Probenahme verwendete Materialien	27
Tabelle 4: Grenzwerte für „guten“ ökologischen Zustand eines „organisch geprägten Baches“ mit dem Zusatz „basenarm“ und „Norddeutsches Tiefland“ sowie gemäß Nitratrichtlinie (Anlage 7 Kapitel 2 OGeWV; Umweltbundesamt 2017)	28
Tabelle 5: Übersicht der kontaktierten Behörden und ihrer Zuständigkeit.....	29
Tabelle 6: Übersicht der Informationsquellen zu den einzelnen Themenbereichen.....	32
Tabelle 7: Übersicht der in Rechercheportalen verwendeten Schlagworte	33
Tabelle 8: Wasserstände der Probenahmestellen im Beobachtungszeitraum (– nicht begehbar)	43
Tabelle 9: Übersicht der benötigten Mengen Torf und Sägemehl.....	76
Tabelle 10: Übersicht der benötigten Baumaterialien und Mengen	78

Vorwort

Die Bereitstellung des Themas und die Betreuung der Bachelorarbeit wurde von Kai Schmille, dem Geschäftsführer der Gesellschaft für ökologische Planung e.V. (GÖP), übernommen. Die GÖP betreut in Zusammenarbeit mit dem Referat „Management der Hamburger Naturschutzgebiete“ der Abteilung Naturschutz (AN) der Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (BUKEA) und dem Naturschutzbund (NABU) das in Hamburg gelegene Wittmoor und setzt dort Renaturierungsmaßnahmen um. Die Bachelorarbeit wurde von Seiten der HAW Hamburg von Prof. Dr. Carolin Floeter betreut.

1. Einleitung

1.1. Moore und ihre Bedeutung für die Biodiversität und im Klimawandel

Moore sind als einzigartige Landschaftsformen unabdingbar für die Biosphäre (Eigner & Schmatzler 1991; Jäger 2020). Sie bieten mit ihren Eigenschaften sehr individuelle Lebensräume und leisten damit einen wertvollen Beitrag zur Biodiversität– nicht, weil sie in Hochmooren besonders reichhaltig wäre, sondern weil die Organismen hochspezialisiert auf die Bedingungen in Mooren, wie dem sauren pH-Wert, der Speisung durch Niederschläge und der Nährstoffarmut, sind. In Niedermooren ist die Vielfalt an Organismen größer, doch auch hier sehr spezialisiert. Diese Organismen sind so stark an die besonderen Bedingungen in Mooren angepasst, dass sie in anderen Milieus nicht überleben können (Jäger 2020). Die Entwässerung und Degradierung der Moore bedroht diese Arten massiv, weil sie eben nicht auf andere Biotope ausweichen können (Uellendahl u. a. 2023). Auch werden Moore von vielen Arten zeitweise genutzt, vor allem als Rückzugsort wie z.B. als Rast- und Brutplätze, Nahrung finden diese Tiere oft außerhalb des Moores (Eigner & Schmatzler 1991). Zudem werden degradierte Moore durch moorfremde Arten erschlossen, deren eigentlicher Lebensraum durch die menschengemachte Kulturlandschaft zunehmend schwindet und die im degradierten Moor ausreichend Nahrung finden. Damit finden nicht nur moorheimische, sondern auch moorfremde Arten in diesem besonderen Biotop einen wertvollen Lebensraum (Eigner & Schmatzler 1991).

Ein intaktes Moor speichert zudem beständig Kohlenstoff und Stickstoff in Form des Pflanzenmaterials, das in Form von Torf humifiziert wird, es dient also als Kohlenstoff- und Nährstoffsene (Dierßen & Dierßen 2001). Wird es entwässert und die dauerhaft gefluteten Bodenzonen trockengelegt, fungiert ein Moor aber als Quelle von Treibhausgasen (Jäger 2020). Der Torf kommt durch die Entwässerung in Kontakt mit Sauerstoff und wird mikrobiell abgebaut. Dabei entstehen große Mengen Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O), die in die Atmosphäre emittieren (Jäger 2020). Dies ist mindestens seit den 90er Jahren bekannt, doch erst in den letzten 10 bis 15 Jahren wird das tatsächliche Ausmaß deutlich: weltweit speichern Moore mehr Kohlenstoff als Grasland, Wälder oder Wüsten und das, obwohl sie einen bedeutend kleineren Anteil an der Erdoberfläche haben (Dierßen & Dierßen 2001; Heinrich-Böll-Stiftung 2023). Global betrachtet bedecken Moore nur 3% der Landfläche, speichern aber fast doppelt

so viel Kohlenstoff wie alle Wälder dieser Erde und emittieren jährlich aufgrund der Entwässerung ca. 2 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalente (Tanneberger & Schroeder 2023; Heinrich-Böll-Stiftung 2023). Sie können damit je nach Zustand als sehr effektive Kohlenstoffsенke fungieren oder gegenteilig Unmengen an Treibhausgasen (THG) freisetzen (Heinrich-Böll-Stiftung 2023). Weltweit sind etwa 80% der Moorflächen intakt, ganz anders verhält es sich in Deutschland: hier machen Moore etwa 4% der Landfläche, also 1,28 Millionen Hektar (ha), aus und davon sind 94% entwässert und genutzt (Jäger 2020; Tanneberger & Schroeder 2023). Seit den 70er Jahren werden zwar Flächen wiedervernässt, jedoch nur etwa 4% (Tanneberger & Schroeder 2023). Die Moorböden in Deutschland beinhalten 1,3 Milliarden Tonnen Kohlenstoff – von dem sie jährlich 53 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent emittieren, weil sie größtenteils landwirtschaftlich genutzt und dafür (stark) entwässert sind (Heinrich-Böll-Stiftung 2023; Uellendahl u. a. 2023). Die Summe der in Deutschland entstandenen THG-Emissionen im Jahre 2023 betrug 674 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalent, die Moorböden verursachen etwa 8% davon (Pawlik 2025). Außerhalb des Energiesektors gelten Moore in Deutschland damit als die größte Einzelquelle für Treibhausgase und stellen etwa 37% der THG-Emissionen in der Landwirtschaft und das, obwohl sie nur 10% der landwirtschaftlichen Flächen ausmachen (Jäger 2020). Aus einem Hektar entwässerten Moores entweicht jährlich so viel Treibhausgas, wie aus einem Auto, das 4,5 mal um die Erde fährt (Heinrich-Böll-Stiftung 2023). Die Wiedervernässung der deutschen Moore hat ein Reduktionspotenzial von bis zu 35 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent (Bonn u. a. 2015). Dies verdeutlicht, welchen Faktor Moore in den Gesamtemissionen ausmachen und auch das Potenzial, das von ihnen ausgeht: sie können je nach Zustand zur Verlangsamung oder eben Beschleunigung der Erderwärmung beitragen und der Mensch kann darauf unmittelbaren Einfluss nehmen, indem er die Entwässerung reguliert. Denn die THG-Emissionen nehmen mit der Entwässerungstiefe zu, wohingegen wiedervernässte Moore wieder als Kohlenstoffsенke fungieren können (Jäger 2020).

In Deutschland werden seit den 70er Jahren Moore sukzessive wiedervernässt, bislang geschah dies aber nur auf einem Bruchteil der bundesweiten Moorflächen (Tanneberger & Schroeder 2023). Neben dem Beitrag zur Biodiversität sind die THG-Emissionen der wichtigste und drängendste Grund, Moore in einen ursprünglichen Zustand zurückzusetzen und zu Naturschutzgebieten (NSG) zu erklären. Auf den Beitrag zur Biodiversität wird in Kapitel 1.3.2 vertiefend eingegangen, die Klimawirkung wird in Kapitel 1.3.3 ausführlicher beschrieben.

1.2. Aufgabenstellung

Gegenstand dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Konzeptes für die Wiedervernässung des Wittmoors. Das Wittmoor liegt im Norden von Deutschland, zu Teilen in Hamburg und Schleswig-Holstein (Schmille 2011). In der nachfolgenden Abbildung 1 ist die Verbreitung der organischen Böden (und damit auch Moorböden) in Deutschland gezeigt, die ungefähre Position des Wittmoors ist mit einem Pfeil markiert.

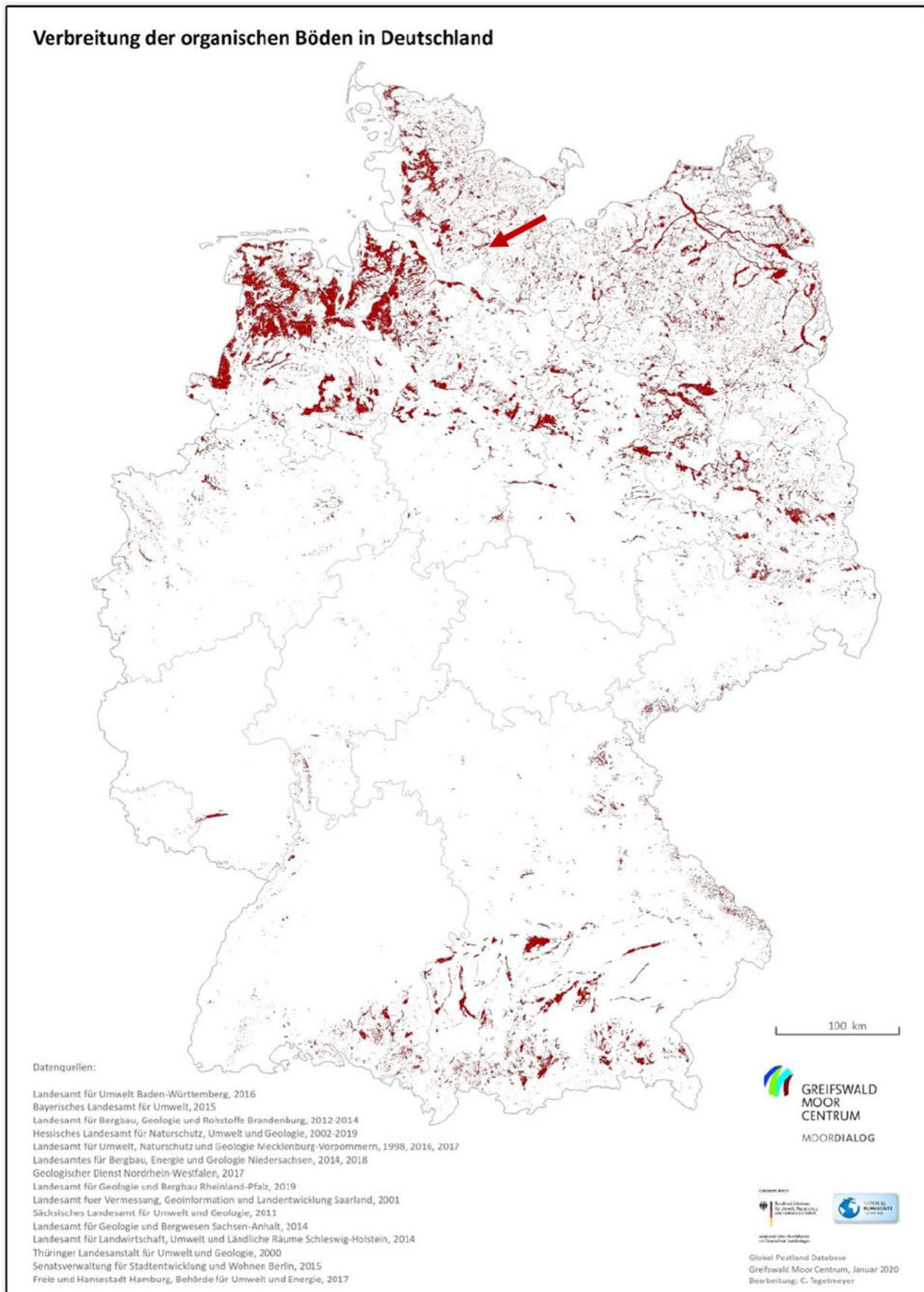


Abbildung 1: Verbreitung der organischen Böden in Deutschland (Tegetmeyer u. a. 2020)

Das Wittmoor entstand vor etwa 15.000 Jahren und entwickelte sich zu einem Hochmoor, das im letzten Jahrhundert durch Torfabbau massiv degradierte. Das Wittmoor ist seit den 70er Jahren ein Naturschutzgebiet und es sind bereits vielerorts Maßnahmen zur Wiedervernässung durchgeführt worden (Schmille 2011). Für diese Arbeit sind Maßnahmen im Norden des Wittmoors, im Hamburger Teil, geplant, sodass hier der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt. Das Konzept wird auf Grundlage der formulierten Ziele im Pflege- und Entwicklungsplan des NSG Wittmoor (PEP) erstellt, anhand derer das Gebiet seither renaturiert wird, und anhand Vorschlägen der GÖP, die in einem Bericht zusammengefasst sind, welcher in Anhang 1 zu finden ist. Es geht also nicht um die Beurteilung, ob das Gebiet renaturiert werden soll, sondern um eine mögliche Umsetzung bestehender Renaturierungspläne.

Die letzte Stauung in dem betreffenden Abschnitt des Wittmoors erfolgte etwa 2008 (Schmille 2025). Zur Vermeidung unerwünschter Nebeneffekte sind nun vor einer weiteren Stauung vorbereitende Untersuchungen geplant, die im Rahmen dieser Bachelorarbeit ausgeführt werden sollen. Nach Gesprächen mit der GÖP ergaben sich vier thematische Schwerpunkte, die zu bearbeiten sind. So sind die hydrologischen Bedingungen und qualitative Eignung des eingeleiteten Wassers zur Stauung zu prüfen, potenzielle Nutzungskonflikte mit Stakeholdern zu identifizieren, eine zielführende Positionierung von Staumaßnahmen sowie passende Staukonstruktionen zu ermitteln. Diese Schwerpunkte werden im Folgenden eingehender beschrieben.

1. Ermittlung der hydrologischen Bedingungen und die physikalisch-chemische Wasserqualität potenzieller Zuflüsse

Im zu untersuchenden Gebiet wird Fremdwasser eingeleitet. Es sind die Zuflüsse zu ermitteln, um den Ursprung des Fremdwassers abschätzen zu können. Dies gibt erste Anhaltspunkte, wie das Wasser beschaffen sein könnte, beispielsweise ist der Nährstoffgehalt nahe intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen deutlich erhöht (Graw 2011). Zudem sind Fließwege und -richtungen zu erfassen, welche eng mit der Topografie zusammenhängen, um das Rückhalte- und Abflussverhalten des Gebiets zu kennen. Auf Grundlage dieser Kenntnisse sind anschließend geeignete Positionen für Staumaßnahmen abzuleiten. Außerdem können so repräsentative Entnahmestellen für Wasserproben identifiziert werden.

Des Weiteren ist zu prüfen, ob das anfallende Wasser für eine Anstauung geeignet ist. Moore haben ein nährstoffarmes und saures Milieu, dies sollte durch eindringendes Wasser nicht zu stark beeinflusst werden (Jäger 2020). Hierbei werden die Parameter Temperatur, Sauerstoffgehalt, biologischer Sauerstoffbedarf, pH-Wert, Leitfähigkeit, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Phosphat sowie Wasserhärte und Carbonathärte bestimmt. Dabei ist wichtig zu erwähnen, dass die Fragen zur Wasserqualität im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend beantwortet werden können, da die Untersuchungen im Winter erfolgten. Eine häufige Ursache für Nährstoff-Überschuss ist der Eintrag von Düngemitteln, welche aus nahegelegenen landwirtschaftlichen Flächen ausgewaschen werden, was jedoch im Winter reduziert ist (Graw 2011). Zwar werden im Winter die Einflüsse durch Streusalz erfasst - zur abschließenden Beurteilung sind aber außerhalb der Bachelorarbeitszeit in der Dünge-Saison ebenfalls Proben zu analysieren.

2. Erfassung potenzieller Nutzungskonflikte durch Identifikation und Partizipation von Stakeholdern

Mit die häufigste Problematik bei Renaturierungsprojekten in Mooren sind Konflikte mit Flächeneigentümer*innen (LBEG 2022). Am Naturschutzgebiet Wittmoor und den umliegenden Flächen sind verschiedene Stakeholder beteiligt, die unter Umständen verschiedene Interessen und auch Befugnisse haben könnten. Im Rahmen dessen sind die Besitzverhältnisse der Flächen im und am Moor in Erfahrung zu bringen, ebenso eventuelle Pachtverhältnisse. Weitere denkbare Akteure sind die Straßenbau- und Wasserbehörde aufgrund der angrenzenden Segeberger Chaussee, im Naturschutzgebiet selbst die Umweltbehörde sowie private Grundeigentümer*innen. Die Beteiligten sind nach Möglichkeit ausfindig zu machen und das Vorhaben entsprechend abzustimmen, um die Akzeptanz gegenüber dem Vorhaben zu sichern, Konflikten vorzubeugen und eine nachhaltige Arbeit zu ermöglichen.

3. Analyse geeigneter Staumaßnahmen und Positionen: Neben bereits bestehenden Dämmen sollen weitere Staumaßnahmen geplant werden. Vorschläge zu möglichen Positionen sind in einem Bericht der GÖP (Anhang 1) enthalten und sollen im Rahmen dieser Arbeit geprüft und konkretisiert werden. Dafür sind die Bedingungen im Gebiet und am Grabenverlauf zu evaluieren. Zu beachten sind hierbei vor allem die Zu- und Abflüsse, die Fließrichtungen in vorhandenen Grabenstrukturen und die Topografie des Gebiets, die die Fließwege auf der Geländeoberfläche maßgeblich bestimmt. Außerdem ist zu beachten, dass einige Flächen im Gebiet privat genutzt oder verpachtet werden, deren Funktion nicht durch eine Wasserstandsanhhebung im Moor gestört werden sollte. Ebenso dürfen die umliegenden Straßen und Wege, insbesondere die Segeberger Chaussee, durch Staumaßnahmen nicht beeinträchtigt werden. Unter Berücksichtigung dessen sollen passende Stellen ermittelt werden, an denen eine Stauung gewünscht und sinnvoll ist. Dies wird auf Grundlage der Gesprächsergebnisse mit Stakeholdern, durch Recherche sowie anhand Beobachtungen bei Begehungen erhoben. Zudem soll abgewogen werden, an welchen Stellen ein punktueller Stau oder wo ein Verfüllen des Grabens zielführender sein kann.

4. Konstruktion der Staumaßnahmen: Zusätzlich zu den bereits genannten Vorbereitungen sind Recherchen, z.B. im Fachgebiet Wasserbau, zu betreiben, um passende Konstruktionen und Materialien der Staumaßnahmen zu ermitteln. Es bestehen bereits einige Dämme im Moor, welche aufgrund von Absacken und Verwitterung nachgebessert werden müssen. Zusätzlich sind weitere Dämme geplant. Für beide Fälle sollen Empfehlungen hinsichtlich Bauweise und Materialien erarbeitet werden. Dabei sind neben hydromechanischen Belastungen auch die Anforderungen des sehr sauren Milieus im Moor an die verwendeten Materialien zu berücksichtigen. Insbesondere ein wechselnder Wasserstand, wie es hier der Fall sein wird, stellt für Baumaterialien eine Herausforderung dar. Auch müssen ein Überlauf und stellenweise eine Regulierbarkeit gewährleistet sein, da die Moorflächen nicht willkürlich überschwemmt werden sollen und ein sicherer Abfluss des eingeleiteten Wassers gewährleistet sein muss. Auf der anderen Seite sollten Aufwand und Kosten der Maßnahme in einem angemessenen Rahmen verbleiben.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen sollen abschließend Empfehlungen abgeleitet werden, wie methodisch und baulich vorgegangen werden kann. Diese sollen so konkret wie möglich die Organisation, den Ablauf, die benötigten Materialien und

Konstruktion abdecken. Die Bearbeitung dieser Themenschwerpunkte erfolgt durch Erfassung vor Ort, experimentelle Analyse, Recherche und Interviews. Diese Methoden werden in Kapitel 2 eingehender beschrieben.

1.3. Grundlagen zu Mooren und dem Wittmoor

Weltweit können Moore sehr unterschiedlich sein, da sie stark von den regionalen und klimatischen Einflüssen geprägt werden (Tanneberger & Schroeder 2023). So gibt es Moor-Regenwälder, neblige Sumpflandschaften oder auch fast durchgehend vereistes Flachland. Darüber hinaus ist jedes Moor einzigartig in seinen Bedingungen, seiner Ausprägung und der darin angesiedelten Pflanzen- und Tierwelt (Tanneberger & Schroeder 2023). Im Folgenden wird sich auf Moore in der gemäßigten Klimazone, insbesondere in Deutschland konzentriert.

1.3.1. Entstehung

Moore lassen sich grundsätzlich als Landschaftsform mit einem stark torfhaltigen Boden und durchschnittlichem Wasserüberschuss, also sehr feuchtem oder nassem Boden, definieren (Eigner & Schmatzler 1991; Jäger 2020). Torf ist eine besondere Form des Humus, die mit wenigstens 30% organische Substanz in der Trockenmasse definiert ist. Wenn organisches Material unter Sauerstoffausschluss (d.h. anaerob) und im sauren Milieu nicht vollständig zersetzt wird, entstehen durch chemische Umwandlungsprozesse Torf und Huminstoffe (Jäger 2020). Das Zusammenspiel aus Vegetation, Klima und geomorphologischen Eigenschaften bildet die Grundlage für die Entstehung eines Moores, somit gibt es auch verschiedene Definitionen aus unterschiedlichen Fachbereichen (Dierßen & Dierßen 2001).

Die Arten und Eigenschaften von Mooren können sehr verschieden sein, doch stark vereinfacht lassen sie sich in Nieder- und Hochmoore unterscheiden (Jäger 2020). Niedermoore sind flach und werden bodennah mit Wasser gespeist, beispielsweise durchs Grundwasser, aber auch durch Flüsse und Seen. Hochmoore entstehen meist aus Niedermooren, sind höher als sie und im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet, dass sie von der bodennahen Wasserversorgung vollständig abgeschnitten sind und Torfmoose (*Sphagnum*) beheimaten. Sie können meterdicke Torfschichten aufweisen, die beständig in die Höhe wachsen und eine sogenannte Uhrglasform ausbilden. Sie werden auch Regenmoore genannt, weil der nährstoffarme Niederschlag ihre einzige Wasserquelle darstellt. Zusätzlich werden damit verbundene Merkmale wie die Entstehungsbedingungen, der pH-Wert und der Nährstoffgehalt zur Definition herangezogen. Es gibt darüber hinaus noch eine Vielzahl an besonderen Moorarten oder Zwischen- und Übergangsformen, die hier nicht erläutert werden. Oftmals entstehen riesige Moorflächen, die ohnehin mehrere Arten und Entwicklungsstadien innehaben (Jäger 2020). Das Wittmoor ist ein ehemaliges Hochmoor, das aus einem Niedermoor emporwuchs. Daher werden im Folgenden beide Formen beschrieben.

Niedermoore können eine große Artenvielfalt aufweisen und stark bewachsen sein, da sie durch das bodennahe Wasser mit Mineral- und Nährstoffen versorgt werden (Jäger 2020). Dominierende Pflanzenarten sind hier die Seggen (Sauergräser) und Braunmoose. Die Torfbildung ist in Niedermooren meist nur mäßig, da nahe der Oberfläche durch Zugang von Luft und Licht noch eine vollständige Zersetzung der Pflanzenteile möglich ist und somit im Wesentlichen nur die tieferen Schichten vertorfen (Jäger 2020). Bei niedrigem Wasserstand und hohem Nährstoffgehalt können sich schnell

Schilf und Röhricht oder Gehölze wie Weiden und Erlen oder bei sehr niedrigem Wasserstand Birken und Kiefern ausbreiten, die die Entwicklung des Moores behindern können, aber auch oft ein Teil derer sind (Eigner & Schmatzler 1991). So stehen sie zumeist in den Randbereichen eines Moores, wo der Wasserstand oft niedriger ist, doch auch in den Torfschichten selbst findet sich oft ein Beweis, dass dort zeitweise ein Erlenbruchwald oder Schilf stand. Unter bestimmten Bedingungen, insbesondere in den gemäßigten Klimabereichen gegeben, kann ein Niedermoor zum Hochmoor heranwachsen, wie in Abbildung 2 dargestellt. Voraussetzung ist vor allem ein ausreichend hoher Niederschlag (Eigner & Schmatzler 1991).

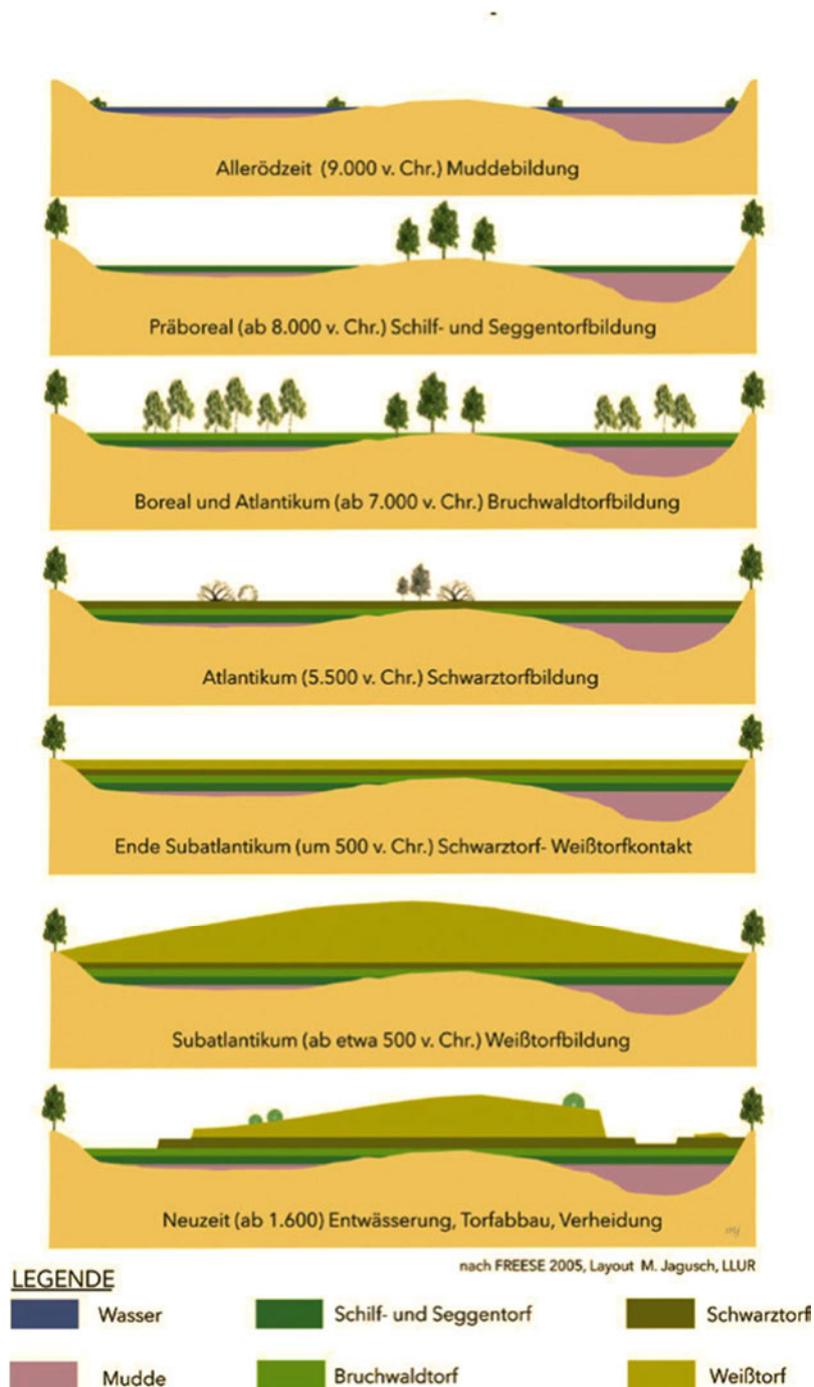


Abbildung 2: Entwicklung eines Hochmoores aus einem Niedermoor (Böckenhauer u. a. 2016)

Schwarz- und Weißtorfe sind aus *Sphagnum* gebildete Torfe und zeigen daher die Hochmoor-Entwicklung an (Eigner & Schmatzler 1991). Sie unterscheiden sich in ihrem Zersetzungsgrad. Schwarztorf ist stark zersetzt, breiig und bildet eine dichte, kaum noch wasserdurchlässige Decke. Im schwach zersetzten Weißtorf sind oft noch Pflanzenbestandteile erkennbar, er hat eine faserige und wasserdurchlässige Struktur (Eigner & Schmatzler 1991). Diese Unterscheidung ist für das Entwicklungspotenzial eines degradierten Hochmoors besonders relevant, da die Wasserdurchlässigkeit der Bodenschichten maßgeblich den Wasserhaushalt beeinflusst, wie weiter hinten erläutert wird.

Hochmoore entstehen meist aus Niedermooren, indem die Torfdecke immer höher wächst, in einem Jahrhundert durchschnittlich um mehrere Dezimeter, je nach Torfmoos-Art sogar bis zu 30cm in einem Jahr (Eigner & Schmatzler 1991). Auf ihr können nur ganz bestimmte Pflanzen überleben und durch das Emporwachsen der Torfdecke werden andere Pflanzenarten verdrängt. Die wichtigsten Pflanzen sind im Hochmoor die Torfmoose, die die Torfentwicklung stark vorantreiben und dadurch für das Entstehen von Hochmooren unerlässlich sind. Es gibt eine Vielzahl an Torfmoos-Arten, die auf ganz individuelle Bedingungen bestens angepasst sind und sich in ihrer Robustheit und der Intensität der Torfbildung unterscheiden. Torfmoose besitzen keine Wurzeln und entziehen dem Wasser die wenigen verfügbaren Nährstoffe, wodurch es nochmals saurer wird und der pH-Wert im Moor weiter sinkt. Das begünstigt die Vertorfung der Pflanzenreste, sogar der lebenden Torfmoos-Pflanze selbst. Sie wächst beständig in die Höhe, wodurch die unteren Pflanzenteile mehr und mehr von Licht und Luft abgeschnitten werden und allmählich vertorfen. Torfmoose besitzen außerdem eine Vielzahl an wasserspeichernden Zellen und Kapillarräumen in Blättern und Stielen, wodurch sie sich ähnlich einem Schwamm vollsaugen und das Wasser nach und nach wieder abgeben können. Auch Torf hat eine hohe Wasserspeicher-Kapazität, dadurch kann das hochliegende Regenmoor das Wasser überhaupt entgegen der Schwerkraft halten und damit ein Austrocknen verhindern. So reguliert der Torfkörper seinen Wasserhaushalt selbst, nahezu unabhängig vom Wasserhaushalt der Region. Er hat einen individuellen, nahe der Oberfläche befindlichen und wechselnden Wasserstand, die tieferen Schichten sind dauerhaft unter Wasser. All diese Bedingungen erschweren vielen Pflanzen das Wachstum, weshalb Hochmoore hochspezialisierte Arten beheimaten und vor allem flach bewachsen sind. Charakteristisch sind neben den Torfmoosen noch bestimmte Heidekrautgewächse, Wollgras und Sonnentau. Nur am sogenannten Randgehänge, wo aufgrund des Gefälles mehr Wasser abfließt, erreicht der Boden eine regelmäßige Trockenheit, die es sogar Gehölzen ermöglicht, Wurzeln zu schlagen (Eigner & Schmatzler 1991).

Die Unterscheidung von Moortypen kann auch aus anderer Perspektive erfolgen: In der Geologie und Bodenkunde ist ein Moor definiert als eine Landschaft mit einer Torfschicht von mindestens 30cm Dicke (Eigner and Schmatzler, 1991). Hingegen ist aus geobotanischer Sicht das Vorhandensein und die Zusammensetzung moortypischer Pflanzengesellschaften relevant (Dierßen & Dierßen 2001). Jedoch kann der Prozess der Torfbildung als Merkmal eines intakten Moores verstanden werden und das Vorhandensein bestimmter Mengen Torf oder moortypischer Pflanzen an einem Ort darauf hindeuten, dass dort ein (ggf. auch trockengelegtes) Moor liegt (Tanneberger et al., 2023). Liegt der Anteil der organischen Substanz im Boden zwischen 15% und 30% oder hat eine vorhandene Torfschicht eine Dicke von unter 30 cm, spricht man von einem Anmoor (Jäger 2020).

Das Wittmoor ist ein ehemaliges Hochmoor, dessen Entstehung vor etwa 15.000 Jahren begann (Köpke u. a. 1996). Zunächst entstanden Bruchwälder und Waldmoore, deren Biomasse aufgrund mangelnder Zersetzung vertorfte. Auf einer etwa 1m dicken Bruchwaldtorf-Schicht mit Erlenholzrückständen bildete sich vor etwa 7.000 Jahren allmählich die heutige Schwarztorf-Schicht von 1m Stärke. Darauf wuchs die heutige Weißtorfschicht heraus. In Summe bildete sich eine 3 – 5 m mächtige Torfschicht in der klassischen Uhrglasform (Schmille 2011; Köpke u. a. 1996).

1.3.2. Biodiversität

Die Bedeutung der Moore für die Biodiversität wurde bereits in Kapitel 1.1 eingeführt und wird im Folgenden ergänzt.

Die bekanntesten und wichtigsten Arten in Mooren sind die Torfmoose, die eine hohe Torfproduktion aufweisen und sogar selbst zur Versauerung beitragen und damit ihr Umfeld zu für sie günstigen Bedingungen beeinflussen können (Jäger 2020). Weitere wichtige Pflanzen sind Sonnentau, Wollgras und Seggen (also Sauergräser) sowie Binsen und die Moosbeere, wie sie auch im Wittmoor wieder vorkommen (Eigner & Schmatzler 1991; Jäger 2020; Tanneberger & Schroeder 2023; Köpke u. a. 1996). Aus der Tierwelt leben insbesondere Insekten und Vogelarten in Mooren (Dierßen & Dierßen 2001). So gibt es Libellenarten wie die Moosjungfer, die in Abbildung 3 zu sehen ist, unter den Schmetterlingen der Bläuling und bestimmte Mücken- und Käferarten, wie der Gelbrandkäfer, die in Hoch- und oder Niedermooren angesiedelt und auch im Wittmoor beheimatet sind (Dierßen & Dierßen 2001; Schmille 2011). Insbesondere in Niedermooren sind auch Amphibien und Reptilien vertreten (Jäger 2020). Als bekanntester Vertreter der Vögel steht der Seggenrohrsänger, der sich auf Niedermoore spezialisiert hat und im letzten Jahrhundert derart an Lebensraum verlor, dass er in Deutschland schon akut vom Aussterben bedroht ist (Tanneberger & Schroeder 2023).



Abbildung 3: Moosjungfer (Schmille 2011)

Auch andere Vogelarten nutzen Moore als Futter- oder Brutgebiet, wie beispielsweise die Sumpfohreule oder der Bruchwasserläufer (Eigner & Schmatzler 1991). Weitere Zugvögel nutzen Moore als Rast-, Brut- oder Übernachtungsflächen, dazu gehören zum Beispiel Kraniche, Waldschnepfen, Rohrammern, Krickenten und Bekassinen (Jäger 2020). Abgesehen vom Seggenrohrsänger sind all diese Vogelarten auch im Wittmoor anzutreffen (Schmille 2011; Poppendieck 2000; Köpke u. a. 1996).

Doch auch ein degradiertes Moor bietet Lebensraum, wenn auch nicht für ursprünglich heimische Arten (Jäger 2020). Vegetativ dominieren dann je nach Nährstoffvorkommen, Nässegrad und pH-Wert des Wassers Schilf- und Rohrkolben oder auch Gehölze, was sogar eine Weiter- oder Rückentwicklung zum naturnahen Moor verhindern kann (Jäger 2020). Im NSG Wittmoor gibt es Heide- und Trockenrasenflächen, hier kommen Berg-Sandglöckchen, Thymian, Gemeiner Natternkopf, Moschus-Malve und Fadenbinse sowie die vom Aussterben bedrohte Niedrige Schwarzwurzel und Wiesen-Flockenblume vor (Köpke u. a. 1996; Poppendieck 2000; Schmille 2011). Darüber hinaus wachsen im NSG wieder Glocken- und Rosmarinheide, Lungenenzian, Fieberklee,

Sumpf-Calla und Knabenkraut (Köpke u. a. 1996; Schmille 2011). An Gehölzen sind hier vor allem Birken zu erwähnen, aber auch Eichen, Eschen und Espen kommen vor (Köpke u. a. 1996). Außerdem finden sich im Wittmoor Reptilien und Amphibien, wie Kreuzotter, Ringelnatter, Berg- und Zauneidechsen sowie Moor- und Wasserfrosch (Köpke u. a. 1996; Schmille 2011).

Somit sind degradierte Moore mitunter zu einem neuen Lebensraum in der heutigen Kulturlandschaft geworden, was bei einer Renaturierung unbedingt beachtet werden muss (Eigner & Schmatzler 1991). Durch eine Wiedervernässung sollte diesen Arten nicht noch ein Lebensraum schlagartig entzogen werden. Moore bieten also hoch spezialisierten, kurzfristig verweilenden und – insbesondere im degradierten Zustand – standortfremden Arten den benötigten Lebensraum und tragen somit zur Biodiversität bei. Der großflächige Abbau des Torfs bringt noch einen weiteren Aspekt mit sich: die Zerstückelung von großen, zusammenhängenden Biotopen, die den darin lebenden Arten eine großräumige Bewegung, ein Umherziehen und Abwandern ermöglichen. Dies führt zu einer Art Biotop-Inseln, zwischen denen kaum noch Austausch möglich ist. Das wirkt sich auf die Artenvielfalt und -stabilität aus, da die Migration unterbunden ist und auch schlechter werdenden Lebensbedingungen nicht mehr ausgewichen werden kann (Eigner & Schmatzler 1991). Dem soll im großen Maßstab entgegengewirkt werden: das Wittmoor ist Teil eines Biotop-Verbunds, der die Stadt Hamburg und das Umland für Tiere und Pflanzen bewohn- und passierbar machen soll (BUKEA 2025c).

1.3.3. Klimawirksamkeit

Wie in Kapitel 1.1 bereits ausgeführt, sind Moore für die Einschränkung der Treibhausgasemissionen eine bedeutende Stellschraube. Ergänzend zu den bereits genannten Fakten bezüglich der Kohlenstoff- und Stickstoffemissionen ist zu beachten, dass die Emissionen von trockengelegten und auch wiedervernässten Mooren sich je nach Nutzung bzw. Lage des Torfs stark unterscheiden können (Vybornova 2017; Jäger 2020). Am stärksten emittieren auf genutzten Moorflächen der Acker und das intensiv genutzte Grünland, dann das extensiv genutzte Grünland, der Wald und zuletzt die Torfabbauf Flächen - dies macht rund 7% der gesamten deutschen Treibhausgasemissionen aus (Jäger 2020). Und die Menge der CO₂-Emissionen steigt proportional zur Tiefe der Entwässerung, erst ab schätzungsweise 60 – 80 cm Drainagetiefe nehmen sie nicht mehr nennenswert zu. Die Bildung von Lachgas unterbleibt ab einem Wasserstand von 15cm unter Flur, die Netto-CO₂-Emissionen kehren sich erst bei einem Wasserstand nahe der Oberfläche um (Jäger 2020). In renaturierten Mooren emittieren die wiedervernässten Senken am wenigsten CO₂, aufgehäuften Torfdämme noch am meisten (Vybornova 2017). Da in vielen Mooren durch den Torfabbau starke Höhenunterschiede herrschen, erschwert dies die erfolgreiche Wiedervernässung der höher gelegenen Teile, wie es stellenweise auch im Wittmoor der Fall ist (Vybornova 2017; Schmille 2011).

Im nassen Zustand emittieren Moore Methan (CH₄), das mikrobiell produziert wird (Couwenberg & Jurasinski 2022). Es entsteht bei der anaeroben Zersetzung der Pflanzenreste, ist also in einem intakten oder renaturierten Moor nicht zu vermeiden. Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist neben dem Sauerstoffausschluss und dem Vorhandensein von Nährstoffen der CH₄-Transport durch Pflanzen (vgl. Abbildung 4), welcher erst zu einer Freisetzung aus dem Sediment führt (Günther u. a. 2020; Couwenberg & Jurasinski 2022). Methan hat ein 28-mal höheres Treibhausgaspotenzial als CO₂, hat aber mit zwölf Jahren im Vergleich zu mehreren hundert Jahren eine bedeutend kürzere

Verweildauer und wird anschließend zu CO_2 abgebaut (IUCN UK Peatland Programme, 2024). Das Methan wird vorwiegend aus der jüngeren Vegetation gebildet, für deren Produktion CO_2 aus der Atmosphäre entnommen wurde. Dass das Methan nun entweicht und zu CO_2 abgebaut wird, was wiederum im aktuellen Pflanzenwachstum deponiert wird, stellt also einen Kreislauf dar und ist kein wachsender Faktor, der zur globalen Erwärmung beiträgt (IUCN UK Peatland Programme, 2024). Aufgrund seiner Kurzlebigkeit stellt sich dann binnen kurzer Zeit ein Gleichgewicht zwischen den Emissionen und dem Abbau des Methans ein, sodass die Konzentration in der Atmosphäre nicht weiter ansteigt, während CO_2 so lange emittiert, bis der gesamte Kohlenstoff im Torf abgebaut ist (Greifswald Mire Centre & Wetlands International European Association 2023; Jäger 2020). Unmittelbar nach der Wiedervernässung sind zwar erhöhte Methanemissionen zu verzeichnen, nach spätestens 20 Jahren sinken diese aber auf ein den intakten Mooren vergleichbares Niveau (Couwenberg & Jurasinski 2022; Kalhori u. a. 2024). Während Methan also kurzfristig wirkt, reichern sich die langlebigen Treibhausgase CO_2 und N_2O in der Atmosphäre an, was ihre Wirkung langfristig verstärkt (Günther u. a. 2020). Dadurch sind bei den Auswirkungen der THG-Emissionen beim Methan die akuten Konzentrationen bedeutend, während es bei CO_2 und N_2O die gesamten emittierten Mengen sind, was einen viel größeren Faktor ausmacht (Günther u. a. 2020). Zudem wird im nassen Moor CO_2 gebunden, was die Produktionsrate von Methan überkompensieren und die Netto-THG-Emissionen damit so weit absenken kann, dass aus der Quelle eine Senke wird (IUCN UK Peatland Programme, 2024; Greifswald Mire Centre & Wetlands International European Association 2023). Abbildung 4 veranschaulicht die Emissionen aus nassen und trockenen Mooren.

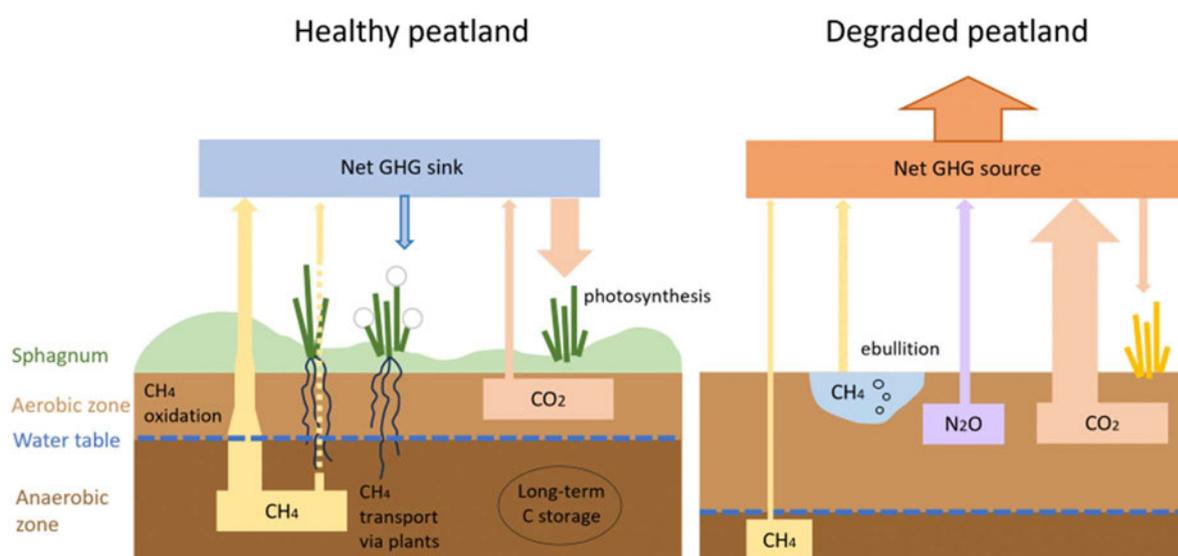


Abbildung 4: Schema der Abgabe und Aufnahme von Treibhausgasen je nach Vernässungsgrad eines Moores (IUCN UK Peatland Programme, 2024)

Es ist also immer eine Abwägung zwischen den Methan-Emissionen eines nassen Moores und den CO_2 - und N_2O -Emissionen eines trockenen Moores (aus dessen Entwässerungsgräben übrigens auch Methan entweicht) und es ist aus oben genannten Gründen in jedem Falle die Methan-Emission vorzuziehen (IUCN UK Peatland Programme, 2024; Greifswald Mire Centre & Wetlands International European Association 2023). Selbst bei Überstau ist nach vergleichsweise wenigen Jahren ein Netto-Null der Emissionen zu verzeichnen (Couwenberg & Jurasinski 2022). Abbildung 5 verdeutlicht die

langfristige Wirkung der Wiedervernässung in Bezug auf die Erwärmung des Klimas (in Abbildung 5 in Form des Strahlungsantriebs dargestellt) in verschiedenen Szenarien und zeigt auch auf, wie wichtig eine zügige Wiedervernässung der Moore ist.

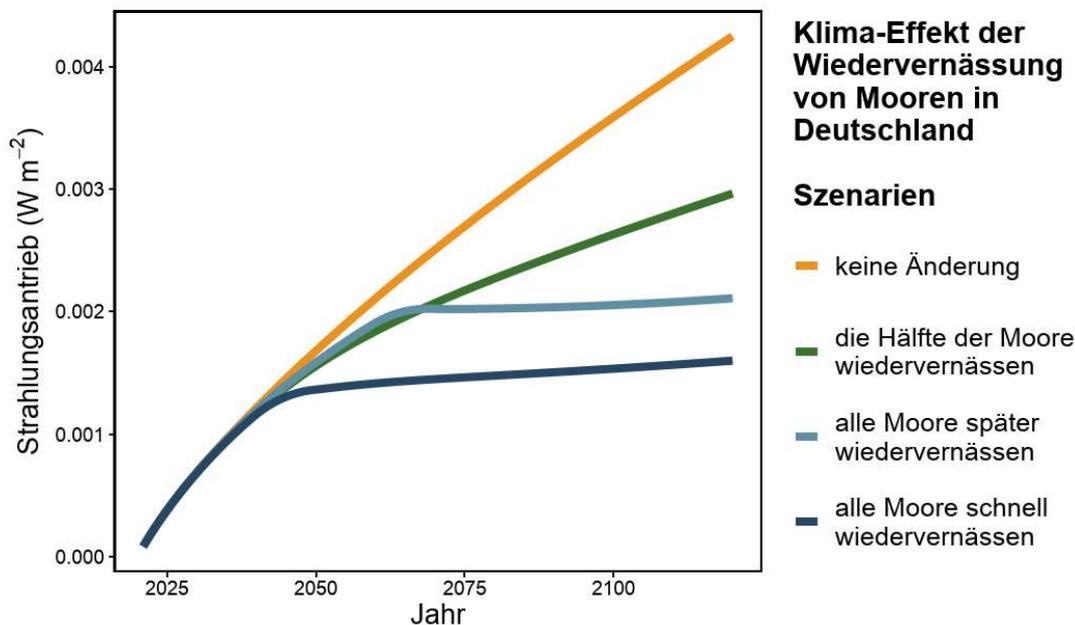


Abbildung 5: Klima-Effekt der Wiedervernässung von Mooren in Deutschland in verschiedenen Szenarien (Couwenberg & Jurasinski 2022)

Die Wiedervernässung ist also die beste und nebenbei eine vergleichsweise kostengünstige Methode, enorme klimaschädliche Emissionen aus Mooren zu verhindern (IUCN UK Peatland Programme, 2024). Durch Einflussnahme auf die Bedingungen im vernässten Moor kann der Mensch zudem die Methanemissionen abschwächen. Nährstoffüberschuss, beispielsweise in Form von Tierkot oder Pflanzenresten, sollte aus dem Moor entfernt werden, um die Methanbildung zu verringern (Couwenberg & Jurasinski 2022). Dies ist demnach auch Bestandteil von Renaturierungsmaßnahmen und ebenfalls im PEP als Maßnahme benannt (AN 2017).

1.3.4. Wasser- und Nährstoffhaushalt in der Region

Darüber hinaus haben Moore einen großen Einfluss auf ihre Region, da sie regulierend in den Wasserhaushalt eingreifen (Tanneberger & Schroeder 2023). Insbesondere die in Hochmooren dominierenden Torfmoose haben eine enorme Speicherkapazität, nicht nur in ihren Zellen, sondern auch in den Kapillarräumen der Moospolster. Sie saugen das Wasser, ähnlich einem Schwamm, auf und geben es sukzessive wieder ab (Tanneberger & Schroeder 2023). Außerdem kann ein Wasserüberschuss durch natürliche Senken im Hochmoor einen Mooree bilden (Eigner & Schmatzler 1991). Dadurch können sie Abflussspitzen, Starkregenereignisse und Ähnliches abschwächen und tragen außerdem zur hohen Verdunstungsleistung von Mooren bei. Die Verdunstung reduziert nicht nur den regionalen Wasserabfluss bzw. dessen Versickerung, sie hat zudem einen kühlenden Effekt (Eigner & Schmatzler 1991). Intakte Moore können also natürliche Retentionsflächen für Überschwemmungsereignisse darstellen und heißen Tagen vorbeugen (Tanneberger & Schroeder 2023). Darüber hinaus erhöhen sie die Wasserqualität, da Nährstoffe, aber auch Schwermetalle und andere Stoffe beim Durchfließen des Torfs zurückgehalten werden – er wirkt wie ein Filter (BFN 2025).

Auf den Nährstoffkreislauf haben Moore nicht nur durch die Filterleistung eine große Wirkung: sie entziehen ihrer Umgebung die Nährstoffe maßgeblich durch Vertorfung von Pflanzenresten und haben damit eine Senkenwirkung (Tanneberger & Schroeder 2023). Da vor allem durch die landwirtschaftliche Überdüngung ein Überschuss an mobilen Nährstoffen im Kreislauf zu verzeichnen ist, ist auch diese Wirkung von hohem Wert. Das bedeutet jedoch nicht, dass ein Moor mit Nährstoffen überschwemmt werden sollte, das würde langfristig sein Milieu zerstören. Nicht umsonst ist eine Pflegemaßnahme von Renaturierungsprojekten das Entfernen von Pflanzenresten, um die Nährstoffübersversorgung und insbesondere die Methanproduktion zu reduzieren (Tanneberger & Schroeder 2023; Schmille 2025).

1.3.5. Gewässergüte im Moor

Die Gewässergüte ist ein Begriff zur umfassenden Wertung des Zustands eines Gewässers (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Ein „gesundes“ Gewässer ist in hohem Maße zur Selbstreinigung fähig, meist sind menschliche Einflüsse die Ursache eines schlechten Zustands. Die Gewässergütebewertung wird durch die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union (EU) vereinheitlicht und festgehalten. Darin ist als Qualitätsziel der „gute“ ökologische Zustand festgelegt, als Leitbild dient ein vom Menschen gänzlich unbeeinflusstes Gewässer, welches den „sehr guten“ ökologischen Zustand innehat (vgl. Artikel 4 WRRL). Für die physikalisch-chemischen Parameter gibt es lediglich die Einordnung in „gut“ oder „nicht gut“. Für die zusammenfassende Bewertung wird kein Mittelwert der einzelnen Zustände gebildet, sondern die jeweils schlechteste erzielte Klasse herangezogen (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Der Zustand des Gewässers lässt sich durch Beobachtung und Messung vieler Parameter bestimmen, zum ganzheitlichen Ansatz gehört die Analyse des biologischen, hydromorphologischen und physikalisch-chemischen Zustands bzw. Potenzials des Gewässers. In dieser Bachelorarbeit werden ausschließlich die chemisch-physikalischen Parameter untersucht und die Hydromorphologie nur grob vereinfacht erfasst, da sie die Frage nach schädlichen Einflüssen durch das eingeleitete Wasser ausreichend beantworten. Die biologischen Faktoren sind außerdem im Frühjahr zu untersuchen und liegen daher außerhalb des Bachelorarbeitszeitraums (Schwoerbel & Brendelberger 2022).

In Mooren herrscht ein saures Milieu, in Niedermooren liegt der pH-Wert idealerweise bei 5-6, in den noch saureren Hochmooren bei 3,5 - 4,5 (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Außerdem ist ein niedriger Sauerstoffgehalt notwendig, da Torf nur unter anaeroben Bedingungen gebildet wird und dies dem natürlichen Zustand eines Moores entspricht (Dierßen & Dierßen 2001). Auch ist ein Ammoniumgehalt von bis zu 1 mg/L in Mooren natürlich, da durch den Sauerstoffmangel kaum Nitrifikation stattfinden kann und viel organische Materie vorhanden ist (Graw 2011). Hochmoore sind zudem elektrolytarm, was sich in der niedrigen Leitfähigkeit messen lässt, hier sind Werte von 100-200µS/cm als Orientierung heranzuziehen (Schwoerbel & Brendelberger 2022; Quinty & Rochefort 2003; Lizunova u. a. 2023). Eine klare, braune Färbung des Wassers durch Huminstoffe ist in Mooren natürlich (Graw 2011).

Wie der Phosphat-Gehalt in Mooren idealerweise sein sollte, ist nicht bekannt. Lediglich, dass in entwässerten und wiedervernässten Mooren mitunter hohe Phosphat-Gehalte gemessen werden, ist nachgewiesen (Apori u. a. 2024; Kieckbusch & Schrautzer 2007). Hierzu sei zu erwähnen, dass Phosphat in Fließgewässern meist zügig durch

Mikroorganismen organisch gebunden wird (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Sterben die Organismen ab, sinken sie zu Boden und bilden das Sediment. Darin ist das Phosphat deponiert und i.d.R. gebunden. Es kann aber aus mehreren Gründen freigesetzt werden. In den meisten Fällen hängt dies mit einem niedrigen Sauerstoffvorkommen zusammen und aufsteigende Blasen beschleunigen die Freisetzung zusätzlich (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Da ein geringes Sauerstoffvorkommen in Mooren üblich ist, kann also auch in einem naturnahen Moor eine hohe Phosphat-Mobilisierung nicht ausgeschlossen werden.

1.3.6. Historische Erkenntnisse aus den Torfschichten

Die verschiedenen Torfschichten geben Auskunft über die Vegetation und Bedingungen der letzten Jahrhunderte, da die humifizierte biologischen Bestandteile erhalten und mitunter identifizierbar sind (Eigner & Schmatzler 1991). Sie sind wie Archive, die Informationen über die Klimabedingungen, die Vegetation und auch über menschliche Aktivitäten für Jahrhunderte – gar Jahrtausende gespeichert haben. Sie sind daher für viele Forschungszweige von Interesse, zum Beispiel für die Vegetationsforschung, die Umweltforschung und die Archäologie (Eigner & Schmatzler 1991). So weiß man heute, dass das Wittmoor spätestens in der Bronzezeit von Menschen genutzt bzw. durchquert wurde (Köpke u. a. 1996). Dies bezeugen deutliche Reste eines Bohlenwegs im Torf, der im Zuge des Abbaus gefunden wurde. Ein zweiter Bohlenweg wurde im Mittelalter gelegt (Köpke u. a. 1996).

1.3.7. Nutzung und Abbau

Die Nutzung von Mooren kann in Mitteleuropa bis in die Jungsteinzeit nachgewiesen werden, bis 1900 geschah dies zumeist aber im naturverträglichen Maßstab (Tanneberger & Schroeder 2023). Die Entwässerung begann zwar schon mindestens um 1630 im heutigen Papenburg, doch erst der industrielle Abbau des Torfes Anfang des 20. Jahrhunderts, der als Brennstoff und für den Gartenbau genutzt wurde, sowie die maschinelle Entwässerung Mitte des 20. Jahrhunderts für die Landwirtschaft schädigte die Moore stark und zu großen Teilen unwiederbringlich (Heinrich-Böll-Stiftung 2023; Tanneberger & Schroeder 2023).

Zur Geschichte der Moore in Deutschland gehört ein weiterer Abschnitt, der nicht unerwähnt bleiben darf: während des faschistischen Regimes von 1933 bis 1945 wurden oftmals Gefangene in Konzentrationslagern (KZ) zur Arbeit im Moor gezwungen (Tanneberger & Schroeder 2023). Sie mussten unter widrigen Umständen, in Handarbeit und bis zu zwölf Stunden am Tag die Moorflächen entwässern und den Torf abstechen. Die harten Bedingungen und die zusätzliche Folter durch KZ-Aufseher kosteten viele Gefangene das Leben. Aus dieser Zeit entstammt das Lied „Moorsoldaten“, welches sich schnell und international zu einer Hymne des Widerstands entwickelte (Tanneberger & Schroeder 2023). Auch im Wittmoor gab es ein KZ, es war das erste Konzentrationslager Hamburgs (Rehrmann 2023). Es wurde 1933 in einer alten Fabrik in Glashütte eingerichtet, unterstellt war es der Hamburger Polizei. Die bis zu 140 Häftlinge mussten Zwangsarbeit im Moor leisten, wie in Abbildung 6 zu sehen. Inhaftiert waren vor allem Kommunisten, das Lager sollte sie „umerziehen“. Ein gängiger Spruch in Hamburg aus der Zeit soll gewesen sein: "Lieber Gott mach mich fromm, dass ich nicht nach Wittmoor komm!". Das KZ wurde nach weniger als einem Jahr geschlossen und die Häftlinge nach Fuhlsbüttel überführt, wo die Bedingungen noch schlechter waren. Heute

steht auf dem Gelände des ehemaligen KZ ein Baumarkt, es wurde aber auf Nordester Seite ein Gedenkort errichtet (Rehrmann 2023).



Abbildung 6: KZ-Gefangene beim Torfabbau im Wittmoor 1933 (NDR 2023)

Auch heute noch werden Moore intensiv genutzt, gerade in Deutschland (Tanneberger & Schroeder 2023). Insbesondere in der Landwirtschaft, wie in Tabelle 1 zu sehen ist. Sie stellt die verschiedenen Nutzungen und deren Anteil an der Moorfläche in Deutschland dar.

Tabelle 1: Nutzung der Moorflächen in Deutschland (Jäger 2020; Greifswald Moor Centrum 2020)

Fläche	Größe [ha]	Anteil [%]
Moore (mind. 30cm dicke Torfschicht)	1,28 Mio.	100
Davon entwässert und genutzt	1,20 Mio.	94
- Acker/Grünland	922.000	(72)
- Forstwirtschaft	179.200	(14)
- Infrastruktur (z.B. Siedlungen, Straßen)	89.600	(7)
- Torfabbau	19.200	(1,5)
- Sonstige	19.200	(1,5)
Naturschutzfläche (versch. Renaturierungsgrade)	51.200	4
Intakte Moore	25.000	2

Auch das Wittmoor ist aufgrund massiver menschlicher Eingriffe stark degradiert (Köpke u. a. 1996). Von 1918 bis 1978 wurde das Wittmoor derart entwässert und tief abgetorft, dass etwa 2/3 der ehemaligen Hochmoorfläche verschwand. Im schleswig-holsteinischen Teil, tiefer im Moor gelegen als die menschlichen Eingriffe reichten, liegt noch ein nahezu intakter Hochmoorrumpf. Der gesamte restliche Teil ist bis auf kleine Überreste nahezu vollständig abgetorft (Köpke u. a. 1996). Bis in die 70er Jahre hinein wurde im Wittmoor Torf abgebaut, oftmals kam es dabei zu Schwelbränden (Schmille

2011). Insbesondere der zu vernässende Abschnitt enthält kaum noch Torfreste, zum einen da er im Randbereich des ehemaligen Hochmoorkörpers liegt und hier ohnehin weniger Torf gebildet wurde. Zum anderen werden Gebiete zuerst an den Randbereichen erschlossen, wodurch diese am stärksten von Torfabbau geprägt sind (Schmille 2025).

1.3.8. Folgen der Nutzung

Neben den bereits benannten klimarelevanten Emissionen aus entwässertem Torf gibt es weitere Folgen, die die Nutzung und vor allem der Torfabbau verursachen (Jäger 2020). Die Folgen der starken Entwässerung sind Sackung und Schrumpfung der Torfschichten, da sie durch den fehlenden Auftrieb im Wasser verdichtet werden. Diese Schrumpfung kann mehrere Meter betragen und lässt sich durch Wiedervernässung nicht immer rückgängig machen (Jäger 2020). Durch Torfabtrag und Einschneiden der Entwässerungsgräben bis zum mineralischen Untergrund oder gar zum Grundwasserspiegel, wie in Abbildung 7 zu sehen, wurde die dichte Torfdecke durchbrochen, wodurch sie den eigenen Wasserstand nicht halten kann und der Moorkörper – ähnlich einer Badewanne, der man den Stöpsel gezogen hat – regelrecht leerläuft (Eigner & Schmatzler 1991). Zudem eröffnet es den Zugang zum mineral- und nährstoffreichen Grund- oder Quellwasser (LBEG 2022). Ein weiteres Problem stellt die Fragmentierung dar, die Zerstückelung des Hochmoorkörpers durch dessen Abbau und damit sehr durchsetzte Höhenverhältnisse, die eine vollflächige Wiedervernässung unmöglich machen (LBEG 2022). Dies ist beispielhaft in Abbildung 7 dargestellt: der Hochmoorkörper mit der Ziffer 1 wird das Wasser nicht halten können und dauerhaft trockenfallen. Die kleinen, emporragenden Reste rechts davon können hingegen in Form von Bulten und Schlenken (Anhebung und Senke im Moor) durchaus vernässt werden. Diese Umstände beeinflussen die hydrologischen Bedingungen im degradierten Moor maßgeblich (LBEG 2022).

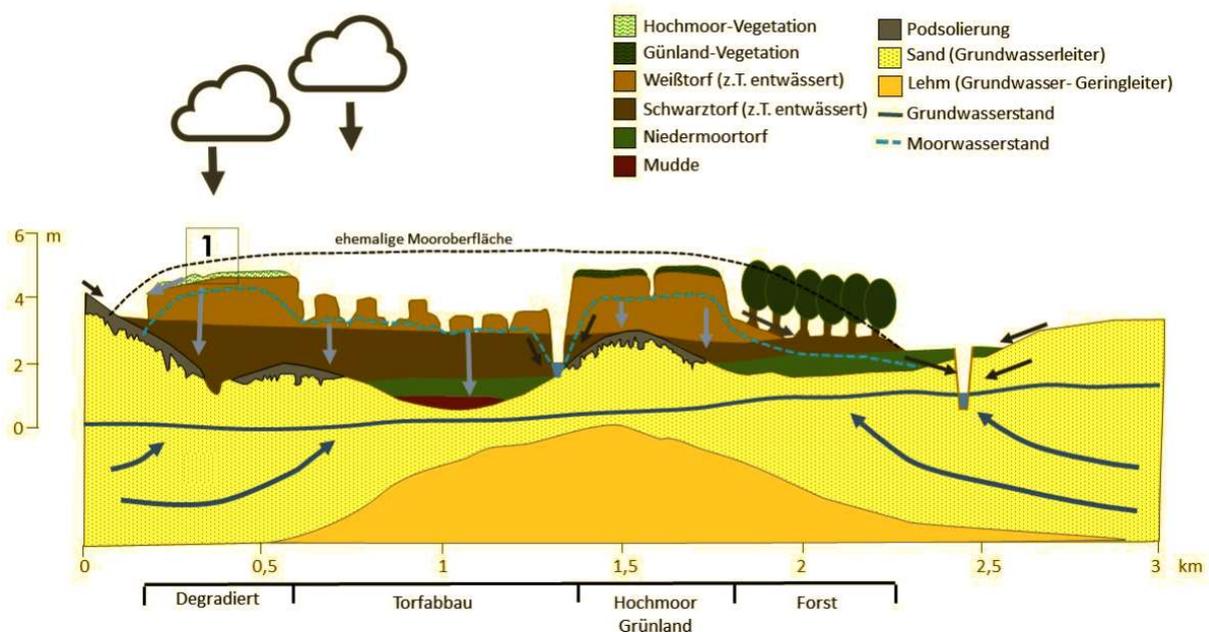


Abbildung 7: Schema einer degradierten Hochmoorlandschaft und deren jeweiliges Entwicklungspotenzial (LBEG 2022, bearbeitet)

Auf landwirtschaftlich genutzten moorigen Flächen ist der Boden durch weitere Eingriffe wie Pflügen oder Düngen zusätzlich und langfristig stark verändert (Jäger 2020). Hinzu kommt ein massiver Nährstoffeintrag aus der Umgebung, insbesondere durch Auswaschen gedüngter Flächen im Einzugsgebiet eines Moorgewässers, oder über die Luft. Hierbei sind vor allem Emissionen des Straßenverkehrs zu nennen. Der Nährstoffhaushalt, insbesondere des nährstoffarmen Hochmoores, kann dadurch gänzlich und langfristig zerstört werden (Stegink-Hindriks & Graf 2021).

Auch das Wittmoor ist durch die massiven Eingriffe des Menschen größtenteils stark degradiert (Köpke u. a. 1996; Schmille 2011). Durch die tiefe Abtorfung wurde das nährstoffreichere Grund- und Bodenwasser wieder für Pflanzen erreichbar, wodurch sich vielerorts Birken und Pfeifengras ausbreiteten. Sie verursacht auch ein durchsetztes Höhenprofil der Flächen, wodurch eine vollflächige Wiedervernässung an vielen Stellen nicht möglich ist (Köpke u. a. 1996). Eine vereinfachte Karte des NSG Wittmoor in Hamburg und Schleswig-Holstein ist in Abbildung 8 zu sehen, der in dieser Bachelorarbeit untersuchte nördliche Teil ist mit einem Pfeil markiert.

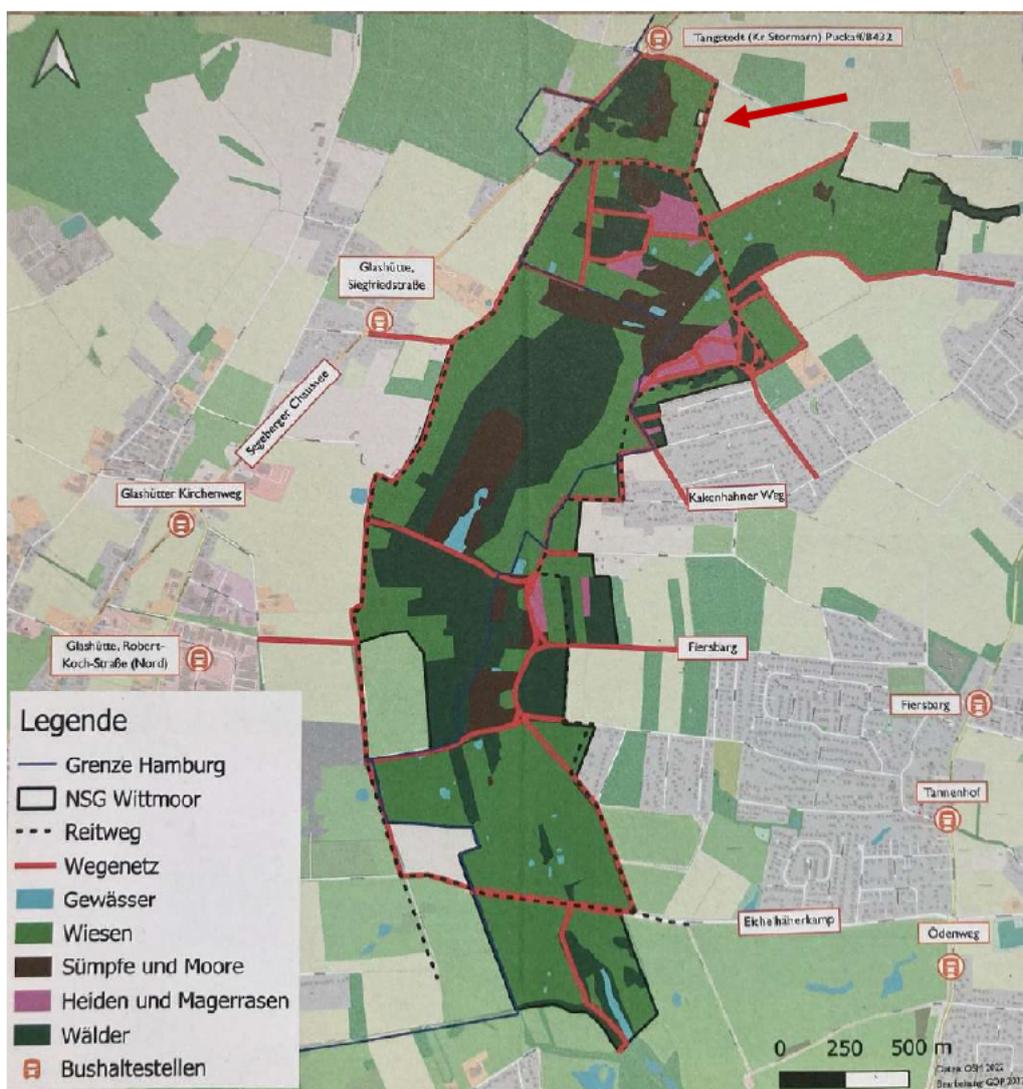


Abbildung 8: vereinfachte Karte des NSG Wittmoor in Hamburg und Schleswig-Holstein (GÖP 2023)

1.3.9. Renaturierung

Es gibt bislang keine offizielle Abgrenzung zwischen den Begriffen Renaturierung, Restaurierung und Regeneration, oft werden sie synonym verwendet (Jäger 2020). Manche unterscheiden sie in dem Sinne, dass stark degenerierte Hochmoore nicht mehr renaturiert, nur noch restauriert werden könnten, andere betrachten sie als verschiedene Entwicklungsschritte desselben Vorhabens: erst wird das Gebiet restauriert, anschließend kann es renaturieren, bis langfristig eine Regeneration einsetzt (Jäger 2020; Freese 2005). In dieser Arbeit werden die Begriffe synonym verwendet.

Die Renaturierung eines Moores meint die Wiederherstellung eines naturnahen Zustands oder - soweit möglich - eine Rückentwicklung menschlicher Einflüsse (Tanneberger & Schroeder 2023). Das betrifft die Bereiche Boden, Wasser, Vegetation, Fauna und Luft (Tanneberger & Schroeder 2023). Es sind in der Regel umfangreiche Einzel- und Pflegemaßnahmen erforderlich, um den meist starken Einfluss des Menschen aufzuheben und eine gewünschte Entwicklung zu erreichen. Ziel ist jedoch immer, den Pflegeaufwand so gering wie möglich zu halten, um den menschlichen Einfluss zu verringern und eine naturnahe Entwicklung zu fördern. Es geht dabei nicht um das Anlegen einer neuen Kulturlandschaft, es ist eher als „Auswildern“ eines Gebietes zu verstehen (Eigner & Schmatzler 1991). Im Zentrum der Maßnahmen steht dabei der Wasserhaushalt, da ein Moor nur mit entsprechendem Wasserstand entstehen und sich erhalten kann. Die stärkste Degeneration macht die Entwässerung aus, welche zur Nutzbarmachung des Geländes vom Menschen eingeführt wurde. Jede Maßnahme zur Verwässerung zielt auf einen langfristigen und andauernden Anstieg des mooreigenen Grundwasserspiegels ab, um die dem Moor eigenen Feuchteverhältnisse zu schaffen. Das Erreichen eines stabilen Wasserregimes ist also eine zentrale Aufgabe der Renaturierung, aber auch die schwerste (Eigner & Schmatzler 1991). Die menschlichen Eingriffe können derart gravierend sein, beispielsweise die Topografie derart verändern, dass eine Renaturierung im eigentlichen Sinne – nämlich die Regeneration eines Moor-Standortes – nicht mehr möglich ist und stattdessen nur noch eine andere Biotop-Form, z.B. Sumpf oder Heide, erreicht werden kann. Das nährstoffarme Hochmoor kann durch die immensen Nährstofffrachten gänzlich zerstört werden, da eine natürliche Entwicklung unterbunden ist (Eigner & Schmatzler 1991).

Eine Renaturierung muss deshalb detailliert geplant und vorbereitet werden, insbesondere die Zielsetzung und die damit verbundenen Erfolgsabsichten sind von großer Wichtigkeit, um in guter Absicht erfolgte, aber unnötige Eingriffe und eine dadurch eventuelle weitere Zerstörung des Moores zu verhindern (Zerbe & Wiegler 2009). Hierbei sind umfassende Analysen zum Bodenaufbau, der hydrogeologischen Situation, den Torfresten, der Vegetation, den Tierarten, der umgebenden Landschaftsformen, der Niederschlagsverhältnisse, der örtlichen Immissionen, etc. durchzuführen (LBEG 2022). Diese Einflüsse geben gemeinsam Aufschluss über den Veränderungsgrad, den aktuellen Zustand und damit auch das Entwicklungspotenzial des Gebietes. Das muss vorab erkannt werden, um mit entsprechenden Maßnahmen „die richtige Richtung“ einzuschlagen (LBEG 2022). Eine Renaturierung muss zudem schrittweise erfolgen, um den Tieren und Pflanzen eine Anpassung an die sich verändernden Bedingungen zu ermöglichen oder genug Zeit zu geben, einen alternativen Lebensraum aufzusuchen (Eigner & Schmatzler 1991). Gerade die moorfremden Arten, die aufgrund fehlender ursprünglicher Lebensräume im degradierten Moor Rückzug suchen, dürfen durch eine Renaturierungsmaßnahme nicht schlagartig auch diesen letzten verbliebenen

Lebensraum verlieren (Eigner & Schmatzler 1991). Die Entwicklung des Gebiets muss auch nach durchgesetzten Maßnahmen kritisch beobachtet werden (LBEG 2022). Mithilfe der vorher festgelegten Zielsetzung ist eine objektive Erfolgskontrolle möglich und es schafft weitere Erfahrungswerte in der Renaturierung von Mooren (LBEG 2022).

Neben dem Wasserhaushalt ist unter Umständen die Vegetation zu beeinflussen, um die Entwicklung des Biotops in die gewünschte Richtung zu lenken (Eigner & Schmatzler 1991). Insbesondere bei einem gestörten Nährstoffhaushalt können standortfremde Arten dominieren und die moortypischen Pflanzen verdrängen. Eine häufige Maßnahme zur gelenkten Entwicklung ist das sogenannte Entkusseln, die Beseitigung von Gehölzen. Dichtes Laub verhindert den Lichteinfall auf den Boden, wodurch die niedrigen Hochmoorpflanzen absterben. Auch das gefallene Laub verdeckt die Pflanzen und stellt eine Nährstoffquelle dar. Zudem entziehen die Bäume dem Moorkörper Wasser, das sie mit den Wurzeln aufnehmen und über die Blattoberflächen verdunsten. Beim Entkusseln werden die Bäume gefällt, nur ganz junge vollständig ausgegraben. Es ist eine zeit- und arbeitsintensive Tätigkeit, daher wird oft das Ringeln oder eine Beweidung mit Tieren zum Offenhalten der Landschaft vorgezogen (Eigner & Schmatzler 1991). Ersteres beschreibt die Entfernung der Rinde rundherum an einem niedrigen Abschnitt des Baumstamms, was langfristig zum Absterben des Baumes führt (LBEG 2022). Bei der Beweidung müssen zwei Aspekte berücksichtigt werden: der Tierkot kann nicht unerhebliche Mengen Nährstoffe ins Moor einbringen, es ist daher auf entsprechende Stand- und Gehzyklen zu achten (Eigner & Schmatzler 1991). Außerdem können große Tiere wie Rinder derartige Trittschäden verursachen, dass sie in der Lage sind, eine nicht allzu dicke Torfschicht zu durchbrechen und damit ihr Wasserrückhaltevermögen zu zerstören. Weitere typische Pflegemaßnahmen sind das Entfernen standortfremder Pflanzenarten, beispielsweise Bärenklau oder Brombeere im Wittmoor, sowie von Pflanzenresten (z.B. mittels Mahd), weil sie Nährstoffe enthalten. Hilfreich kann außerdem die Schaffung von Lebensraum erwünschter Arten (bspw. die angelegten Teiche/Weiher im Wittmoor, die die Libellen und Frösche beheimaten) sowie mitunter die Aussaat erwünschter Pflanzen wie Torfmoose wirken (Eigner & Schmatzler 1991; Schmille 2025).

Wenn der Wasserhaushalt eines intakten Moorkörpers wiederhergestellt werden kann, kann unter Umständen auf alle zusätzlichen Maßnahmen verzichtet werden, da viele unerwünschte Pflanzen und Tiere durch die Vernässung (langfristig betrachtet) ohnehin verschwinden, die Bäume absterben und eine Moorentwicklung einsetzt, wie sie natürlicherweise stattfindet (Eigner & Schmatzler 1991). Das ideale Ziel ist immer, ein intaktes und stabiles Moor zu schaffen, das keiner Hilfe des Menschen bedarf (Eigner & Schmatzler 1991).

Das Wittmoor wurde im Jahre 1978 zum Naturschutzgebiet erklärt und wird von der GÖP und dem NABU betreut (Schmille 2011). Ein Anstau des Entwässerungsgrabens zur Mellingbek ließ im südlichen Teil des Gebiets zwei Mooreseen entstehen, auf denen die für die Moorentwicklung bekannten Schwingrasen wachsen. Sie fluteten das vormals stark degradierte Torfabbau-Feld, welches im linken Bild der Abbildung 9 zu sehen ist. Das rechte Bild, rund 65 Jahre später etwa an derselben Stelle aufgenommen, zeigt einen der Mooreseen. Zudem wurden die bereits erwähnten Teiche angelegt und Entwässerungsstrukturen gestaut (Schmille 2011).



Abbildung 9: Torf-Abbaufläche im Wittmoor (links) und heutiger Mooresee (rechts) rund 65 Jahre später (Schmille 2025)

Die Pflegemaßnahmen umfassen Oberbodenabtrag (sog. Abplaggen) und Entkusseln der sandigen Offenflächen, das Entfernen unerwünschter Arten, das Ausbringen heimischer Arten und die Regulation des Wasserhaushalts (Schmille 2011). Zudem wurden Amphibientunnel angelegt, um den das Gebiet zerschneidenden Eichelhäherkamp passierbar zu machen. Vereinzelt sind verlassene Häuser oder andere bauliche Rückstände entfernt worden. Langfristig sollen die moorigen Flächen weiter ausgedehnt werden, die Heideflächen erhalten und ein Waldgürtel um das Gebiet herum entstehen. Letzterer soll das Naturschutzgebiet stärker vor schädlichen Einflüssen, u.a. Nährstoffeintrag, abschirmen. Auch wurde schon das Wegenetz im Naturschutzgebiet stärker eingeschränkt, um die Moorflächen zu schützen (Schmille 2011).

1.3.10. Aktuelle Bedingungen im Wittmoor

Das Wittmoor liegt, wie eingangs erwähnt, zu Teilen in Hamburg und zum anderen Teil in Schleswig-Holstein, wobei der größte und zentrale Moor-Teil in den Kreisen Stormarn und Segeberg in Schleswig-Holstein liegt (Schmille 2011). Die Besitz- und Schutzverhältnisse sind in diesem Gebiet unübersichtlich: Das Hamburger Naturschutzgebiet (NSG) war ursprünglich 70 ha groß und wurde im Jahre 1997 auf 220 ha erweitert. Das Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet) im Hamburger Wittmoor umfasst 52 ha (Schmille 2025). In Schleswig-Holstein ist das NSG Wittmoor seit 1981 mit 106 ha festgelegt, das FFH-Gebiet ist dazu identisch. Das NSG ist damit insgesamt 326 ha groß, das FFH-Gebiet 158 ha. Dabei handelt es sich nicht ausschließlich um moorige Flächen, auch Wiesen, Wälder und Heiden gehören zu den Schutzgebieten (Schmille 2025). Ein Überblick kann erneut aus Abbildung 8 entnommen werden.

Das NSG in Hamburg wurde 1997 um die angrenzenden Feuchtgrünländer erweitert. Die Besitz- und Betreuungsverhältnisse sind nach wie vor komplex. Seit Mitte der 80er Jahre werden die ursprünglichen Flächen vom Naturschutzbund (NABU) betreut, die 1997 hinzugekommenen Flächen von der GÖP. Seit einigen Jahren bilden die beiden Verbände aber eine Betreuungsgemeinschaft für das gesamte NSG in Hamburg. Die meisten Flächen im Hamburger Teil sind in Besitz der Freien und Hansestadt Hamburg, jedoch nicht derselben Behörde unterstellt. Einige Flächen sind noch in Privatbesitz, andere wurden von Naturschutzverbänden wie dem NABU oder der Loki-Schmidt-Stiftung gekauft. Die amtliche Verwaltung wurde zwischenzeitlich mehreren Umstrukturierungen unterzogen und obliegt heute größtenteils dem AN der BUKEA (Schmille 2025;

AN 2017). Einige Forstgrundstücke unterliegen der Obersten Forstbehörde der BUKEA, ausführend sind die Revierförstereien der Bezirksämter. Im NSG Wittmoor sind einige Randflächen in extensiver Landwirtschaft genutzt und verpachtet. Ferner dient es den Menschen als Naherholungsgebiet, es gibt viele Reit- und Wanderwege im NSG. Diese wurden mit der Zeit jedoch stärker reduziert, um den menschlichen Einfluss auf die verbliebenen Moorflächen zu verringern (Köpke u. a. 1996; Schmille 2011; Schmille 2025).

1.3.11. Überblick des zu untersuchenden Gebiets

Das Untersuchungsgebiet liegt im Norden (vgl. Abbildung 8), umfasst etwa 19,6 ha und ist umgeben von der Segeberger Chaussee, dem Puckaffer Weg, dem Brunsteenweg und dem Brunsteenredder (Google 2025). Abgesehen vom Brunsteenredder sind die umgebenden Straßen asphaltiert, die Segeberger Chaussee bildet als Bundesstraße den Anschluss ans Hamburger Umland. Eine Übersicht ist Abbildung 10 zu entnehmen. Dieser Abschnitt wird vor allem von der GÖP bearbeitet und enthält verhältnismäßig wenige Torfreste und ein durchsetztes Höhenprofil (Schmille 2025). Die Flurstücksnummern werden in der gesamten Bachelorarbeit zur Benennung der Grundstücke verwendet.



Abbildung 10: Luftaufnahme des nördlichen Teils des Wittmoors in Hamburg mit Flurstücks-Nummern und den drei größten Gräben in blau (Google 2024, bearbeitet)

Das Gebiet ist in neun Flurstücke (FS) unterteilt und beinhaltet grob neun Biotop-Arten von unterschiedlicher Wertigkeit, die sich in Wald, Wiese und Moor unterteilen lassen, wobei jede dieser Biotop-Arten auf torfhaltigem Boden liegt und damit moorig sein

kann (AN 2017). Das Wohngrundstück im rechten Rand von Abbildung 10 gehört nicht zum NSG. Das Areal ist also sehr divers und wie in Abbildung 10 zu sehen auch großflächig landwirtschaftlich genutzt. Es gibt einen Entwässerungsgraben, der zeitweise Wasser führt (im Bild Nebengraben genannt), daneben kleinere, nicht kartografierte Gräben (AN 2017).

Das Gebiet ist im Pflege- und Entwicklungsplan (PEP) des Wittmoors von 2017 berücksichtigt, dieser erfasst den Status der Flächen, deren Potenzial und Entwicklungsziel und die dafür notwendigen Maßnahmen. Diese Erhebung ist auf einem Stand von 2011 bzw. 2015, sie entspricht also nicht zwangsläufig, jedoch zum Großteil, dem heutigen Zustand. Zwei der neun Grundstücke sind in Privatbesitz, die restlichen sind in der Hand der Freien und Hansestadt Hamburg (FHH) (AN 2017). Davon unterliegen zwei der Verwaltungszuständigkeit Bezirk (Forsten) und vier gehören zum Sondervermögen Naturschutz und Landschaftspflege, unterliegen also der Umweltbehörde (AN 2017). Bezüglich der Privatflächen müssen die Inhabenden laut §4 der Verordnung über das Naturschutzgebiet Wittmoor (NSG-VO) vom 22. Juli 1997 „die Wiedervernässung und Entwicklung ehemaliger, abgetorfter Hochmoorbereiche“ (§4 Punkt 3 NSG-VO Wittmoor) dulden. Zu einer Wiedervernässung ist also keine Zustimmung erforderlich, dennoch muss eine Absprache erfolgen.

Ein Auszug aus Karte 13 „Entwicklungsmaßnahmen“ des PEP ist in Abbildung 11 zu sehen, die farblich abgegrenzten Flächen entsprechen den verschiedenen Biotop-Typen. Dies soll einen Eindruck vermitteln, wie komplex die Bedingungen in diesem Gebiet sind. Die Unterteilung ist sehr kleinteilig und viele Informationen sind für diese Arbeit nicht von Bedeutung (z.B. Zahl 9 „Integration in rotierende Schafbeweidung“). Die Karten und eine ausführliche Legende sind daher in Anhang 2 detailliert einzusehen und werden im Folgenden zusammengefasst und es werden nur die für diese Bachelorarbeit relevanten Aspekte eingehender geschildert.

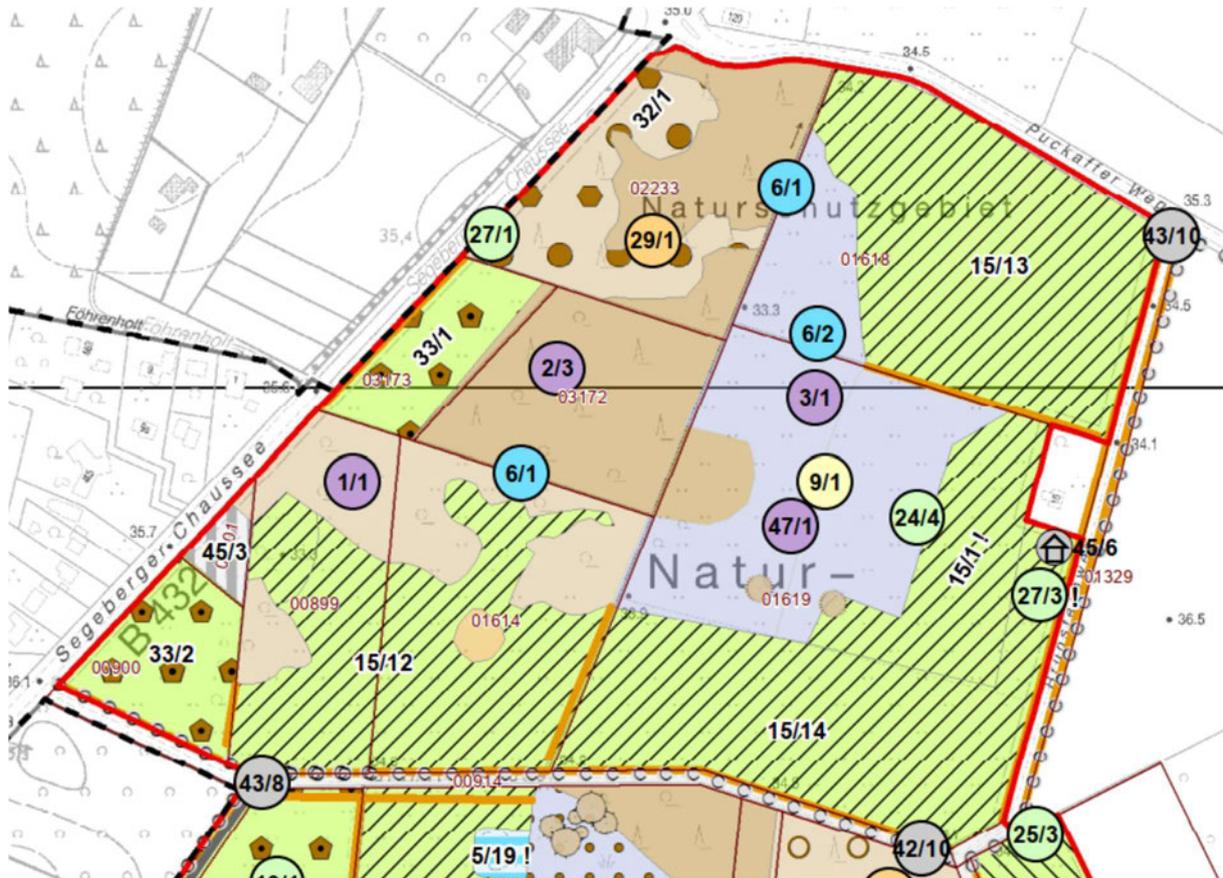


Abbildung 11: Auszug aus Karte 13 „Entwicklungsmaßnahmen“ des PEP (AN 2017)

Die grünen Flächen stellen Wiesen unterschiedlicher Stadien dar, die braunen stehen für Wälder (dunkel: Bruch-/Moorwald, hell: Wald), die grauen Flächen sind moorige Stadien (AN 2017). In Tabelle 2 sind die ungefähren Anteile der jeweiligen Flächen am Gebiet einzusehen.

Tabelle 2: Anteile der Flächen im Gebiet (Google 2025)

Fläche	Größe [ha]	Anteil [%]
Wiesen, grün schraffiert	10,4	53,1
Wiesen, braun gefleckt	1,0	5,1
Wald, braun	5,0	25,5
Wald, braun gefleckt	0,9	4,6
Moor, grau	2,3	11,7

Die schraffierten Wiesenflächen sollen in nutzungsintegrierter Pflege oder Landwirtschaft verbleiben (AN 2017). Die Grünflächen mit braunen Flecken sollen zu lichthem Laubwald bzw. Moorwald gewandelt werden. Einerseits erfüllen sie damit das Ziel der Abschirmung von der Straße, um den Eintrag von Nährstoffen aus Verkehrsemissionen zu reduzieren, andererseits sind sie in den Plänen auch als Waldausgleich aufgeführt. Dies ergänzt die weiter nördlich liegende braune Fläche mit braunen Flecken, dies ist ein Fichtenforst, welcher zu Laubwald umgewandelt werden soll. Die Zahl 32 steht hierbei für „Rodung Nadelwald bzw. standortfremder Gehölzbestände, Umwandlung zu Laubwald“. Die braunen Flächen sind Moor- und Pionierwälder, welche in ungelentker

Entwicklung verbleiben sollen. Die grauen Flächen stehen für „Wollgras-Re- und Degenerationsstadium von Hochmooren“ und sollen durch regelmäßige Pflegemaßnahmen erhalten und aufgewertet werden. Die Zahlen 1 und 6 stehen für Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung und sind an den drei Gräben sowie auf den Wald- und Moorflächen zu finden. 2 und 3 stehen für das Anlegen von Senken oder gar Flachgewässern (AN 2017).



Abbildung 12: Höhenbild/Geländere relief des zu untersuchenden Gebiets im Wittmoor (Bereitgestellt durch AN)

In Abbildung 12 ist die Topografie des Gebiets dargestellt, viele Grabenstrukturen sind deutlich erkennbar. Auch das allgemein durchsetzte Profil ist insbesondere auf den Flurstücken 3172, 1619, 1614 und 899 (vgl. Abbildung 10) zu erkennen. Dies beeinflusst den Abfluss des Wassers maßgeblich, da bereits wenige Zentimeter Höhenunterschied die Fließrichtung ändern oder auch das Wasser zurückhalten können. So sind in Abbildung 12 neben Vertiefungen und Senken auch Wälle und Anhöhen erkennbar, die das Rückhaltevermögen günstig bzw. ungünstig beeinflussen können.

Die Grundstücke befinden sich momentan weitestgehend im Zustand wie zur Veröffentlichung des PEP, was bei Begehungen erfasst wurde: FS 899, 1614 und 1619 werden augenscheinlich mit Pferden beweidet, die Wälder stehen nach wie vor und die Wiesen auf den FS 1618, 900 und 3173 bestehen ebenfalls noch. Auf FS 901 befand sich 2015 noch ein Häuschen, welches zurückgebaut wurde (Schmille 2025). Nun ist das Grundstück stark verwachsen und durch einen Anstau phasenweise sumpfig, wie in Abbildung 13 zu sehen. Laut Kai Schmille ist das gesamte Gebiet die meiste Zeit im Jahr trocken und nur im Winter und nach starken Regenfällen ist Wasser zu sehen, sowohl auf den Flächen als auch in den Gräben.



Abbildung 13: Blick auf FS 901 (hinter dem Zaun), dahinterliegende Segeberger Chaussee erkennbar (eigene Aufnahme)

2. Material & Methoden

Die vier Themenbereiche vereinen jeweils mehrere wissenschaftliche Methoden, wodurch eine Aufteilung nach Thema in der methodischen Beschreibung sehr unübersichtlich würde. Sie sind daher im Folgenden nach den Methoden Erfassung vor Ort, Experiment, Kommunikation/Interviews und Recherche gegliedert.

2.1. Erfassung der Zu- und Abflüsse im Gebiet

Zur Erfassung der Zu- und Abflüsse im Gebiet waren regelmäßige Begehungen im Bachelorarbeitszeitraum erforderlich. Sie sollten außerdem den aktuellen Zustand der Grundstücke und Flächen sowie weitere Grabenverläufe aufzeichnen. Auch waren die überstauten Flächen zu beobachten, insbesondere die Zu- oder Abflüsse aus/in Gräben und dessen Rückgang über einen längeren Zeitraum unter Berücksichtigung der klimatischen Bedingungen. Dies diente insbesondere der Analyse geeigneter Staupositionen, der Abwägung über die Art der Staumaßnahme und einer geeigneten Stauhöhe. Weiterhin konnten unter Umständen weitere potenzielle Stakeholder dieses Projekts erfasst werden. Die Erfassungen waren mit dem Bericht der GÖP abzugleichen und dessen Thesen zu prüfen.

Bei den Begehungen wurden alle Flächen des Gebiets besichtigt, mit Ausnahme eines Privatgrundstücks. Beobachtungen zum Zustand der Grundstücke, z.B. Bewuchs, Bebauung und Nässe, wurden festgehalten. Besonderes Augenmerk lag auf den Grabenverläufen, Fließrichtungen und Wasserständen. Die Ermittlung der Wassertiefen erfolgte mithilfe eines Zollstocks. Dabei wurden in den Gräben an mehreren Stellen im Verlauf einiger Meter mehrfach Messungen durchgeführt, da starke Unebenheiten in der Grabensohle die Ergebnisse verfälschen konnten. Aber auch die zeitweise gefluteten Flächen und deren Wasserstand im Beobachtungszeitraum wurden festgehalten, hier jedoch nur qualitativ, da eine Messung der Wassertiefe bei einem unebenen Höhenprofil und aufgrund mangelnder Begehbarkeit nicht aussagekräftig wäre. Bei der Begehung wurden außerdem nach Möglichkeit Wasserproben für die experimentelle Ermittlung der Wasserqualität entnommen und analysiert. Im Anschluss wurde ein formloses Protokoll über die Beobachtungen der jeweiligen Begehung angefertigt. Da insbesondere die nassen Flächen quantitativ kaum zu erfassen sind, bestehen die Protokolle vorwiegend aus Fotos mit kurzen Kommentaren.

2.2. Experimentelle Ermittlung der Wasserqualität

Bei Begehungen des Gebiets wurden jeweils an sechs aussagekräftigen Probenahmestellen Gewässerproben entnommen. Die Stellen wurden nach der ersten Begehung ermittelt, da bislang weder die genauen Grabenverläufe noch die jeweilige Fließrichtung bekannt waren. Sie sind in Kapitel 3.2 beschrieben.

Da eine Wasseranalyse immer nur eine Momentaufnahme darstellt, waren zur Erlangung statistisch repräsentativer Ergebnisse mehrere Probenahmen innerhalb eines längeren Zeitraums erforderlich. Untersucht wurden die Parameter Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit sowie Gesamt- und Carbonathärte, Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphat und BSB₅. Der Sauerstoffgehalt wird meist neben der Konzentration auch in Form der Sättigung angegeben, also in Prozent (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Das beschreibt das Verhältnis des enthaltenen Sauerstoffs zum potenziell

lösbaren Sauerstoff entsprechend der Temperatur. Die Leitfähigkeit gibt den Ionen- und damit Salzgehalt eines Wassers wieder, sie soll in diesem Fall u.a. den Einfluss von Streusalz erfassen. Ammonium, Nitrit und Nitrat bilden den Stickstoffkreislauf, stehen daher in enger Verbindung zueinander und auch zu den Sauerstoffverhältnissen. Stickstoff und Phosphat gelangen über viele Quellen ins Wasser, natürlicherweise durch organische Materie wie Pflanzenreste, die im Torf in großer Menge enthalten sind. Erhöhte Belastungen sind zudem auf den Eintrag von Ab- und Brauchwasser, Fäkalien oder Düngemittel zurückzuführen. BSB₅ steht für „Biologischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen“ und beschreibt die Belastung mit sauerstoffzehrenden, leicht abbaubaren Stoffen (Schwoerbel & Brendelberger 2022). In Tabelle 3 folgt eine Auflistung der zur Probenahme verwendeten Materialien.

Tabelle 3: Zur Probenahme verwendete Materialien

Anzahl	Bezeichnung
7	Polyethylen (PE)-Becher mit Innendeckel und Deckel je 0,5L
6	Braunglasflaschen mit Schraubdeckel je 100mL
1	Messgerät „Multi 3320“ WTW
1	Sonde SenTix 41 (pH) WTW
1	Sonde TetraCon 325 (Leitfähigkeit) WTW
1	Sonde Cellox 325 (Sauerstoff) WTW
1	11151 Supelco MQuant® Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen Merck KGaA Demineralisiertes Wasser

Beobachtungen zu Aussehen und Geruch des Wassers, Uferbewuchs und Witterung wurden notiert. Die Parameter Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit konnten direkt im Gewässer mithilfe der Messsonden bestimmt werden (WTW 2016; Graw 2011). Diese weisen eine hohe Genauigkeit auf und berücksichtigen die Temperaturabhängigkeit der Parameter, sie sind deshalb dem Kompaktlabor vorzuziehen (WTW 2016; Graw 2011).

Zur Probenahme musste jedes Probenahme-Gefäß dreimal mit dem zu untersuchenden Wasser gespült werden. Sie erfolgte mittig in 20 – 50 cm Tiefe, das Gefäß wurde unter Wasser blasenfrei verschlossen. Dieses Vorgehen erfolgte an derselben Stelle mit einem PE-Gefäß und einer Braunglasflasche. Die restlichen Parameter wurden anschließend bei Raumtemperatur mithilfe des Kofferlabors bestimmt. Dies ist eine gängige und anerkannte Methode zur Untersuchung der wichtigsten Parameter der Gewässergüte für verschiedene Anwendungen (Merck KGaA 2019). Die Ergebnisse können nicht in einer Genauigkeit erzielt werden, wie es in einem Labor oder mit den Sonden möglich wäre, es ist für den Zweck jedoch ausreichend. In dem handlichen Koffer sind alle notwendigen Utensilien zur Bestimmung der Parameter enthalten, sie erfolgt durch Kolorimetrie (für die Parameter Ammonium, Nitrat, Nitrit und Phosphat) oder Titration (für die Parameter Gesamt- und Carbonathärte). Die Gesamt- und Carbonathärte erfordern einen pH-Wert im Bereich 6-8, die meisten Parameter eine Mindesttemperatur von 15°C (Merck KGaA 2019). Die Braunglasflaschen wurden fünf Tage bei ca. 20°C im Dunkeln gelagert und anschließend mithilfe der Sonde der Sauerstoffgehalt bestimmt. Aus der Differenz der beiden Werte ließ sich der BSB₅ errechnen.

Für diejenigen Parameter, für die keine moorspezifischen Grenzwerte bekannt sind (vgl. Kapitel 1.3.5), wurden die der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) zur Orientierung herangezogen. Sie legt die Grenzwerte der chemisch-physikalischen Parameter für einen „guten“ ökologischen Zustand für verschiedene Gewässertypen fest (vgl. Anlage 7 Kapitel 2 OGewV). Moorspezifisch ist nur Typ 88 „Sondertyp natürlicher See“ als Beispiel der Mooree genannt, ihm sind jedoch keine Grenzwerte zugeordnet (vgl. Anlage 1 Kapitel 2 OGewV). Es wurden daher die Grenzwerte für Typ 11 „organisch geprägte Bäche“ mit dem Zusatz 8 (basenarm) und 12 (Norddeutsches Tiefland) in dieser Arbeit zum Abgleich herangezogen, sie sind daher für die gegebene Situation nur bedingt aussagekräftig. Im untersuchten Gebiet handelt es sich zudem um relativ kleine, künstlich geschaffene Gräben, die nur zeitweise Wasser führen, das nicht aus einer natürlichen Quelle stammt, und in denen das Wasser stellenweise sehr langsam fließt oder steht, was nicht mit einem natürlichen Fließgewässer zu vergleichen ist. Die Vorgaben der OGewV sind daher für dieses Projekt nur als Orientierungswerte zu verstehen und kritisch zu betrachten. Dass diese Grenzwerte nur die Trennung zwischen einem sehr guten bis guten und mäßig bis stark belasteten Zustand ermöglichen, ist nicht problematisch, da die chemisch-physikalischen Parameter ohnehin nur in „gut“ und „nicht gut“ zu unterteilen sind.

In Tabelle 4 sind die für diese Arbeit relevanten Grenzwerte nach Anlage 7 OGewV und EU-Nitratrictlinie aufgeführt, für deren Parameter es keine moorspezifischen Angaben gibt. Für Nitrat gilt gemäß der EU-Nitratrictlinie ein Aktionsgrenzwert von 50 mg/L, zur Einordnung in das Gewässergüte-Bewertungssystem gilt das 90-Perzentil (Umweltbundesamt 2017).

Tabelle 4: Grenzwerte für „guten“ ökologischen Zustand eines „organisch geprägten Baches“ mit dem Zusatz „basenarm“ und „Norddeutsches Tiefland“ sowie gemäß Nitratrictlinie (Anlage 7 Kapitel 2 OGewV; Umweltbundesamt 2017)

Winter-Temperatur [°C]	BSB ₅ [mg/L]	Nitrat [mg/L]	Nitrit [mg/L]
< 8	< 4	< 2,5	< 0,03

Die Gesamt- und Carbonathärte konnten nicht bewertet werden, da es weder Orientierungswerte noch Vergleichsmessungen gibt, weil der pH-Wert der Mellingbek nicht im für die Messung notwendigen Bereich lag (vgl. Kapitel 3.2).

Bei den meisten Probenahmestellen wurden sieben Proben in einem Zeitraum von acht Wochen entnommen und analysiert. Die Anzahl ermöglichte eine Validierung der Werte sowie das Erkennen von Fehlmessungen und kurzfristigen Schwankungen. Der Zeitraum sicherte eine Repräsentanz der Messwerte für das Gebiet und die Jahreszeit. An Stelle 3 konnten lediglich vier Proben entnommen werden, danach war der Wasserstand bereits zu niedrig, Stelle 2 war nur bei der letzten Probenahme nicht analysierbar. Zudem kamen die Parameter Leitfähigkeit und BSB₅ aus logistischen Gründen erst ab der zweiten Probenahme hinzu.

2.3. Kommunikation mit Stakeholdern

Die Kommunikation mit Stakeholdern diente zum einen der Ermittlung der an das Gebiet gestellten Interessen, verfolgte jedoch mitunter auch den Zweck der Informationsgewinnung für die anderen Themenbereiche. Sie diente damit als zusätzliches und wichtiges Recherchemittel, da nicht-öffentliche Informationen erfragt werden konnten. Intensität und Methode (persönlich, telefonisch, digital) des jeweiligen Kontaktes variierten daher stark, da die Stakeholder in sehr unterschiedlichem Maße am Gebiet beteiligt und interessiert sind. So kann ein solcher Kontakt in Form eines E-Mail-Austauschs oder in einem teilstrukturierten Interview verlaufen. Im Folgenden soll die Vorgehensweise bei Auswahl und Kontakt der Stakeholder sowie das methodische Vorgehen im Interview und in dessen Auswertung erläutert werden.

2.3.1. Auswahl und Kontakt der Stakeholder

Durch Rücksprache mit der GÖP und dem zuständigen AN wurden zu Beginn der Arbeit Stakeholder identifiziert, die in ihren Aufgaben, Befugnissen oder ihrem Recht Ansprüche an das Gebiet und dortige Maßnahmen stellen könnten. Dabei handelt es sich überwiegend um Behörden sowie private Grundstückseigentümer*innen. Darüber hinaus ergaben sich durch den Austausch mit diesen weitere Ansprechpartner*innen, dem wurde gleichermaßen nachgegangen. Eine Übersicht der kontaktierten Behörden und ihrer Zuständigkeit ist in Tabelle 5 einzusehen. Viele Themen sind sowohl in der BUKEA wie auch in den Bezirksämtern wiederzufinden, sie unterscheiden sich meist in ihren konkreten Aufgaben und Befugnissen. Die Behörden stehen aber in enger Zusammenarbeit, deshalb wurde oftmals nur eine Person aus dem jeweiligen Themenfeld kontaktiert, da diese auch die Befugnisse und Interessen der jeweils anderen Institution vertreten kann. Der BUKEA unterliegen die Ämter „Naturschutz und Grünplanung“ und „Agrarwirtschaft, Bodenschutz und Altlasten“, diesen sind wiederum die jeweiligen Abteilungen und Referate zugeordnet (BUKEA 2025d; BUKEA 2025a). Die Oberste Forstbehörde ist im Amt „Agrarwirtschaft, Bodenschutz und Altlasten“ angesiedelt (BUKEA 2025b; BUKEA 2025a).

Tabelle 5: Übersicht der kontaktierten Behörden und ihrer Zuständigkeit

Behörde/Insti- tution	Zuständige Untereinheit	Zuständigkeit in Bezug auf das Wittmoor
BUKEA	Referat Management der Hamburger Naturschutzgebiete	Betreuung NSG Wittmoor
	Referat Arten-, Biotopschutz und Eingriffsregelung	(bedrohte) Arten, Biodiversität
	Referat Agrarflächenmanagement	Pachtverträge
	Oberste Forstbehörde	Wälder und Forst
Bezirksamt Wandsbek	Wasserbehörde	Wasser
	Jägermeister*in	Jagd
Die Autobahn GmbH	Autobahnmeisterei Othmarschen	Hamburger Abschnitt der Segeberger Chaussee
	Verkehr und Mobilitätswende	Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg

Die Themenfelder Naturschutz, Wasser und Wald sind im Rahmen der Wiedervernässung von größter Bedeutung, da diese Behörden/Ämter aufgrund ihrer Befugnisse und Relevanz den größten Einfluss auf das Projekt haben und umgekehrt das Projekt den größten Einfluss in diesen Bereichen haben wird. Zu diesen Themenfeldern wurden teilstrukturierte Interviews im direkten Austausch geführt, diese konnten persönlich oder digital stattfinden. Die anderen behördlichen Themenfelder wurden formlos per E-Mail oder telefonisch besprochen.

Die Kontaktaufnahme erfolgte schriftlich per Mail, nur in wenigen Fällen direkt telefonisch, wobei das Anliegen der Wiedervernässung sowie die Absicht des Gesprächs stets mitgeteilt und nach der Gesprächsbereitschaft des Gegenübers gefragt wurde. War diese gegeben, wurden entweder direkt Fragen zur Thematik gestellt oder ein Gesprächstermin vereinbart. Bei letzterem wurde vorab über den Ablauf des Interviews, die Freiwilligkeit und Anonymität der Teilnahme und die Inhalte des Fragebogens informiert. In den zuständigen Behörden wurde oft die fachliche Abteilungsleitung kontaktiert. Falls diese nicht für ein Gespräch zur Verfügung stand, wurden von Seiten der Behörde Interview-Partner*innen genannt, welche im entsprechenden Fachbereich tätig sind. Ihre Eignung ergibt sich also aus ihrer beruflichen Tätigkeit und Stellung sowie dem Zugriff auf behördeninterne Informationen. Die Personen werden daher weniger aufgrund ihrer persönlichen Fähigkeiten befragt, sondern als Vertretung der entsprechenden Behörde oder dem Fachbereich, weshalb sie hier nicht eingehender vorgestellt werden.

Die Auswahl der Interview-Partner*innen in der Gruppe der Privatpersonen erfolgte nach Besitzverhältnissen, es wurde jeweils nach Möglichkeit der*die Eigentümer*in kontaktiert. Da die BUKEA gesetzlich verpflichtet ist, die Identität der Personen zu schützen, erfolgte die Ansprache per Brief, welcher über die BUKEA zugestellt wurde. Darin wird das Anliegen beschrieben und um Kontaktaufnahme seitens der Privatperson gebeten. Der Brief ist in Anhang 3 einzusehen. Dies erforderte die Bereitschaft und ein aktives Vorgehen der Privatpersonen, was ein Gelingen des Kontakts erschwerte. Eventuelle Pächter*innen wurden nicht kontaktiert, da die Nutzung laut PEP aufrecht erhalten bleiben soll (vgl. schraffierte Flächen Anhang 2).

2.3.2. Teilstrukturierter Fragebogen

Die Gespräche wurden in Form eines teilstrukturierten Interviews mit einem teilstrukturierten Fragebogen geführt. Das bedeutet, dass von der Reihenfolge und Formulierung des Fragebogens abgewichen werden kann und dieser eher als Leitfaden zu betrachten ist. Das ermöglicht ein freieres Gespräch und eine höhere Flexibilität. Da viele Informationen erst im Gespräch erhoben werden und sich daher der Gesprächsschwerpunkt verschieben konnte, war eine hohe Flexibilität erforderlich. Zudem sind sich spontan ergebende Fragen möglich, um auf im Gespräch neu gewonnene Erkenntnisse reagieren zu können.

Die Fragebögen sind folgendermaßen strukturiert: zu Beginn wurde erfragt, inwiefern die Person bzw. die Institution, welche sie vertritt, am Gebiet beteiligt, in welcher Weise sie befugt ist und welche Erfahrungen diesbezüglich bislang gemacht wurden. Dies soll sicherstellen, dass die befragte Person valide Aussagen zum Sachverhalt treffen kann und bestehende Rechte und Pflichten aufzeigen. Anschließend wurden Fragen zur

Erfahrung mit den erfolgten Anstauungen und zur Haltung zu einer weiteren Wasserstandsanhhebung gestellt, um die Perspektive und Interessen aus diesem Themenfeld auf die geplanten Maßnahmen und deren Folgen in Erfahrung zu bringen. Zum Schluss wurde die Einbeziehung dieser Institution in die Planung und Durchführung der Wasserstandsanhhebung besprochen. Eine offene Frage, wer weiterhin kontaktiert werden sollte oder was zudem zu beachten ist, sollte sicherstellen, dass die Person alle ihr vorliegenden Informationen mitteilen kann.

Dabei wurde jeweils ein Fragebogen für behördliche/institutionelle Vertreter*innen und Privateigentümer*innen erstellt, beide sind im Anhang 4 einzusehen. Die ausschließlich per Mail geführten Kontakte erhielten weniger ausführliche Fragen, welche an den Fragebogen angelehnt waren.

2.3.3. Methodik der Auswertung

Die Interviews wurden nicht aufgezeichnet, da es hierbei nicht um eine wörtliche Wiedergabe des Gesprächs geht, sondern um das Erlangen einiger weniger spezifischer Informationen. Außerdem ermuntert es die interviewten Personen zu einem freieren Sprechen. Diese Art der Auswertung konnte gewählt werden, da die Interviews nicht verglichen wurden, sondern lediglich die erfragten Fakten die bestehende Datenlage ergänzen sollten. Die Gesprächsinhalte wurden während des Interviews notiert und unmittelbar danach in einem Fließtext zusammengefasst. Dieser wurde auf das für diese Arbeit Wesentliche komprimiert und fiel daher mitunter sehr kurz und stichwortartig aus. Die Zusammenfassung wurde als Anhang mit der Einverständniserklärung zum Interview von der jeweils befragten Person zur Verwendung freigegeben.

2.4. Literaturrecherche zu Moorgewässern, dem Wittmoor und Staukonstruktionen

Die Literaturrecherche bezog sich auf alle vier Themenbereiche: hinsichtlich der Wasserqualität waren Anforderungen an Moorgewässer zu ermitteln sowie die topografischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Gebiet in Erfahrung zu bringen. Das ermöglichte auch Rückschlüsse zur geeigneten Positionierung der Dämme. Der Großteil der Literaturrecherche widmete sich möglichen Staukonstruktionen.

Die Anforderungen an die Wasserqualität und geeignete Staukonstruktionen erforderten überwiegend Literaturrecherche in Bibliotheken, Datenbanken und Rechercheportalen. Hingegen waren die gebietsspezifischen Informationen wie eventuelle Stakeholder und die Topografie in Dokumenten der Stadt Hamburg, wie dem Geoportal oder dem Pflege- und Entwicklungsplan, sowie im Austausch mit weiteren Stakeholdern, insbesondere Behörden, zu finden. Bei einer Literaturrecherche wurde zu Beginn die bestehende Literatur grob gesichtet, um einen Überblick über die Thematik zu erlangen. Anschließend wurde mittels detaillierter Suche den noch offenen Fragen nachgegangen. Die gebietsspezifische Recherche verlief mitunter sukzessiv, wenn sich beispielsweise in einem Austausch mit Stakeholdern weitere Adressat*innen ergaben.

In Tabelle 6 sind die meistgenutzten Informationsquellen aufgeführt und mit einem Farbschema nach ihrer Ergiebigkeit zu den einzelnen Themen und Aufgaben sortiert.

Hierzu gehören Bibliotheken, Rechercheportale, aber auch die Stakeholder-Interviews und Informationen der betreuenden Institutionen und Personen.

Tabelle 6: Übersicht der Informationsquellen zu den einzelnen Themenbereichen

Informationsquelle	Staukonstruktion	Positionierung	(moorspez.) Gewässergüte	Stakeholder
BELUGA				
Überregionale Hochschulkataloge				
Web of Science				
Springer Link				
Google Scholar				
ScienceDirect				
Geoportal der Stadt Hamburg				
PEP				
GÖP				
Prof. Dr. Carolin Floeter				
Interview Naturschutz				
Interview Wald				
Interview Wasser				
Moor-net.de				
MoorIS Niedersachsen				
Greifswald Moor-Centrum / Moor-Wissen				
Umweltbüros				
Erfassung vor Ort				

Legende zum Farbschema „Ergiebigkeit“:

	=	Nicht als Quelle für diese Aufgabe benutzt
	=	Keine/kaum relevante Informationen
	=	Wenig relevante Informationen
	=	Einige/viele relevante Informationen

Die Rechercheportale wurden mit den in Tabelle 7 aufgelisteten Schlagworten durchsucht. Zuerst wurden einzelne Schlagworte verwendet, anschließend wurden mehrere Schlagworte in sogenannten Strings zusammengefasst, um themenspezifische Ergebnisse zu erhalten. Dabei wurden Begriffe der ersten Zeile mit denen der zweiten oder dritten Zeile kombiniert. In den rein deutschsprachigen Portalen wurden deutsche Begriffe verwendet, in internationalen Portalen deutsch- und englischsprachige.

Tabelle 7: Übersicht der in Rechercheportalen verwendeten Schlagworte

Aufgabe	Deutsche Schlagworte	Englische Schlagworte
Moore und Renaturierung	Moor, Feuchtgebiet, Sumpf Hochmoor, Regenmoor Renaturierung, Restaurierung Wiedervernässung Entwässerung Klima, Klimawirkung	Peat(land), Wetland, Bog Raised Bog Restoration, Renaturation, Renaturalization Drainage, watering, de- watering, water
zusätzliche Schlagworte zu Staukonstruktion	Wasserbau Stau(wehr), Damm Baumaterial Konstruktion Naturnah, Renaturierung, ökologisch	construction, materials
zusätzliche Schlagworte zu Gewässergüte	Chemische, Biologische Nährstoffe Gewässergüte, Wasserqualität Stickstoff, Phosphat, Sauerstoff Hydrologie	water (quality) oxygen, ammonium, nutri- ents hydrology

3. Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen vorgestellt. Die Gliederung erfolgt gemäß Kapitel 2.

3.1. Erfassung der Zu- und Abflüsse im Gebiet

Insgesamt wurden acht Begehungen im Beobachtungszeitraum vom 11.01.2025 bis zum 05.03.2025 durchgeführt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind im Folgenden beschrieben. Die bei den Begehungen erstellten Protokolle sind in Anhang 5 einzusehen.

3.1.1. Vorhandene Zu- und Abflüsse sowie deren Verlauf

Im PEP ist nur der Nebengraben verzeichnet, als „temporär wasserführend“ und ohne Namen (AN 2017). Bei Begehungen wurden die weiteren Gräben erfasst, sie machen das Haupt-Entwässerungsnetz aus. Zur Übersicht wurden die Gräben benannt und nachfolgend diese Namen verwendet, der Nebengraben gemäß der Bezeichnung in Google Maps und die anderen Gräben durch ihre Lage (Google 2025). Sie sind in Abbildung 14 einschließlich der Fließrichtung zu sehen, die Ziffern stehen für Probenahmestellen. Die roten Punkte markieren bereits vorhandene Dämme. Jeder dieser Gräben wurde bei jeder Begehung besucht und die Wasserstände gemessen. All diese Grabenstrukturen dienen ausschließlich der Entwässerung von Flächen, sie sind keine beständigen Fließgewässer und führen vor allem im Winter und nach stärkeren Regenfällen Wasser.

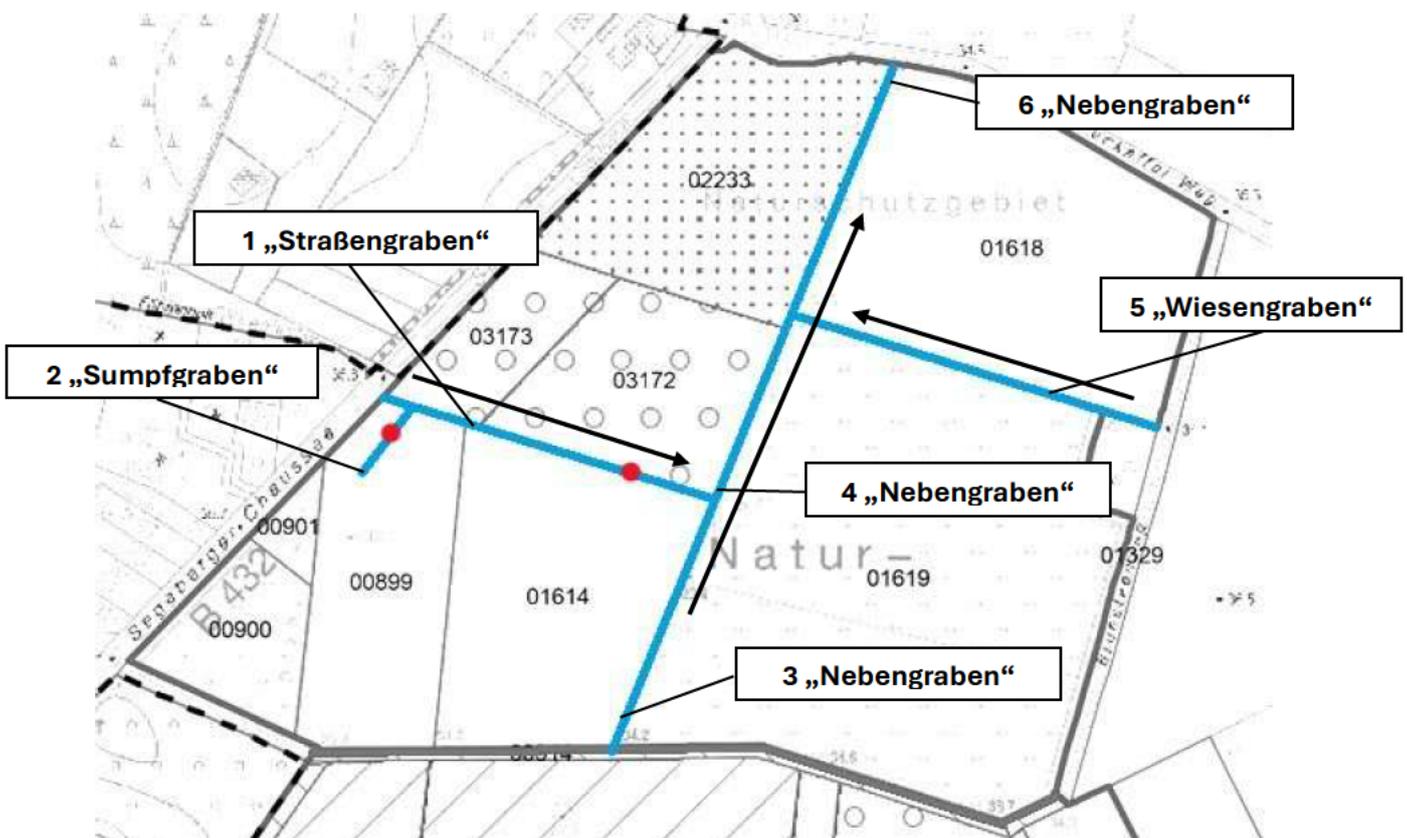


Abbildung 14: Übersicht der größeren, wasserführenden Grabenstrukturen (blau), vorhandenen Dämme (rot) und Probenahmestellen (AN 2017, bearbeitet)

Der Hauptfließweg verläuft von Stelle 1 (Abbildung 14) über den Straßengraben in den Nebengraben (Stelle 4) und zum Abfluss an Stelle 6. Diese Abschnitte führten im Beobachtungszeitraum durchgehend Wasser und an einigen Stellen sind deutliche Fließbewegungen erkennbar. Unterhalb der Mündung des Straßengrabens (Abschnitt von Stelle 3 bis 4) ist der Wasserstand nicht durchgängig: bereits früh im Beobachtungszeitraum fielen einzelne Stellen vor der Mündung trocken, Stelle 3 war dadurch abgeschnitten und alsbald konnte aufgrund des niedrigen Wasserstands keine Probenahme mehr stattfinden. Die angrenzenden Wiesen blieben jedoch nass und stellenweise geflutet, ein Abfluss in den Nebengraben erfolgte also nicht.



Abbildung 15: Damm im Straßengraben, ca. 50m vor Mündung (eigene Aufnahme)

Der Straßengraben liegt an der Segeberger Chaussee deutlich unterhalb der Geländeoberfläche, im Verlauf nähern sich die Höhenverhältnisse jedoch an. Ein Damm unweit der Mündung staut das Wasser in die angrenzenden Flächen und ist in Abbildung 15 zu sehen. Der Nebengraben befindet sich auf Geländehöhe und ist meist verwallt. Beispielhaft ist jeweils ein Bild der Gräben in Abbildung 16 zu sehen.



Abbildung 16: Vergleich Straßengraben (links) und Nebengraben (rechts) (eigene Aufnahmen)

Neben den größeren Gräben, die eine Breite von ca. 1m und eine durchschnittliche Wassertiefe im Beobachtungszeitraum von etwa 25cm aufweisen, gibt es viele Rinnen, die das Wasser aus den Flächen in die Gräben leiten. Diese sind oft etwa 15cm tief und kaum breiter, meistens ist kein Wasser in ihnen zu sehen. Die dunkle Erde im Rinnenboden, wie in Abbildung 20 (weiter hinten) erkennbar, deutet aber auf Feuchtigkeit und damit eine wassersammelnde und -führende Wirkung hin. Sie sind sehr gut im Höhenmodell erkennbar, welches hier erneut mit Markierungen und Fließpfeilen in Abbildung 17 aufgeführt wird. Die Bereiche sind mit Buchstaben versehen und werden nachfolgend eingehender beschrieben. Eventuelle weitere Grabenstrukturen auf der Weidefläche des FS 1619 wurden aufgrund aktiver Weidenutzung nicht ermittelt.

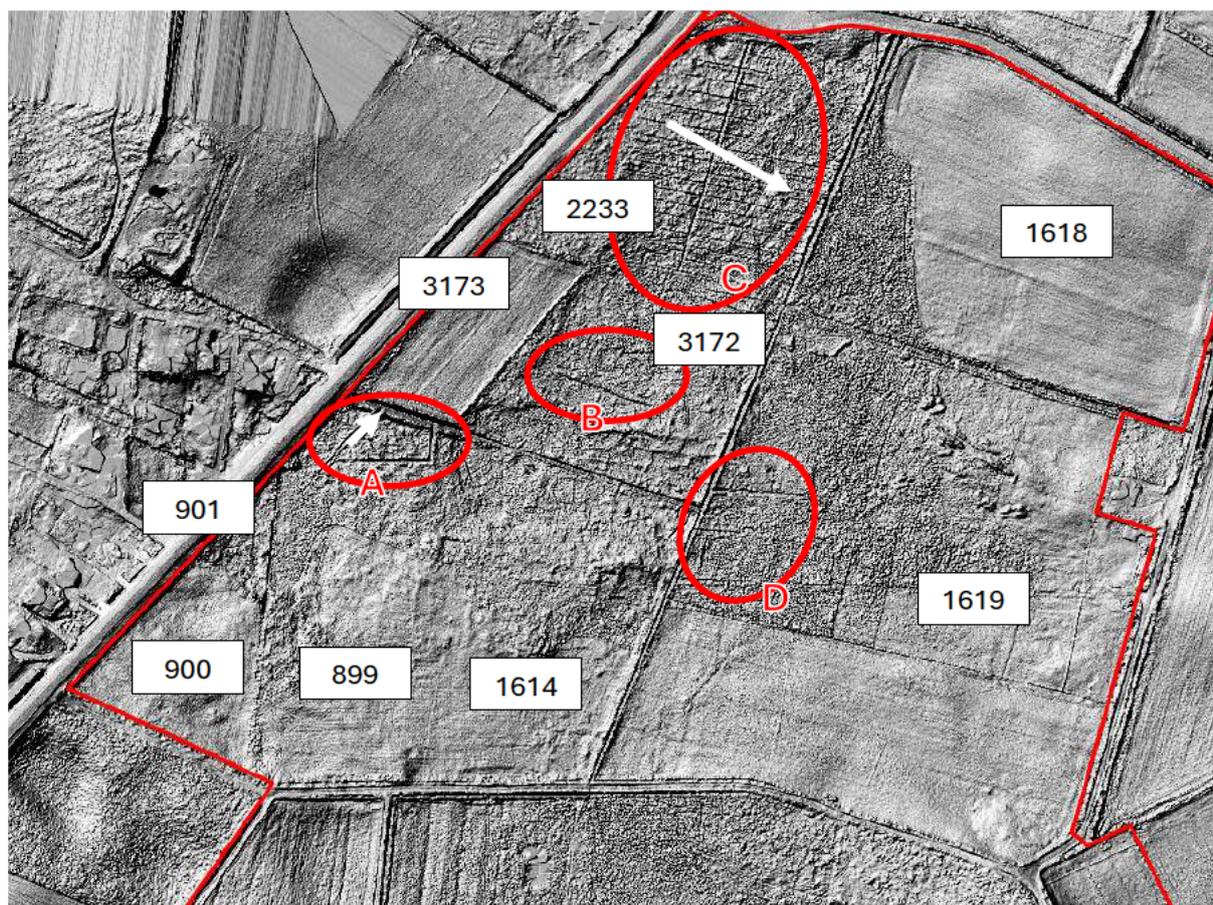


Abbildung 17: Höhenmodell mit markierten kleinen Grabenstrukturen und Flurstücken (bereitgestellt durch AN, bearbeitet)

Bereich A

Auf FS 899 münden sowohl der Sumpfgraben als auch die abzweigende Struktur in den Straßengraben, jedoch liegen beide Mündungen deutlich erhöht und wirken daher nur bei extremen Wasserständen als Abfluss des Sumpfes. Im Sumpfgraben befindet sich ein alter Damm, der das Wasser zurückzuhalten scheint, er ist in Abbildung 18 zu sehen. Auch der Damm liegt höher als der Sumpfbereich, weshalb er erst bei hohen Wasserständen mit Wasser in Kontakt kommt, was im Beobachtungszeitraum nicht geschah. Ob er noch effektiv Wasser zurückhalten kann, konnte daher nicht ermittelt werden. Die vom Sumpfgraben abzweigende Struktur steigt recht steil an und fällt schnell trocken. Ein Abfluss ist also in beiden Fällen regulär nicht gegeben.



Abbildung 18: Damm im Sumpfgraben, Wasserseite (eigene Aufnahme)

Bereich B

Auf FS 3172 ist nur eine Linie zu sehen, es sind aber zwei parallele Gräben vorhanden,



Abbildung 19: Zwei Gräben auf FS 3172 (eigene Aufnahme)

wie in Abbildung 19 zu sehen ist. Beide enden ohne Anschluss an einen weiteren Graben. Das Wasser steht bis zu 30 cm hoch in ihnen und läuft stellenweise großflächig in Richtung des Straßengrabens aus. Sie hatten zuletzt einen Wasserstand von 15cm und waren dicht von Moosen besiedelt. Die markanten Einschnitte unterhalb der Markierung in Abbildung 17 konnten nicht eindeutig identifiziert werden und könnten auch vor Ort zu sehende Wälle darstellen. Diese scheinen das Wasser in der Fläche zu halten.

Bereich C

Die im Höhenmodell deutlich erkennbare Struktur auf FS 2233 ist vor Ort nicht ganz so ausgeprägt zu finden. Stellenweise sind die Strukturen sehr verwachsen oder mit Biomasse verstopft, wodurch sie schwer zu finden sind. Die tiefsten Einschnitte bildet mit bis zu 50cm die Längsrinne. Am deutlichsten sind die Rinnen nahe des FS 3172 zu

erkennen, die südlichste Rinne dieser Struktur verläuft augenscheinlich entlang der Grundstücksgrenze. Nur hier stand zeitweise Wasser in den Rinnen. Veranschaulichende Beispiele sind in Abbildung 20 zu sehen. Es sind zwar keine Fließrichtungen erkennbar, jedoch ist aufgrund des Höhenverlaufs auf FS 2233 eindeutig, dass diese Rinnen das Wasser von der Fläche in den Nebengraben leiten.



Abbildung 20: Grabenstruktur auf FS 2233. Die südlichen Gräben sind deutlicher zu erkennen (Bild links), die Gräben mitten im Moorwald sind stark verwachsen (Bild rechts). Stellenweise ist ein Anschluss an den Nebengraben erkennbar (Bild Mitte) (eigene Aufnahmen)

Bereich D

Die Einschnitte auf FS 1619 sind vor Ort und in Abbildung 21 gut zu erkennen, wenn auch die Fließrichtung nicht sichtbar wurde. Diese Mündungen liegen oftmals erhöht und wirken daher nur bei vergleichsweise extremen Wasserständen. Die Gegebenheiten lassen vermuten, dass der Nebengraben in diesen Fällen die Fläche speist und nicht umgekehrt.



Abbildung 21: sichtbare Verbindungen zwischen Nebengraben und Moorfläche auf FS 1619 (eigene Aufnahmen)

3.1.2. Wasserstau und -rückgang in den Flächen

Während des Beobachtungszeitraums waren viele Flächen um die Grabenstrukturen geflutet. Der Wasserstand war zu Beginn des Zeitraums am höchsten und nahm sukzessive ab, was weitere Anhaltspunkte zu Fließrichtungen und Höhenverläufen bietet. Die am stärksten vernässten Flächen sind in Abbildung 22 skizziert und beziffert und werden anschließend näher beschrieben.

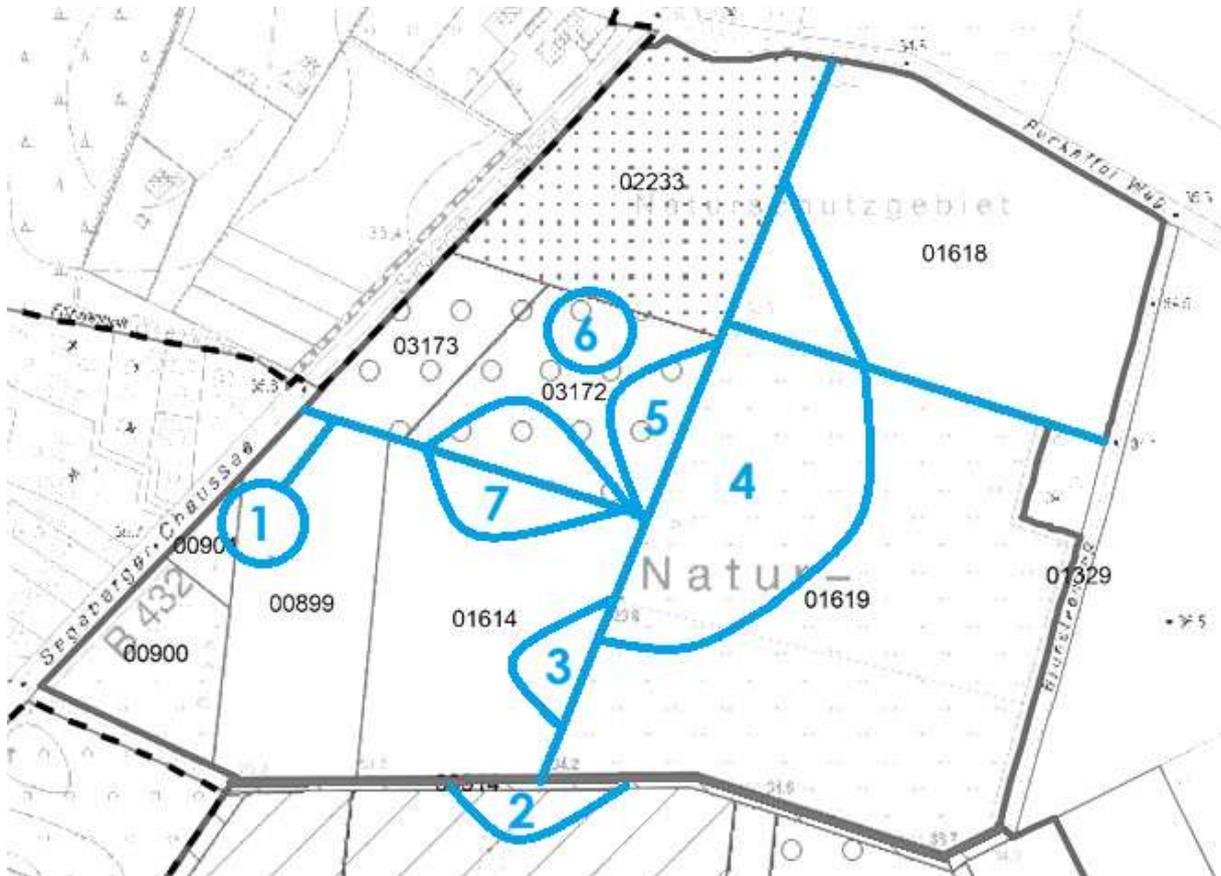


Abbildung 22: Skizze der stark vernässten Bereiche im Beobachtungszeitraum (AN 2017, bearbeitet)

Fläche 1

Die nasse Fläche auf FS 899 und 901 entspricht dem im PEP verzeichneten Sumpfbereich. Sie tritt auch hier mitunter großflächig auf die Weideflächen über, wie auch in Abbildung 13 im Kapitel 1.3.11 zu sehen. Das Ausmaß des Übertritts ging im Beobachtungszeitraum zurück, der Sumpf blieb jedoch großflächig überstaut.

Fläche 2

Die nasse Fläche südlich des Brunsteenredders war ebenfalls während des Beobachtungszeitraums durchgehend gestaut, erst spät ging das Wasser leicht zurück. Auf der



Abbildung 23: Blick vom Brunsteenredder gen Süden auf nasse Flächen und Wall-Durchbruch (eigene Aufnahme)

angrenzenden Wiese bildet eine Senke zeitweise einen Teich/Weiher. Auf dieser Seite verläuft parallel zum Weg ein Graben, der zur Fläche hin verwallt ist. Die Verwallung ist stellenweise durchbrochen, wie in Abbildung 23 angedeutet. Augenscheinlich führt eine feuchte Spur von dem größten Einschnitt im Wall quer über den Brunsteenredder zum Beginn des Nebengrabens. Laut Bericht der GÖP ist hier eine Erneuerung der Verwallung gewünscht (vgl. Standort 1 Anhang 1), dies würde das Wasser in der Fläche halten.

Fläche 3

Die Weide nahe dem Nebengraben auf FS 1614 war während des Beobachtungszeitraums sichtbar und großflächig nass, selbst als der Nebengraben auf dieser Höhe bereits trocken war. Abbildung 24 zeigt dies sehr eindrücklich. Erst Anfang März waren keine offenen Wasserflächen mehr zu sehen, der Boden war dennoch feucht. Vor Ort sichtbare Furchen im Wall zum Nebengraben führen also nicht zur Entwässerung der Fläche, leiten dieser bei ausreichendem Wasserstand im Nebengraben aber Wasser zu. Auch die gegenüberliegende Weide auf FS 1619 war nahe des Nebengrabens sichtbar nass oder gar überstaut. Die Weiden sind in diesem Zustand nur schwer nutzbar, da ständig nasse Hufe bei Pferden zu Krankheiten führen (Reca Zipp 2005).



Abbildung 24: Überstaute Weide auf FS 1614 am 11.01.2025 (links) und am 15.02.2025 (rechts) (eigene Aufnahmen)

Fläche 4

Der moorige Bereich (vgl. Abbildung 11 in Kapitel 1.3.11) auf FS 1619 war im Beobachtungszeitraum am stärksten vernässt und zu keiner Zeit nennenswert begehbar. Hier konnten Drohnenfotos die großflächige Ausbreitung des Wassers sichtbar machen, sie können aus Gründen des Datenschutzes aber nicht in dieser Arbeit gezeigt werden. Der moorige Bereich auf FS 1618 war zu Beginn nicht begehbar, erst Mitte Februar trockneten die Bulte langsam ab. Die Birken-Moorwälder auf FS 1619 standen dauerhaft im Wasser, wie in Abbildung 21 in Kapitel 3.1.1 einzusehen. In Abbildung 25 ist die großflächig übergetretene Mündung des Wiesengrabens in den Nebengraben zu sehen. Diese Fläche war während des Beobachtungszeitraums dauerhaft überstaut, wenn auch das Wasser sichtbar zurückging.



Abbildung 25: Mündung des Wiesengrabens in den Nebengraben auf FS 1619 großflächig übergetreten (eigene Aufnahme)

Auf den Drohnenfotos ist zu erkennen, dass der gesamte Moorbereich auf FS 1619 bis auf die angrenzenden Weiden überstaut war, auch ein Teich/Weiher ist darauf zu sehen. Er ist nicht im PEP verzeichnet, aber auch auf den Satellitenbildern in Google Maps erkennbar (vgl. Abbildung 10 Kapitel 1.3.11). Der Wiesengraben tritt großflächig über die Ufer, seine Mündung in den Nebengraben ist anhand des Bewuchses aber zu erkennen. Die Moorfläche hat augenscheinlich im südlichen Bereich keinen Abfluss, da die oben besprochenen Grabenstrukturen bei diesem Wasserstands wirkungslos bleiben. Die Wiesen auf FS 1618 und 1619 waren nahe dem Moorbereich im Beobachtungszeitraum nass, teilweise überstaut und somit schwer nutzbar.

Fläche 5

Das FS 3172 war zu Beginn des Beobachtungszeitraums weitestgehend nicht begehbar, später war das Wasser ausreichend zurückgegangen. Der Boden ist hier stark höhenversetzt, flache Senken werden durch leichte Anhebungen voneinander getrennt. Dadurch wurde sichtbar, mit welchem Graben die jeweilige Fläche in Verbindung steht, wie in Abbildung 22 angedeutet. Die Fläche mit der Ziffer 5 liegt im Bereich der Wiesengraben-Mündung auf gleicher Höhe mit dem Nebengraben, wodurch die Fläche hier weiträumig überstaut war, wie in Abbildung 26 zu sehen. Weiter südlich liegt das Gelände höher als der Nebengraben und ist durch eine Verwallung von ihm getrennt. Der in Abbildung 26 sichtbare Anstau vor der Verwallung lässt darauf schließen, dass diese das Wasser in der Fläche hält.

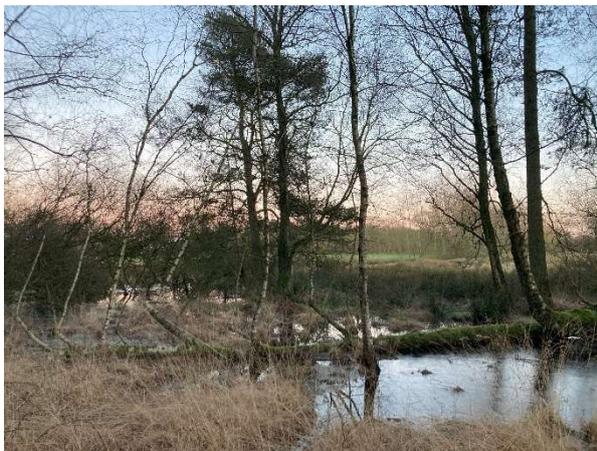


Abbildung 26: Überstaute Flächen auf FS 3172 auf Höhe der Wiesengraben-Mündung (links) und südlich davon (rechts) (eigene Aufnahmen)

Fläche 6



In diesem Bereich auf FS 3172 liegt augenscheinlich eine Senke, in der sich Wasser sammelt. Sie ist durch eine Rinne mit dem Bereich der Ziffer 5 und damit dem Nebengraben verbunden, ob diese Verbindung einen Zu- oder Abfluss darstellt, konnte nicht beobachtet werden. Die Senke ist in Abbildung 27 gezeigt.

Abbildung 27: Blick auf Nebengraben mit Verwallung (links) und Blick aus FS 2233 auf die Wasserlache mit Ziffer 2 (rechts) beides auf FS 3172 (eigene Aufnahmen)

Fläche 7

Die Flächen im Bereich 7 werden durch den Straßengraben gespeist, verstärkt durch den vorhandenen Damm. Auf FS 1614 sind Senken vernässt, ein Wall verhindert augenscheinlich das Abfließen in den Graben bei niedrigerem Wasserstand. Der Bereich ist im linken Foto der Abbildung 28 zu sehen. Auch auf FS 3172 waren große Bereiche überstaut, dies ist ebenfalls in Abbildung 28 dargestellt. Nicht unweit davon liegen

auch die beiden in Kapitel 3.1.1 beschriebenen parallelen Gräben, welche bei ausreichend hohem Wasserstand mit dem Straßengraben in Verbindung zu stehen scheinen.



Abbildung 28: Vernässte Senken am Straßengraben auf FS 1614 (links) und FS 3172 (rechts) (eigene Aufnahmen)

3.1.3. Entwicklung der Wasserstände

Bei Begehungen wurden die Wasserstände zumindest an den Probenahmestellen festgehalten, die in Abbildung 14 in Kapitel 3.1.1 beziffert sind. In Tabelle 8 sind die gemessenen Wasserstände je Probenahmestelle gelistet. Sie wurden im 5cm-Intervall festgehalten, da die Unebenheit der Grabensohle eine detailliertere Messung verfälschen würde. Auch wenn der Wasserstand im gesamten Gebiet während des Beobachtungszeitraums sukzessive zurückging und zuletzt die Minimalwerte gemessen wurden, lag er in den Gräben zeitweise höher als zu Beginn der Beobachtung, da es zwischenzeitlich Niederschlag gab. Der im gesamten Gebiet höchste gemessene Wasserstand lag bei etwa 50cm im Nebengraben zwischen den Mündungen des Straßen- und Wiesengrabens und im Wiesengraben selbst. Der Teich wurde nicht vermessen. Die Wasserstände in den Gräben sollen im Vergleich mit der Ausbreitung des Wassers in den Flächen eine Abschätzung geeigneter Stauhöhen ermöglichen, um einen kontrollierten Überstau zu erreichen.

Tabelle 8: Wasserstände der Probenahmestellen im Beobachtungszeitraum (– nicht begehbar)

Wasserstand [cm]	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6
11.01.2025	30	-	30	30	30	30
19.01.2025	30	35	25	30	45	25
25.01.2025	30	30	25	30	40	30
02.02.2025	30	35	25	30	35	25
09.02.2025	30	25	30	30	30	25
15.02.2025	30	20	10	25	25	20
20.02.2025	20	20	5	25	20	20
05.03.2025	30	10	0	25	30	25

Zu beachten sei hier, dass die Proben an den Stellen 3 und 5 in einem Abschnitt von mehreren Metern Länge entnommen wurden, da aufgrund unebener Grabensohle und schwindenden Wasserständen nicht immer dieselbe Stelle gewählt werden konnte. Dies ist ein Grund für das große Intervall an Stelle 5. Der Abschnitt des Nebengrabens unterhalb der Stelle 4 fiel im Beobachtungszeitraum trocken. Der Wasserstand

im Wiesengraben ging sukzessive zurück in Richtung des moorigen Bereichs, der des Sumpfggrabens in Richtung Sumpf.

Die Wasserstände der gefluteten Flächen wurden aufgrund mangelnder Begehrbarkeit nicht flächig ermittelt, betrug an den Randflächen aber nur wenige Zentimeter und dürften selten über 10cm liegen, da der Boden weithin deutlich sichtbar war.

3.1.4. Zustand der umgebenden Straßen und Wege

Die das Gebiet umgebenden Straßen Segeberger Chaussee, Puckaffer Weg und



Abbildung 29: Brunsteenredder (eigene Aufnahme)

Brunsteenweg sind asphaltiert, der Brunsteenredder ist unbefestigt. Die Segeberger Chaussee liegt fast durchgehend höher als das NSG, nur an der Kreuzung Puckaffer Weg steigt das NSG auf Straßenniveau an. Der Puckaffer Weg befindet sich auf Höhe des FS 2233 auf Geländehöhe, das FS 1618 liegt leicht unterhalb des Puckaffer Wegs und stellenweise auch des Brunsteenwegs. Der Brunsteenredder liegt größtenteils auf Geländehöhe und war während des Beobachtungszeitraums überwiegend nass und matschig, die sichtbaren Furchen in Abbildung 29 zeugen davon.

3.2. Experimentelle Ermittlung der Wasserqualität

Zu Beginn werden kurz die Probenahmestellen besprochen, welche anhand der Nummerierung in Abbildung 14 im Kapitel 3.1.1 einzusehen sind. Diese sind repräsentativ für einen Abschnitt oder ein Ereignis, wie im Folgenden erläutert wird. Anschließend werden die Ergebnisse der Wasseranalysen vorgestellt.

Die Stellen 1, 3 und 5 bilden die Zuflüsse ins Gebiet und sind daher von großer Wichtigkeit. Stelle 6 ist der Abfluss des Gebiets. Durch Vergleich der Zu- und Abfluss-Werte können Rückschlüsse auf die Veränderung der Parameter gezogen werden und somit z.B. auf den Verbleib von Nährstoffen im Gebiet. Der Straßenabfluss wird vor allem durch Stelle 1 und diffus durch Stelle 2 erfasst, der Weideeinfluss durch die Stellen 2, 3 und 5. Landwirtschaftliche Einflüsse von Äckern und Feldern waren vor allem an den Stellen 1 und 5 zu erwarten, da Stelle 5 am nächsten an den benachbarten Landwirtschaftsflächen liegt und der Einfluss aus Stelle 1 unbekannt war. Nährstoffe aus der Luft (z.B. Staub) gelangen außerdem durch unmittelbare Niederschläge ins Gewässer, dies kann sich in allen Gräben niederschlagen (AN 2017).

Die Stelle 4 bildet den Zufluss in den moorigen Bereich und kann im Vergleich mit den Ergebnissen der Zuflüsse eine Zwischenbilanz über den Verlauf der Parameter ergeben. Es sei auch zu erwähnen, dass die Probenahme nur an Stelle 1 und 4 immer an exakt derselben Stelle erfolgen konnte, da hier die mindestens nötige Wassertiefe von 20 cm dauerhaft gegeben war. An den anderen Gräben fand die Probenahme in

einem Abschnitt von mehreren Metern statt, je nach Wasserstand. An Stelle 3 konnten nur in der ersten Hälfte des Beobachtungszeitraums Proben entnommen werden, da nur dann die nötige Mindestdiefe von 20cm gegeben war. An Stelle 2 war aus diesem Grund die letzte Probenahme nicht möglich. Es sind demnach weniger Messwerte für diese Grabenabschnitte verfügbar. In Abbildung 30 sind die Probenahmestellen der Vergleichsmessungen im NSG Wittmoor zu sehen.



Abbildung 30: Markierte Probenahmestellen (v.l.n.r) der Twelenbek, des Moorgrabens und der Mellingbek im NSG Wittmoor (Google 2025)

Aufgrund mangelnder Datenlage zu den qualitativen Anforderungen an Moorgewässer wurden im Verlauf des Beobachtungszeitraums Vergleichsproben aus der Mellingbek entnommen, ein weiter südlich im NSG befindliches Gewässer, das bereits gestaut wurde. So konnten einige Parameter zumindest qualitativ eingeordnet werden. Aus logistischen und zeitlichen Gründen konnte dies nur zweimal erfolgen. Aufgrund der starken Braunfärbung des Wassers, verursacht durch Huminstoffe, war die kolorimetrische Analyse zudem erschwert, die Werte sind deshalb mit einer höheren Unsicherheit behaftet. Zusätzlich wurden jeweils einmal die Gräben Twelenbek und der Moorgraben mithilfe der Sonden untersucht, diese Gräben unterliegen aufgrund ihrer Lage einem stärkeren landwirtschaftlichen Einfluss als die Mellingbek. Die Ergebnisse sind im Folgenden mit aufgeführt.

In den Tabellen VI.1-VI.3 im Anhang 6 sind die gemessenen und analysierten Werte der einzelnen Stellen gelistet und mit einem Farbschema entsprechend den bekannten Grenzwerten versehen. Im Folgenden werden sie anhand von Diagrammen besprochen.

Farbe und Geruch

Alle Proben hatten eine mehr oder minder starke, klare Braunfärbung, insbesondere außerhalb des Hauptfließwegs, wo das Wasser eine längere Verweildauer hat. Das erklärt sich durch die Huminstoffe, deren gelöster Anteil mit der Dauer des Wasserkontakts zunimmt. Außerdem wurde oftmals ein gärend- Fauliger Geruch des Wassers wahrgenommen, insbesondere an Stelle 3 war dieser sehr stark, an Stelle 5 phasenweise. An den Stellen 1 und 2 wurde er vereinzelt wahrgenommen und an Stelle 4 und 6 kaum bis gar nicht, hier waren stets Fließbewegungen erkennbar. Stelle 3 ist offenbar stark durch die angrenzenden Weiden beeinflusst, hatte im Beobachtungszeitraum keinen Abfluss und jeweils einen niedrigen Sauerstoffgehalt, all dies fördert Gärprozesse. Auch an Stelle 5 besteht ein Einfluss durch Pferde, insbesondere durch einen Misthaufen, der nahe des Grabens liegt. Die anderen Gewässer im Wittmoor rochen, wenn überhaupt, nur leicht. Außerdem wurden aus der Grabensohle aufsteigende Blasen beobachtet, besonders viele an den Stellen 1 und 5, was auf Emission von Gasen, beispielsweise Methan, hindeuten kann (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Auch in der Mellingbek und Twelenbek stiegen Blasen auf. Fließbewegungen waren an den Stellen 1, 4 und 6 zu sehen, also entlang des Hauptfließwegs, diese haben Einfluss auf Gärprozesse und somit Gerüche und Blasen. An den Stellen 2 und 3 stand das Wasser aufgrund mangelnden Abflusses, Stelle 5 war zumindest durch die großflächige Überschwemmung mit dem Hauptfließweg verbunden und hat darüber einen Abfluss. Die Daten der Lufttemperatur wurden an der Messstation Hamburg-Fuhlsbüttel erhoben, welche ca. 10km vom untersuchten Gebiet entfernt steht, und wurden dem Climate Data Center des Deutschen Wetterdiensts (DWD) entnommen (Google 2025; DWD 2025).

Temperatur

Die Wassertemperatur lag in allen Fällen im Toleranzbereich, an Stelle 1 war sie jeweils am höchsten, den niedrigsten Wert erreichte Stelle 6. Es wird anhand der Graphen sichtbar, dass die Temperatur entlang des Hauptfließwegs abnimmt, wie in Abbildung 31 zu sehen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Graphen des Hauptfließwegs und die der strömungsberuhigten Stellen getrennt aufgeführt.

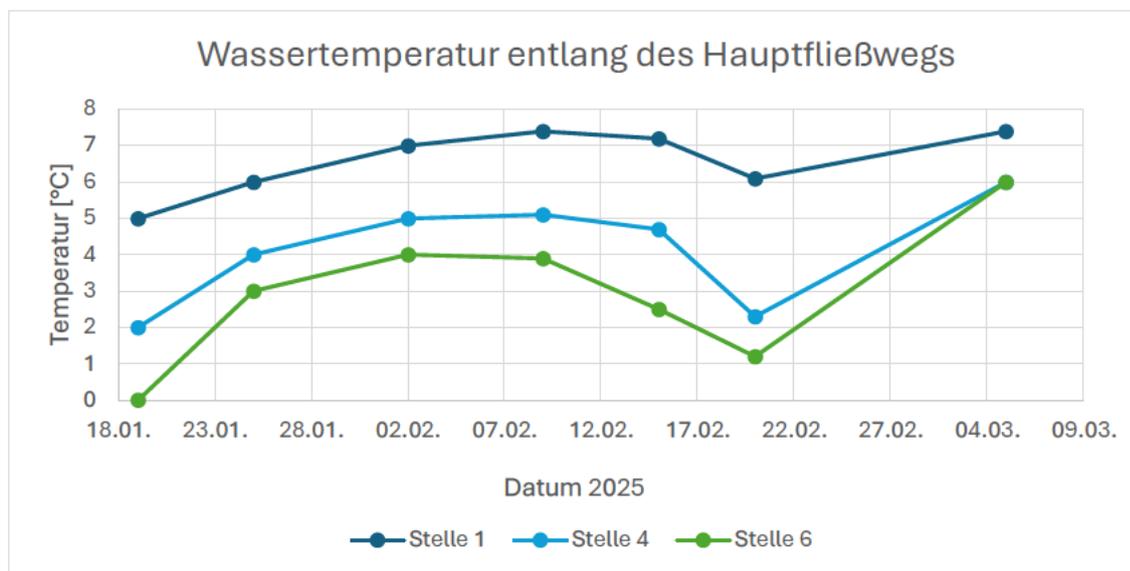


Abbildung 31: Wassertemperatur entlang des Hauptfließwegs im Beobachtungszeitraum

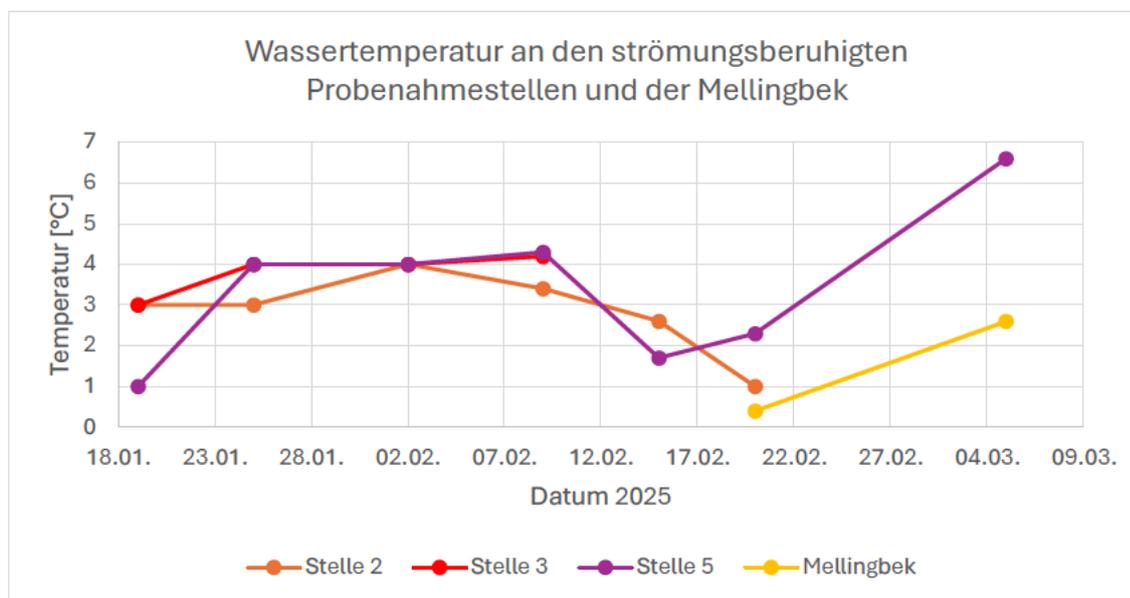


Abbildung 32: Wassertemperatur an den strömungsberuhigten Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Die Temperaturen der strömungsberuhigten Stellen, sichtbar in Abbildung 32, lagen überwiegend niedriger. An diesen Stellen war die Wasseroberfläche zeitweise gefroren.

Sauerstoff

Die Sauerstoffsättigung und -konzentration waren im untersuchten Gebiet insgesamt verhältnismäßig niedrig, wie den Abbildungen 33 und 34 entnommen werden kann. Lediglich an den Stellen 1 und 4 lag sie über 4mg/L bzw. über 30%. Die höchsten Sauerstoffsättigungen im Gebiet wurden an Stelle 1 nachgewiesen und lagen mit über 6 mg/L bei etwa 50%. Einstellige Sättigung konnte mit 0,2-1,29mg/L zeitweise an den Stellen 2, 3 und 5 verzeichnet werden. Die niedrigste Sättigung wurde mit 1,6% in der Mellingbek (0,25 mg/L) und an Stelle 3 (0,20mg/L) gemessen, teilweise unter einer Eisschicht. Die Sättigung in der Mellingbek lag ohne Eisdecke mit 2,99mg/L bei 22%. Die Sättigungen der landwirtschaftlich beeinflussten Gräben Twelenbek (5,36mg/L bzw. 40,6%) und Moorgraben (9,03mg/L bzw. 67%) waren deutlich höher. Auch hier ist der Verlauf des Hauptfließwegs sichtbar, die Werte der entsprechenden Stellen waren durchgehend höher als in den strömungsberuhigten Stellen.

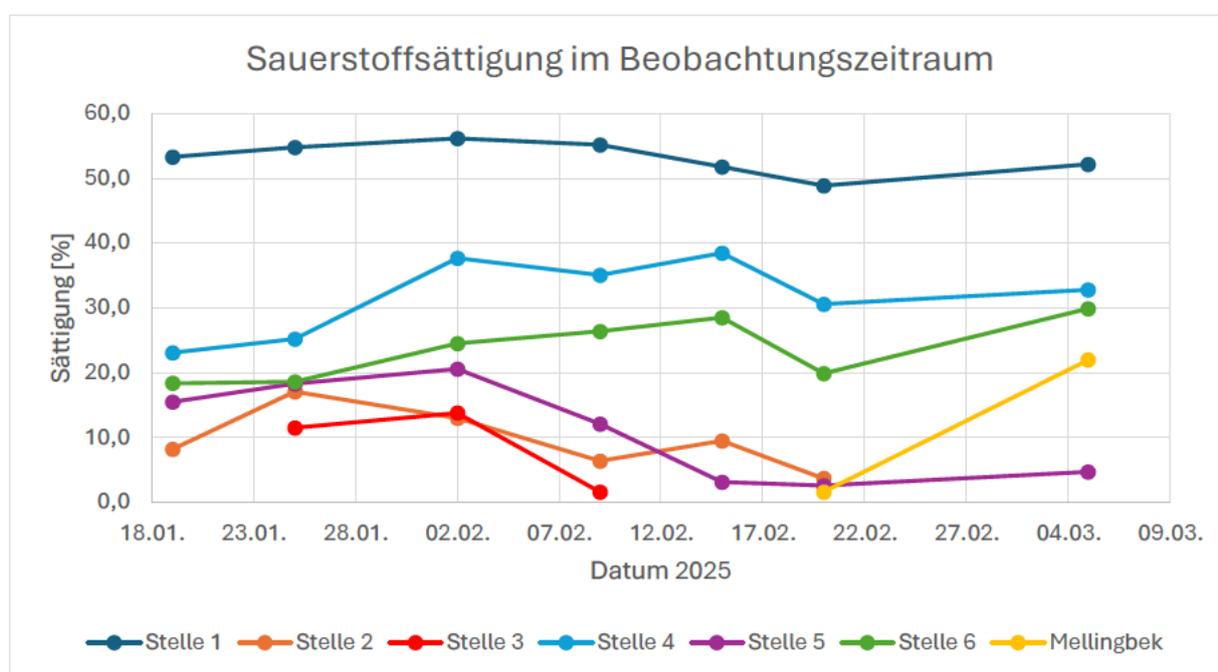


Abbildung 33: Sauerstoffsättigung an den Probenahmestellen und der Mellingbek

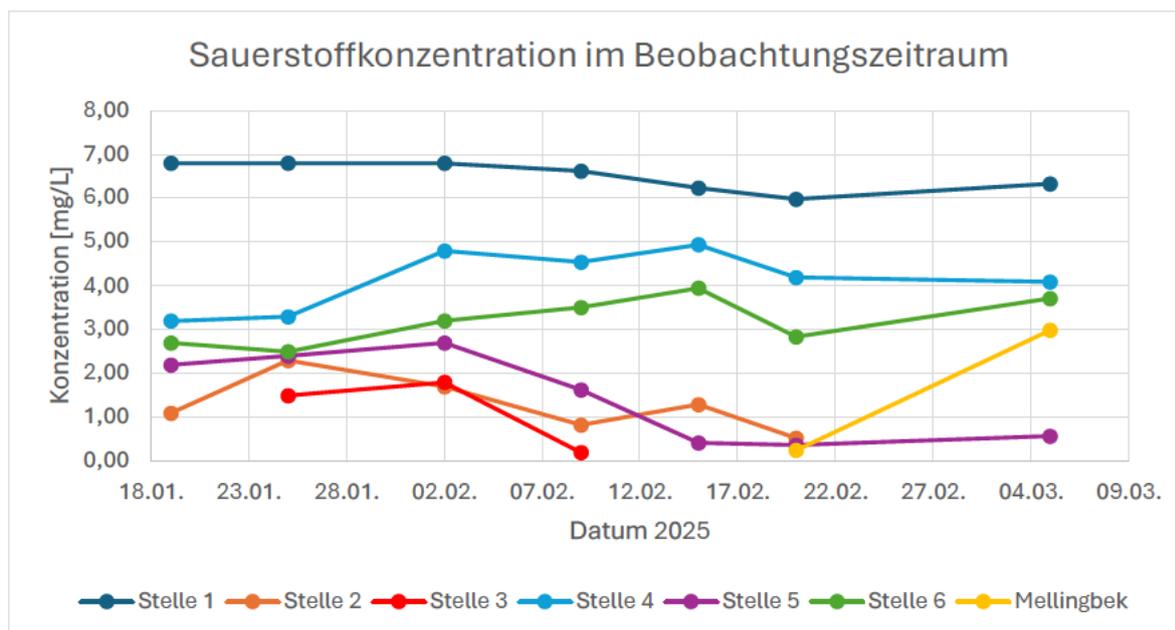


Abbildung 34: Sauerstoffkonzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek

In Abbildung 35 ist der BSB_5 gezeigt. Der BSB_5 lässt Rückschlüsse auf die biologische Aktivität zu, hängt jedoch auch mit dem ursprünglichen Sauerstoffgehalt zusammen. So kann bei wenig Sauerstoffvorkommen auch nur wenig Sauerstoff gezehrt werden. Der BSB_5 liegt an den Probenahmestellen und im Beobachtungszeitraum meist relativ niedrig, zu Beginn des Beobachtungszeitraums waren mit Ausnahme von Stelle 1 die Werte jeweils am höchsten. Der Grenzwert von 4 mg/L aus der OGeV wird nicht annähernd erreicht, allerdings sei hierzu auch zu erwähnen, dass lediglich an den Stellen 1 und 4 eine Ausgangskonzentration von über 4 mg/L O_2 bestand (siehe oben) und damit überhaupt der Grenzwert potenziell erreichbar war. Die höchsten BSB_5 -Werte wurden an den Stellen 2 und 5 gemessen. Ein negativer BSB_5 -Wert ergibt sich aus einer Verfälschung der Messwerte, es werden damit keine sauerstoffproduzierenden Prozesse beobachtet. Zur Messung des Sauerstoffgehalts mussten die Proben in ein anderes Gefäß umgefüllt werden. Es wurde zwar auf turbulenzarmes Eingießen geachtet, dennoch wird bereits dabei Sauerstoff aus der Luft im Wasser gelöst. War die Probe zu Beginn schon sehr sauerstoffarm, kann diese Anreicherung aus der Luft die ursprüngliche Konzentration übersteigen und durch die Subtraktion ergibt sich dann ein Wert unter null. Es ist nur logisch, dass jeder Messwert auf diese Weise verfälscht wurde und demnach jeweils mit einem höheren BSB_5 zu rechnen ist. Ein Überschreiten des Grenzwerts wird dennoch aufgrund der niedrigen Werte als unwahrscheinlich und die biologische Aktivität damit als moderat eingeschätzt.

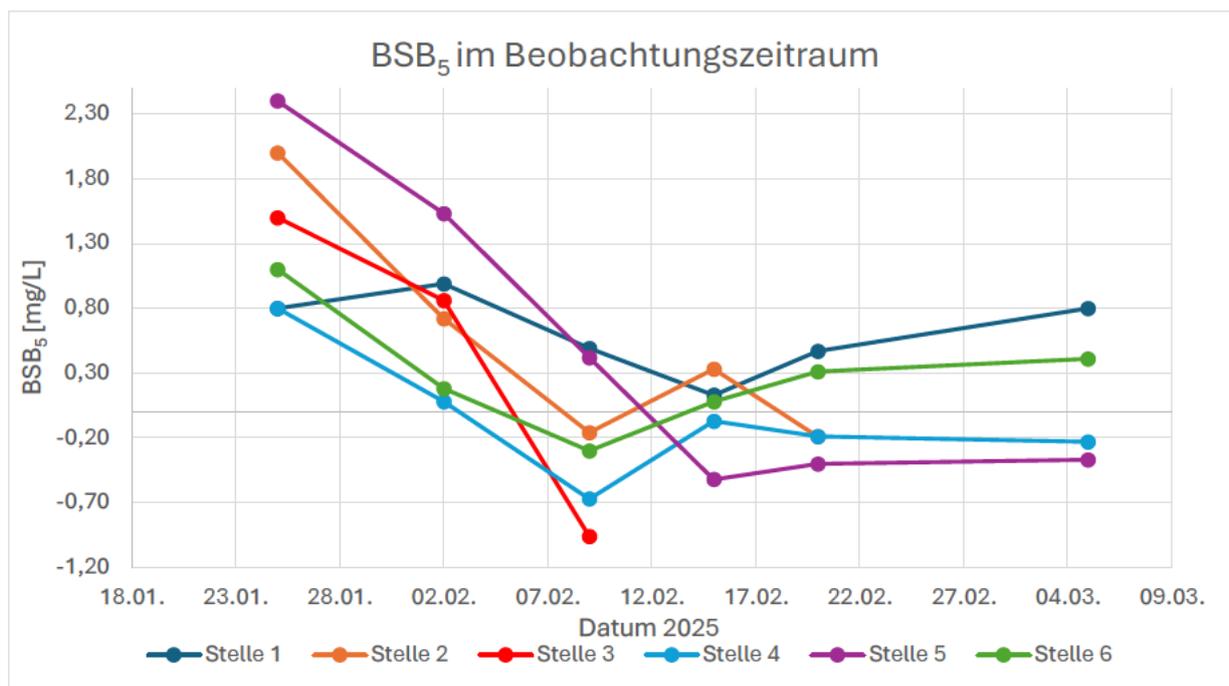


Abbildung 35: BSB₅ an den Probenahmestellen im Beobachtungszeitraum

pH-Wert

Der pH-Wert lag an den Probenahmestellen zwischen 4,9 und 6,5 und damit im (leicht) sauren Bereich, die Ergebnisse sind in Abbildung 36 dargestellt. Die niedermoor-typischen Werte von 5-6 wurden an den Stellen 2 und 3 im gesamten Beobachtungszeitraum eingehalten, an Stelle 5 wurde es einmal überschritten. Stelle 1 lag dauerhaft darüber, Stelle 4 in den meisten Fällen, Stelle 6 zweimal. Die Mellingbek war deutlich saurer, Twelenbek und Moorgraben lagen über 6 (vgl. Abbildung 30). Den hochmoor-typischen pH-Bereich von 3,5-4,5 hält also nur die Mellingbek ein.

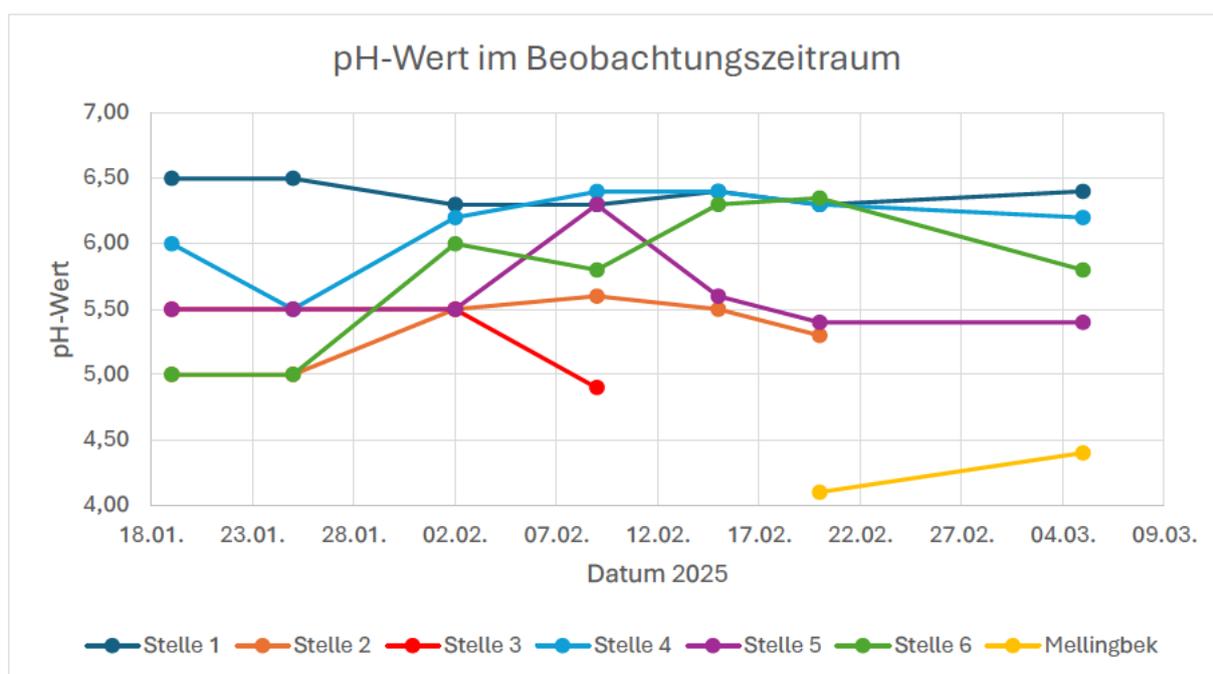


Abbildung 36: pH-Wert an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Leitfähigkeit

Bezüglich der Leitfähigkeit ist wieder der Einfluss des Fremdwassers deutlich sichtbar: die höchsten Werte mit einem Maximum von 623 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erreicht Stelle 1, die Graphen der Stellen 4 und 6 verlaufen sehr ähnlich mit jeweils niedrigeren Werten. Entlang des Hauptfließwegs liegen die Werte beinahe immer über denen der strömungsberuhigten Stellen, wie in Abbildung 37 zu sehen. Den niedrigsten Wert erreichte Stelle 2 mit 86 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die Mellingbek lag unter 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Twelenbek und Moorgraben leicht darüber. Die für Hochmoore empfohlenen 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ wurden an Stelle 2 und in der Mellingbek während des Beobachtungszeitraums eingehalten, Stelle 5 lag nur einmal um 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ darüber. Stelle 3 blieb unter 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Stelle 1 und 4 lagen deutlich über 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Stelle 6 mit 199-351 $\mu\text{S}/\text{cm}$ moderat.

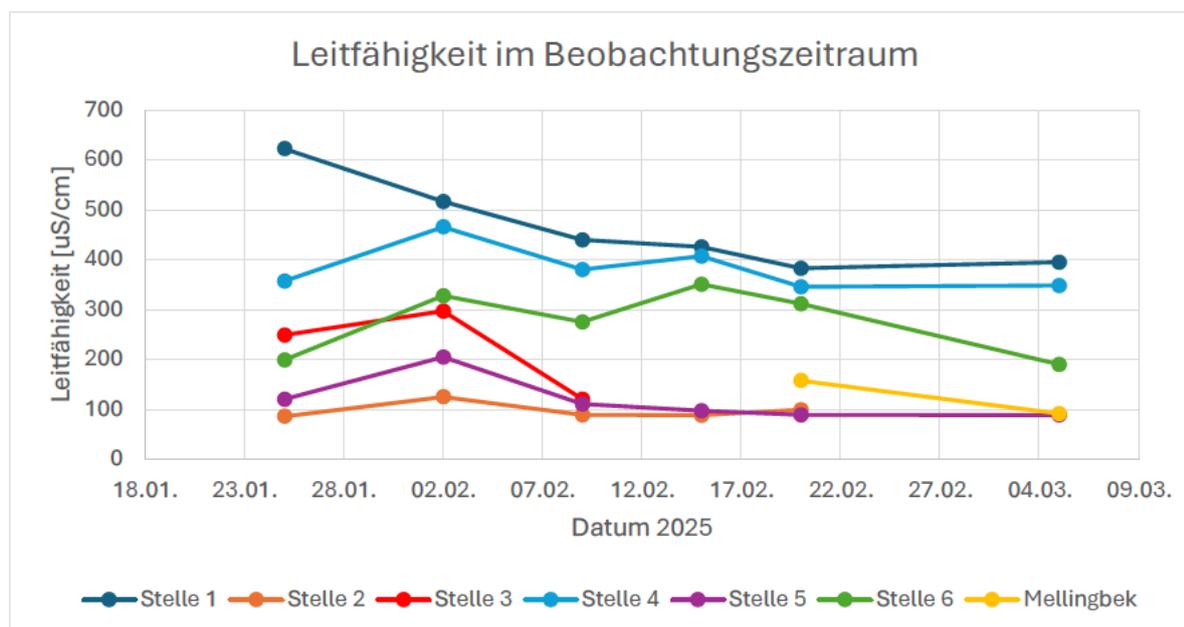


Abbildung 37: Leitfähigkeit an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Ammoniumgehalt

Der Ammoniumgehalt lag im gesamten Beobachtungszeitraum unter 1 mg/L und damit im Toleranzbereich. Die Messwerte sind in Abbildung 38 grafisch dargestellt. Hier ist keine eindeutige Unterscheidung zwischen dem Hauptfließweg und den strömungsberuhigten Stellen möglich, der Maximalwert von 0,47 mg/L wurde an den Stellen 1, 3 und 4 erreicht. Die niedrigsten Werte wurden an Stelle 5 gemessen, auch an Stelle 2 waren die Konzentrationen verhältnismäßig niedrig. Die Mellingbek liegt im Vergleich zu den Probenahmestellen im untersuchten Gebiet im mittleren Bereich.

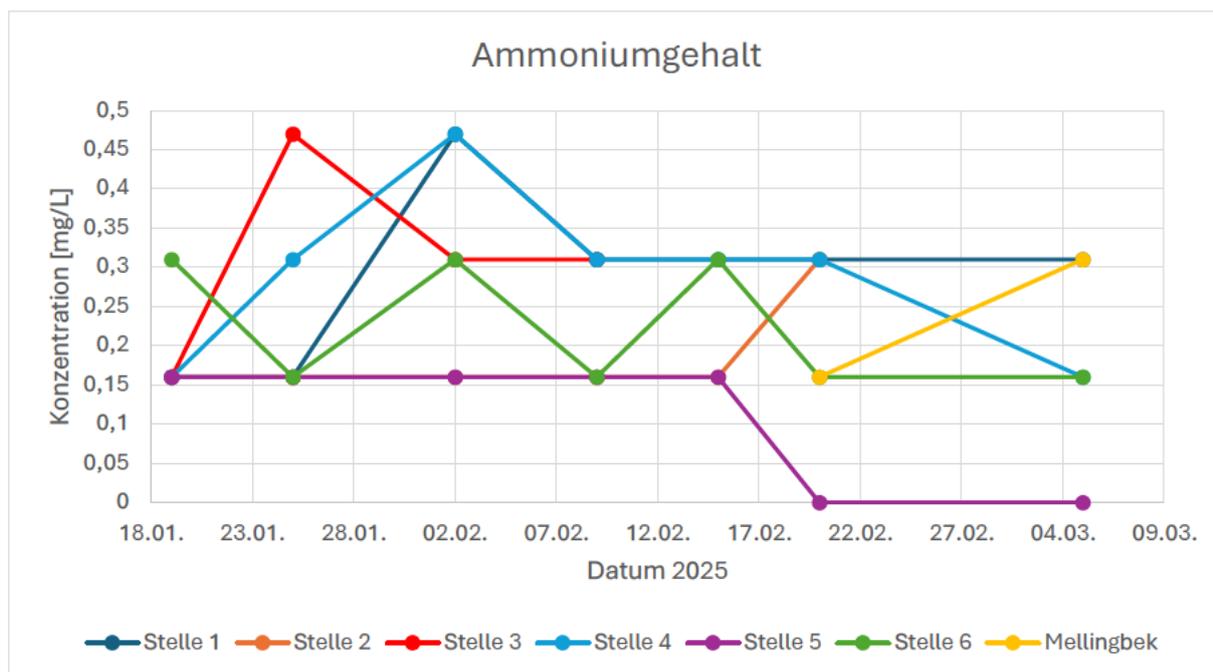


Abbildung 38: Ammoniumgehalt an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Nitrit

Nitrit wurde nur entlang des Hauptfließwegs gemessen, die Konzentrationen sind Abbildung 39 zu entnehmen. Die Konzentrationen variieren mitunter stark, der Grenzwert von 0,03 mg/L wurde an Stelle 4 und 6 jeweils einmal erreicht.

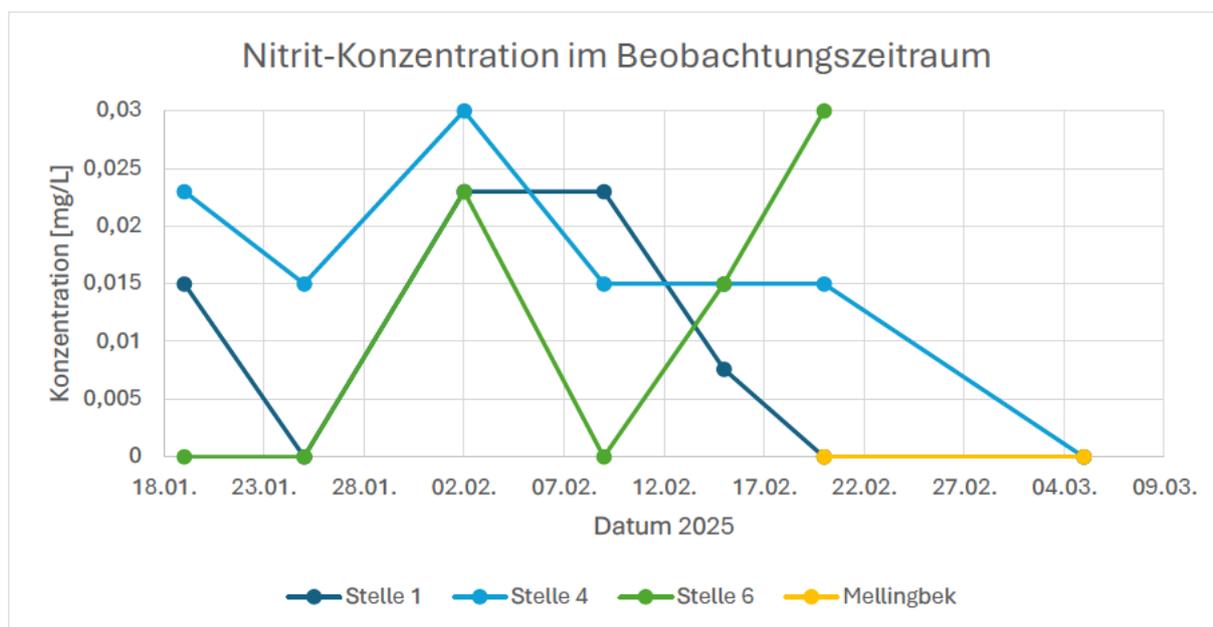


Abbildung 39: Nitrit-Konzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Nitrat

Der Messbereich für Nitrat umfasst 0-34 mg/L (Merck KGaA 2019). Die Skala ist nicht linear, der kleinste Messschritt liegt bei 0-2,3 mg/L (Merck KGaA 2019). Ein eindeutiger Nachweis gelang nur an Stelle 1 und bei den ersten drei Messungen, der Grenzwert wurde hier einmal mit 5,6 mg/L deutlich überschritten. Alle anderen Messungen führten keine Färbung der Probe mit sich, was dem Wert 0 mg/L entspricht. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in diesen Fällen die Konzentration dennoch im Bereich 0-2,3 mg/L liegt und die daher sehr geringe Färbung nicht erkannt wurde. Die in Abbildung 40 gezeigten Graphen könnten also verfälscht sein. Da sie farblich keineswegs dem Feld für 2,3 mg/L zugeordnet werden konnten, ist hier zur Darstellung eine Konzentration von 0 mg/L gewählt.

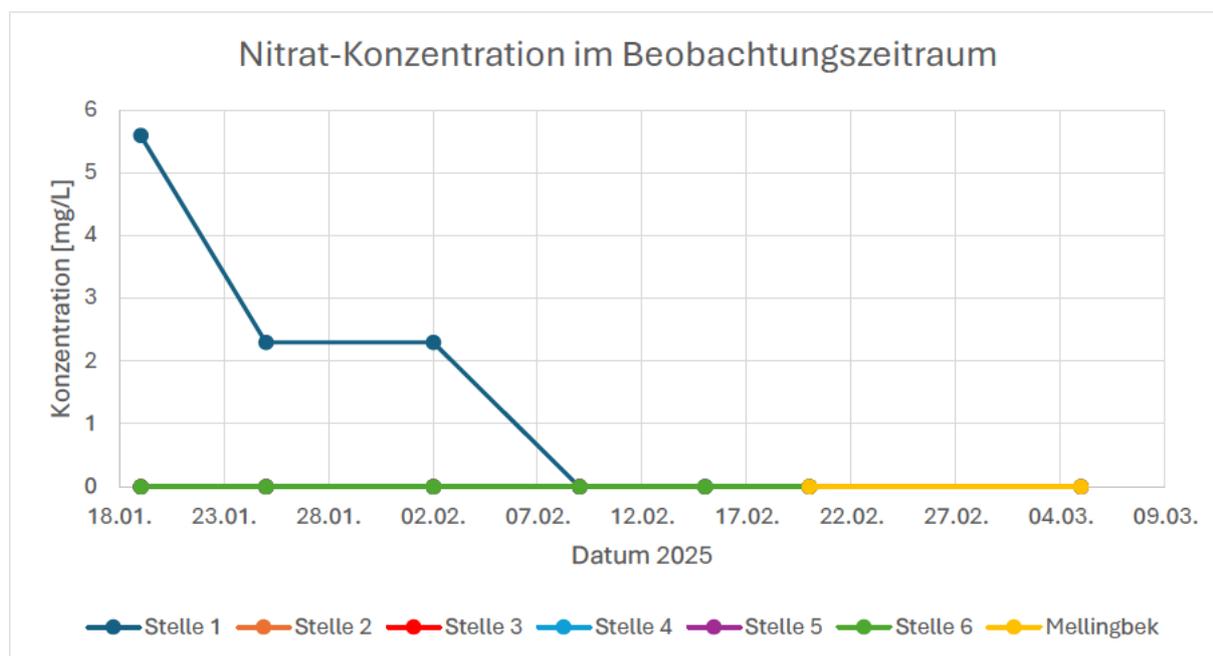


Abbildung 40: Nitrat-Konzentration an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

Phosphat

Phosphat konnte im gesamten Beobachtungszeitraum an allen Stellen und in der Mellingbek nachgewiesen werden. Die Messwerte sind in Abbildung 41 grafisch veranschaulicht. An Stelle 1 war die Konzentration mit 2 mg/L mit Abstand am höchsten, jedoch mit 0,25 mg/L auch am niedrigsten. Stelle 2 und 4 erreichten zwischenzeitlich ebenfalls hohe Werte. Die Mellingbek liegt mit 0,75 mg/L im mittleren Bereich. Es ist dadurch nicht ermittelbar, ob die Phosphatwerte für Moore typisch sind, ein erhöhter Gehalt ist für das Wittmoor jedoch scheinbar nicht unüblich. Zum Vergleich: der Grenzwert für organisch geprägte Bäche liegt bei 0,1 mg/L (vgl. Anlage 7 Kapitel 2 OGeWV).

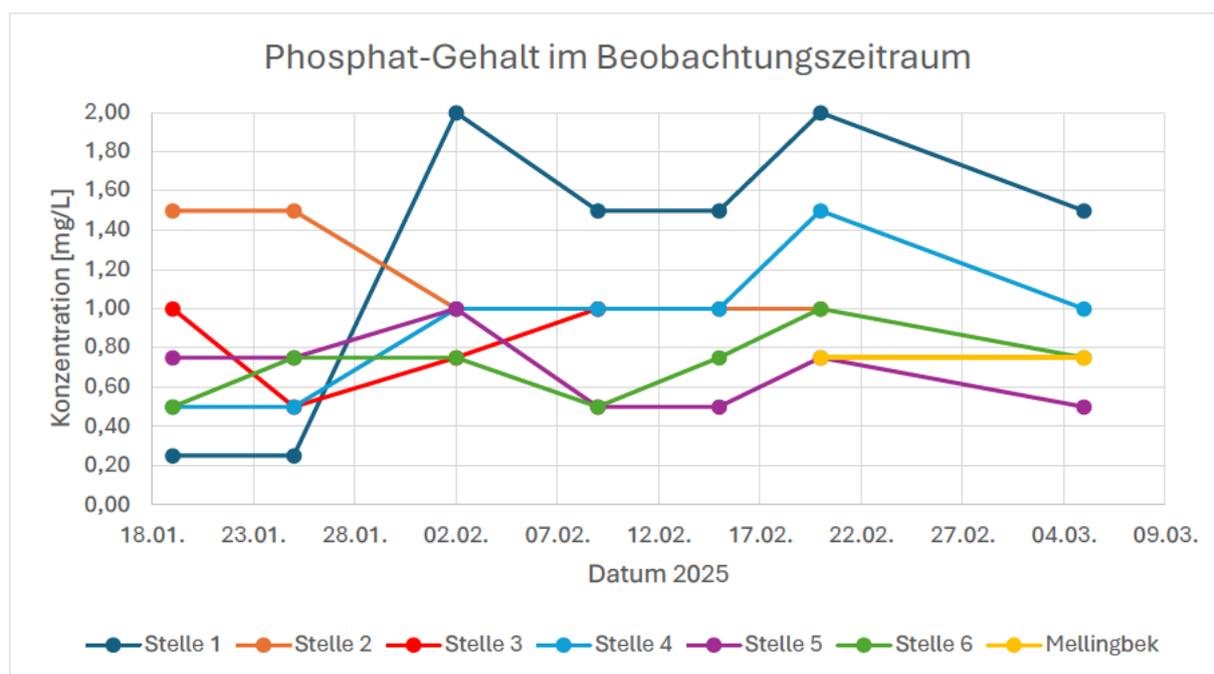


Abbildung 41: Phosphat-Gehalt an den Probenahmestellen und der Mellingbek im Beobachtungszeitraum

3.3. Kommunikation mit Stakeholdern

Es wurden Interviews mit jeweils einem/einer Vertreter*in des Amts für Naturschutz der BUKEA, der Wasserbehörde des Bezirksamts Wandsbek und der Obersten Forstbehörde der BUKEA geführt. Mit den kontaktierten Privateigentümer*innen kam kein Interview zustande. Die geführten Interviews werden im Folgenden auf ihre Kernaussagen reduziert wiedergegeben, die vollständigen Zusammenfassungen befinden sich im Anhang 7. Auch mit allen weiteren kontaktierten Institutionen gelang ein mehr oder weniger ausführlicher Austausch.

Interview Referat Management der Hamburger NSG der BUKEA

Interviewt wurden zwei Personen aus dem Referat der Abteilung Naturschutz der BUKEA. Da während des gesamten Bachelorarbeitszeitraums ein intensiver Austausch bestand, sind im Interview lediglich Ergänzungen erfragt worden. Der Teich/Weiher im moorigen Bereich sei ca. 2010 ausgebaggert worden, genauere Daten seien nicht bekannt. Außerdem sei aufgrund jüngst gewonnener Erkenntnisse zur Verbreitung und Toxizität von Kunststoff-Bestandteilen (z.B. PFAS, Mikroplastik) die Verwendung von Kunststoffen in Staukonstruktionen kritisch zu betrachten, dies sei aber kein Ausschlusskriterium.

Interview Oberste Forstbehörde der BUKEA

Die Oberste Forstbehörde sei genehmigungsrechtlich für alle Waldflächen, aber insbesondere für die beiden Grundstücke im Besitz des Forstamts zuständig. Ob durch die geplante Wasserstandsanhhebung Waldausgleich stattfinden müsse, könne erst ermittelt werden, wenn abschätzbar sei, ob Waldbäume und welcher Anteil der Waldfläche eine Wasserstandsanhhebung längerfristig nicht überstehen würden. Die im PEP

genannte Maßnahme „Rodung“ sei jedoch eine sehr rabiote Lösung und nicht erwünscht, eine sukzessive Umwandlung sei vorzuziehen. Weiteres müsse bei einer Begehung festgestellt werden, wenn ein konkreter Plan vorliege. Auch die Revierförsterei solle dann einbezogen werden.

Interview Wasserbehörde des Bezirksamts Wandsbek

Die Wasserbehörde des Bezirksamtes ist zuständig für das Gebiet, ihr Interesse belaufe sich auf einen guten Zustand der Gewässer und intakte Wasserführung. Sofern also die Gewässergüte nicht beeinträchtigt werde und es keine Beschwerden über bspw. mangelnde Entwässerung von Grundstücken gebe, sei von ihrer Seite alles in Ordnung. Da es sich nur um zeitweise wasserführende Gräben handele, bräuchte es bei einem Anstau von ihnen keine Genehmigung, das sei Sache der angrenzenden Flächeneigentümer*innen. Sollten die Maßnahmen aber Auswirkungen auf den Wittmoorgraben oder den Tangstedter Graben haben, möchten sie planerisch einbezogen werden.

Das eingeleitete Wasser an Stelle 1 stamme vom Hamburger Abschnitt der Segeberger Chaussee und phasenweise von den Wohngrundstücken im Hamburger Abschnitt des Ortes Puckaff (vgl. Bilder in Anhang 7). Es seien also keine landwirtschaftlichen Flächen unmittelbar angeschlossen, wodurch zumindest ein massiver Düngereintrag unwahrscheinlich sei. Der Abfluss erfolge vermutlich in (teilweise verrohrten) Gräben entlang der Segeberger Chaussee gen Norden und münde schließlich in den Tangstedter Graben (vgl. Bilder in Anhang 7).

Das Straßen- und Oberflächenwasser werde zudem vorab durch eine Sedimentationsanlage unterhalb des Fußweges gereinigt, dafür und für den Unterhalt des Straßenabschnitts sei die Autobahnmeisterei Othmarschen zuständig. Diese hätte auch den Bauzaun an Stelle 1 als Absturzsicherung aufgestellt, da der Hang zum Graben hin abgerutscht sei. Für die Absicherung des Hangs wären ebenfalls sie zuständig.

Autobahnmeisterei Othmarschen und Hersteller der Sedimentationsanlage

Durch den Hinweis der Wasserbehörde wurde die Autobahnmeisterei Othmarschen kontaktiert, daraufhin wiederum der Hersteller der Sedimentationsanlage:

Die Sedimentationsanlage bestehe aus einem Schlammfang und einem Leichtflüssigkeitsabscheider, sodass grobe Partikel und austretende Kraft- und Schmierstoffe der Fahrzeuge auf der Segeberger Chaussee vor dem Einleiten ins Wittmoor zurückgehalten würden (schriftliche Mitteilung 18.02.2025). Laut Hersteller der Einbauten werde dies den Einfluss von Reifenabrieb aber nicht nennenswert reduzieren können, da die Dichte der Reifenpartikel ca. $1100 - 1200 \text{ kg/m}^3$ betrüge und es sich damit um Schwebstoffe handele. Die verbauten Anlagen seien auf Sedimentation von Partikeln der Dichte 2650 kg/m^3 ausgelegt. Ein Rückhalt des Reifenabriebs sei damit sehr unwahrscheinlich (schriftliche Mitteilung 18.02.2025).

Referat Agrarflächenmanagement der BUKEA

Das Referat Agrarflächenmanagement der BUKEA bestätigte bestehende Pachtverhältnisse mit der AN (schriftliche Mitteilung 05.02.2025).

Jägermeister*in des Bezirksamts Wandsbek

Bezüglich der Jagdpacht sei laut dem*der Jägermeister*in beim Bezirksamt Wandsbek im Rahmen des Projekts nichts zu berücksichtigen, da im Naturschutzgebiet die Interessen des Naturschutzes Vorrang hätten und die Jagd sich entsprechend anpasse (mündliche Mitteilung 27.01.2025). Lediglich wurde darauf hingewiesen, dass wenn das Gebiet nicht mehr bejagt werden könne, sich dort vermehrt Wild aufhalten werde. Die für das Gebiet zuständigen Jagdpächter*innen sollten vorab informiert werden, wenn ein Hochsitz durch Wiedervernässung nicht mehr erreichbar/nutzbar würde, damit sie ihn umsetzen könnten (mündliche Mitteilung 27.01.2025).

Referat Arten-, Biotopschutz und Eingriffsregelung der BUKEA

Das Referat gehört ebenfalls zur Abteilung Naturschutz und wurde einmal kontaktiert (schriftliche Mitteilung 06.02.2025). Dies würde die Umweltbehörde intern besprechen, jedoch sei keine negative Auswirkung zu befürchten. Da die dort kartierten bedrohten Arten gut schwimmen oder fliegen könnten und im umliegenden Areal genug Lebensraum zur Verfügung stünde, insbesondere im restlichen Wittmoor, sei für die Arten von einer Wasserstandsanhhebung grundsätzlich keine Bedrohung zu erwarten. Dennoch müsse diesbezüglich Rücksprache gehalten und dies ggf. eingehender geprüft werden. Dass ein FFH-Vorprüfung erforderlich wird, sei nicht auszuschließen (schriftliche Mitteilung 06.02.2025).

Naturschutzverbände

Auch die Naturschutzverbände NABU und Loki-Schmidt-Stiftung stellen laut Mail-Verkehr keine Anforderungen, besitzen im Gebiet auch keine Grundstücke (schriftliche Mitteilung 06.02.2025). Da sie alle jeweils personell stark ausgelastet seien, komme auch eine Beteiligung am Projekt nicht in Frage (schriftliche Mitteilung 06.02.2025).

3.4. Recherche zu Moorgewässern, dem Wittmoor und Staukonstruktionen

3.4.1. Anforderungen an die Wasserqualität in Mooren

Um die Wasserqualität moorspezifisch und möglichst eindeutig bewerten zu können, sind weitere Kenntnisse zu den qualitativen Anforderungen an Moorgewässer einzuholen. Die Recherche in Datenbanken und Portalen ergab keine weiteren Hinweise, weshalb Expert*innen per E-Mail kontaktiert wurden. Kontaktiert wurden das Greifswald Moor Centrum, der niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Inhaber der Seite MoorIS) und die Arbeitsgruppe zu Moor-Wiedervernässung der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. All diese Institutionen bestätigten, dass hierzu wenig Kenntnisse vorlägen, das Greifswald Moor Centrum verwies jedoch auf Ingenieurbüros, welche sich auf Umweltplanung, Renaturierung und hydrologische Gutachten spezialisiert haben.

Es wurden acht solcher Büros ausfindig gemacht und kontaktiert, von denen zwei antworteten. Im Austausch mit diesen bestätigte sich, dass allgemein viel Unklarheit dazu herrsche (schriftliche Mitteilung 17.02.2025). Sie stünden selbst immer wieder vor dieser Frage, meist seien aber Genehmigungsverfahren, personelle oder finanzielle Herausforderungen und vor allem die Akzeptanz der Flächeneigentümer*innen gegenüber dem Vorhaben weitaus kritischer und würden bei den Projekten daher im Vordergrund stehen. Es wurde aber bestätigt, dass ein niedriger Sauerstoffgehalt gewünscht sei, um anaerobe Zersetzungsbedingungen zu schaffen. Obendrein werde weniger auf Konzentrationen, sondern mehr auf Frachten, also absolute Mengen je Jahr und Hektar, geachtet. Bei Hochmooren gilt eine kritische Stickstoffbelastung ab einer Fracht von 5 – 10 kg Stickstoff je Jahr und Hektar, wobei sie sich aus Einträgen mittels Wasser und Luft zusammensetzt (Stegink-Hindriks & Graf 2021). Diese ließe sich aus den Konzentrationen ableiten, wäre die Abflussmenge bekannt. Niedermoore würden in der Regel aber mit dem verfügbaren Wasser wiedervernässt, ungeachtet der Nährstoffbelastung. Alle baten um Mitteilung, sollten im Rahmen dieser Bachelorarbeit Grenzwerte ermittelt werden können (schriftliche Mitteilung 17.02.2025).

3.4.2. Positionierung der Staumaßnahmen

Das Geoportal und das daran angeschlossene Bohrdatenportal des Landesbetriebs für Geoinformation und Vermessung (LGV) der Stadt Hamburg ist ein öffentliches Online-Geoinformationssystem für das Hamburger Gebiet (LGV Hamburg 2025). Es enthält Informationen zu Geografie, Verwaltung, Bevölkerung, Umwelt, Verkehr, usw. in Form von Karten oder Markierungen (LGV Hamburg 2025). Die für diese Arbeit verwendeten Karten bzw. Ausschnitte dieser Karten des untersuchten Gebiets sind aus Gründen der Übersichtlichkeit im Anhang 8 zu finden und werden im Folgenden besprochen.

Die historischen Karten können Hinweise auf die Entwicklung des Gebiets über die Zeit geben. Auf der Karte „Jahrgang 1940-1950“ ist erstmalig Vegetation eingezeichnet. Auffällig ist, dass der Wald in FS 2233 (oben links) zu Beginn als Mischwald und schon in der Karte „Jahrgang 1950-1960“ als reiner Nadelwald verzeichnet ist. Wann eine sukzessive Rückwandlung stattfand, ist in den Karten nicht aufgeführt. Die Teiche/Weiher

im moorigen Gebiet auf FS 1619 und jener südlich des Brunsteenredders sind bereits auf der Karte „Jahrgang 1990-2000“ zu sehen.

Die Karte „Versickerungspotenzial“ gibt Hinweise auf das Rückhaltevermögen des Bodens in der Fläche. Beinahe im gesamten Gebiet ist eine Versickerung eingeschränkt möglich oder sogar unwahrscheinlich, insbesondere in den moorigen und Waldflächen. Das angestaute Wasser wird demnach im Gebiet verbleiben - eine Anstauung ist in dieser Hinsicht also umsetzbar.

Die Karten zu den Grundwasserflurabständen zeigen, wie groß der Abstand vom Grundwasserspiegel zur Geländeoberfläche ist. Das Grundwasser im Waldbereich liegt auch bei niedrigem Wasserstand maximal 4m unter Flur und im moorigen Bereich sogar nur bis zu 3m. Steht das Grundwasser hoch, liegen moorige und beinahe alle Waldflächen nur 2m oder weniger über dem Grundwasserspiegel.

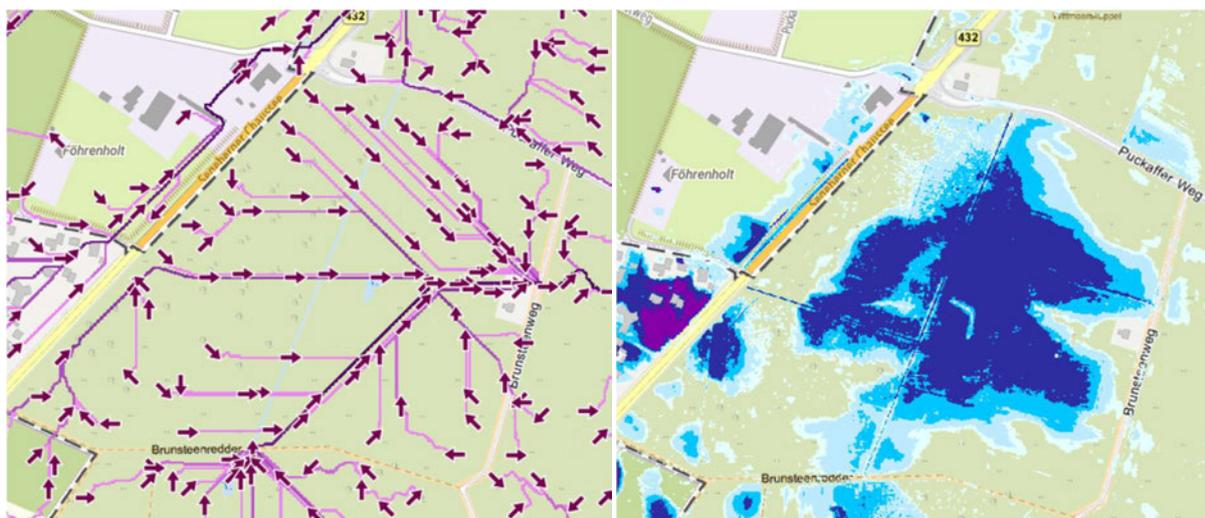


Abbildung 42: Starkregenhinweiskarte „Fließwege & Fließpfeile“ (links) und „Senkentiefen“ (rechts) (LGV Hamburg 2025)

Die Starkregenhinweiskarten, zu sehen in Abbildung 42 und detaillierter in Anhang 8, wurde auf Grundlage der Höhendaten erstellt, ihr liegen keine Regendaten zugrunde. Die Karte „Fließwege & Fließpfeile“ kann daher bezüglich tatsächlicher Fließwege nur beschränkt genutzt werden, z.B. werden die Grabenverläufe offensichtlich nicht berücksichtigt. Sie bietet aber Hinweise auf den Höhenverlauf und damit die topografischen Einflüsse, und die Karte „Senkentiefen“ zeigt, wo sich gemäß dem Gefälle anfallendes Wasser sammeln wird. Dies wird da relevant, wo geschlossene Gräben nicht mehr die Fließrichtung vorgeben. Die Fließpfeile verlaufen im nördlichen Bereich des untersuchten Gebiets von der Segeberger Chaussee in Richtung des Brunsteenwegs. Im südlichen Bereich sammeln sie sich zu zentralen Fließpfaden, welche wiederum in den nördlichen Bereich und zum Brunsteenweg verlaufen. Auffällig ist der am Brunsteenredder liegende Sammelpunkt aus dem südlichen Gebiet, der das anfallende Wasser über den Brunsteenredder in den Nebengraben führt. Die tiefsten Senken im Gebiet liegen auf FS 3172, im moorigen Bereich und auf den Wiesen der FS 1618 und 1619.

3.4.3. Staumaßnahmen und -konstruktionen

Hilfreiche Ergebnisse ergab die Recherche im Bereich Moor-Renaturierung hingegen weniger im Bereich Wasserbau. Letzterer ist meist auf weit größere Dimensionen ausgerichtet und hat einen anderen Fokus, als es in Mooren zielführend wäre. Dagegen sind Handlungsleitfäden zur Moor-Restaurierung mitunter sehr konkret in den Empfehlungen zur Stauung, abhängig von den herrschenden Bedingungen. Wiedervernäsung umfasst neben dem Rückbau oder Anstau vorhandener Entwässerungssysteme auch Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserrückhalts in der Fläche oder zur aktiven Verwässerung (LfU 2010). Letztere wird in dieser Arbeit nicht behandelt, da im untersuchten Gebiet keine Wasserknappheit herrscht. Bei der Planung der Methoden und Materialien sind immer Standsicherheit, Eignung, Nachhaltigkeit, Verfügbarkeit, Aufwand und Intensität des Eingriffs zum erwarteten Potenzial der Renaturierungsmaßnahme abzuwägen (LfU 2010).

3.4.3.1. Geeignete Baustoffe

Torf eignet sich grundsätzlich ideal als Baustoff zur Moor-Renaturierung, da er moorheimisch ist und demnach keine schädlichen Einflüsse durch ihn zu erwarten sind (LfU 2010). Außerdem kann mit ihm sehr naturnah der Bodenaufbau wiederhergestellt werden. In den meisten Fällen sind jedoch keine ausreichenden Mengen Torf in geeigneter Qualität vor Ort: nur feuchte Torfe mit mittlerem Zersetzungsgrad und ausreichendem Faseranteil können dicht schließende Dämme bilden (LfU 2010; Quinty & Rochefort 2003). Dabei nimmt bei gleichem Zersetzungsgrad die Durchlässigkeit von Torfen aus folgenden Substraten zu: Sphagnum, Braunmoose, Seggen, Schilf (Wagner & Wagner 2005). Torf sollte aber nur dann verwendet werden, wenn die negativen Effekte des Abbaus und Transports des Torfs durch die positiven Effekte der durchgeführten Renaturierungsmaßnahme aufgewogen werden, dies ist selten der Fall (Wagner & Wagner 2005). Alternativ kann auf andere organische und zuletzt metallische oder mineralische Baustoffe zurückgegriffen werden (LfU 2010).

Wo keine ausreichenden Mengen Torf zur Verfügung stehen, bildet Sägemehl zum Verfüllen eine gute organische Alternative, da es nährstoffarm und quellfähig ist (LBEG 2022; Lugon u. a. 2009). Für eine gute Dichtigkeit ist ein relativ feines Mehl zu wählen, das maximal 50% Häcksel von bis zu 2cm Größe enthält. Ob Laub- oder Nadelholz ist frei zu wählen. Hölzer, die als Spundwand oder Platte im Dammbau eingesetzt werden, sollten aus Tanne, Kiefer, Eiche, Lärche, Robinie oder Fichte bestehen (Lugon u. a. 2009; LfU 2010). Die Hölzer sollten in allen Fällen heimisch und unbehandelt sein (Lugon u. a. 2009). Nachteil hölzerner Bauten ist deren Verwitterung, die schneller verläuft als bei anorganischen Baustoffen (LfU 2010).

Mineralische Stoffe kommen insbesondere dann zur Anwendung, wenn aufgrund von Siedlungsnähe o.Ä. eine hohe Sicherheitsanforderung besteht, oder die lang anhaltende Funktion eines Damms nicht anders hergestellt werden kann (LfU 2010). Dabei kann anstehendes Substrat verwendet werden, es ist jedoch auf basenarme Stoffe zu achten (LfU 2010). Diejenigen mineralischen Stoffe, die eine Nährstoffgrundlage für Pflanzen bilden, sollten nur als Dichtkörper eingesetzt und mit Torf umschlossen werden, um ein Auswaschen dieser Nährstoffe zu reduzieren (LfU 2010). Kies ist aufgrund mangelnder Dichtigkeit nicht zu verwenden, zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der

Fläche wird aber das Auslegen von Rinnen mit Sandsäcken empfohlen (LfU 2010; Lunt u. a. 2010). An anderer Stelle kann quellfähiges mineralisches Material zur zusätzlichen Abdichtung von Staukonstruktionen herangezogen werden, beispielsweise Bentonit (Lugon u. a. 2009).

Metalle werden i.d.R. aus Kostengründen nicht verwendet (Lugon u. a. 2009). Kunststoffe sind seit einigen Jahren ebenfalls bewährte Materialien, da sie meist günstiger als Metalle und besonders langlebig sind (LBEG 2022). Da die Verwendung von Kunststoffen im größeren Maße im Wittmoor nicht gewünscht ist (vgl. Interview Abteilung Naturschutz Kapitel 3.3), wird im Weiteren nicht auf mögliche Staukonstruktionen aus Kunststoff eingegangen.

Bei den Materialien wird noch zwischen undurchlässig und halbdurchlässig unterschieden (Lunt u. a. 2010). Undurchlässige Materialien werden für das vollständige Verschießen von Gräben genutzt, um das anfallende Wasser zu stauen. Halbdurchlässige Materialien werden zur Verfüllung von Rinnen genutzt, um den Rückhalt des Wassers in der Fläche zu erhöhen. Dabei kann dasselbe Material in unterschiedlicher Form jeweils die eine oder die andere Aufgabe erfüllen, beispielsweise Torf, abhängig von der Verdichtung, oder Holz in Form einer dichten Platte oder sickerfähigem Mehl (Lunt u. a. 2010).

3.4.3.2. Staumaßnahmen und -konstruktionen

Bei den Staumaßnahmen wird zwischen vollständigem Verfüllen der Gräben, dem Einbau einzelner Dämme und dem Bau von Wällen in der Fläche unterschieden (Lugon u. a. 2009). Letztere werden häufig in ausschließlich durch Regen gespeisten Hochmooren zum Poldern ganzer Flächen oder bei stärkerem Gefälle eingesetzt, sie werden daher hier nicht weiter behandelt (LBEG 2022). Im Folgenden werden für das Wittmoor infrage kommende Staumaßnahmen vorgestellt. Sie sind – sofern nicht anders angegeben – für eine Stauhöhe von maximal 0,5m konzipiert und generell für alle Moortypen geeignet (Lugon u. a. 2009; LfU 2010; LBEG 2022).

Vollständiges Verfüllen der Gräben/Rinnen

Das vollständige Verfüllen bildet den hydrologischen Idealfall ab, da diese Bauweise in der gesamten Fläche zur Anhebung des Wasserspiegels führt, den Bodenaufbau in



Abbildung 43: Mit Torf gefüllter Graben vor dem Abdecken mit Holzplatten-Sperren (Lugon u. a. 2009)

seinen ursprünglichen Zustand zurückversetzt und das Rückhaltevermögen in der Fläche erhöht (LfU 2010; Lugon u. a. 2009). Alternativ zu Torf kann Sägemehl verwendet werden. Bei allen Substraten sollte die Verdichtung durch schwere Maschinen erfolgen, um eine langfristige Dichtheit zu gewährleisten. Zudem sind in von der Geländeneigung abhängigen Abständen Platten einzusetzen, wie in Abbildung 43 gezeigt. Durch Starkregenereignisse kann der Torf andernfalls in großen Mengen abgetragen und weggeschwemmt werden,

es besteht Erdrutschgefahr. Die Platten sind zuerst einzubauen und die entstandenen Kammern anschließend zu verfüllen. Die Methode wird nur in seltenen Fällen umgesetzt, da oft enorme Mengen Substrat benötigt werden (Lugon u. a. 2009; LfU 2010).

Dämme zum Verschließen eines Grabens

Alternativ können einzelne Dämme den Abfluss verhindern, sie erhöhen den Grundwasserspiegel jedoch nur im direkten Umkreis des Damms (LfU 2010; Lugon u. a. 2009). Hier gibt es verschiedene Bauweisen, die sich nach der Dimension des Grabens, der Festigkeit des Untergrunds, dem Geländegefälle und dem Zustand des Torfbodens richten und sich auch in ihrer Komplexität und den Sicherheitsanforderungen unterscheiden (LfU 2010). In der Vergangenheit wurden Dämme oft zu klein dimensioniert, da ihnen keine hydromechanischen Berechnungen zugrunde lagen, welche Wasserdruck und Erosion berücksichtigten. Das führt zu relativ kurzer Funktionsdauer und erhöhtem Pflegeaufwand, der immer mit Verlust der Dichtigkeit und hohen Folgekosten einhergeht (Lugon u. a. 2009; LfU 2010). Zudem sollten Renaturierungsmaßnahmen möglichst pflegearm ausfallen und mindestens über Jahrzehnte wirken, deshalb sind stabilere Staus wünschenswert. Bei Berücksichtigung der erosiven Einflüsse fallen die Dämme z.T. wesentlich größer aus (LfU 2010). In der Praxis hat sich das bewährt, insbesondere breite bzw. tiefe Stauen und solche mit Überlauf sind langlebiger (Quinty & Rochefort 2003). Bei kleinen Gräben – wie es im Wittmoor der Fall ist – kann die Dimensionierung der Erfahrung nach kleiner ausfallen, unterliegt dann aber keiner hydromechanischen Grundlage mehr (LfU 2010).

Torfdämme

Reine Torfdämme werden mittlerweile selten verwendet, da die Dichtigkeit nur unter sehr bestimmten Bedingungen langfristig gegeben ist (Lugon u. a. 2009; Quinty & Rochefort 2003). Es werden aber in der Regel alle Dammkonstruktionen mit Torf umschlossen (LBEG 2022; LfU 2010). Dies erhöht die Dichtigkeit, schützt die Baustoffe stärker vor dem Wasser und verhindert ein Auswaschen von Fremdstoffen aus den eingebauten Materialien. Außerdem kann so eine Barrierewirkung für Klein- und Kriechtiere vermieden werden und die moorfremde Optik wird kaschiert. Viele Konstruktionen können so ihre Funktion bis zu 50 Jahre lang aufrechterhalten, ohne regelmäßige Instandhaltungsmaßnahmen. Wenn ein einfacher Überlauf integriert sein soll, wird die Spundwand nur randlich mit Torf umschlossen (LBEG 2022; LfU 2010).

Torfdamm mit Holz- oder Metallplatte

Eine gängige und verhältnismäßig einfache Bauweise besteht aus einem Torfdamm verstärkt mit einer Holz- oder Metallplatte (LfU 2010; Lugon u. a. 2009). Dabei werden an den Grabenrändern senkrechte Ausbuchtungen ausgehoben, die Platte darin bis unter die Grabensohle geschoben und die Ausbuchtungen sowie die Platte mit Torf fest umschlossen. Dies ist die in Handarbeit ausgeführte Variante, eine hydraulische Ramme treibt die Platte ohne Aushub ins Erdreich. Wahlweise kann die Platte noch mit senkrechten Pfählen verankert werden. Ein verstärkter Torfwall hinter der Platte sorgt für die nötige Stabilität. Abbildung 44 zeigt den Aufbau im Querschnitt und die notwendigen Dimensionen (Lugon u. a. 2009; LfU 2010).

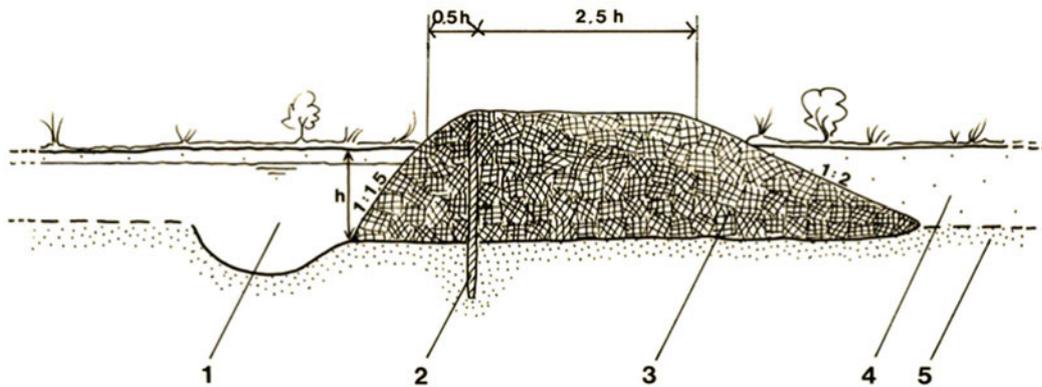


Abbildung 44: Querschnitt eines Torfdamms mit Holzplatte. Wasserseite links. 1: Tümpel; 2: Holzplatte; 3: festgedrückt Torf; 4: Graben; 5: Grabensohle; h: aufzustauende Wasserhöhe (Lugon u. a. 2009)

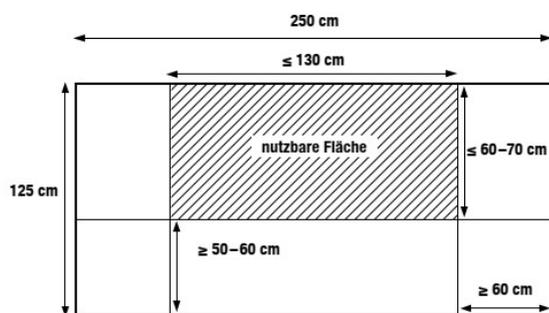


Abbildung 45: Verhältnis der nutzbaren Fläche zur Gesamfläche (Lugon u. a. 2009)

Die „nutzbare Fläche“ beschreibt jene, die nach Einbau in den Graben gemäß dessen Querschnitt offenliegt. In Abbildung 45 sind die Verhältnisse der nutzbaren Fläche zur Gesamfläche einer Platte gezeigt, sie hat die handelsüblichen Maße von ca. 250 x 125 cm. Die weiteren Maßangaben beziehen sich auf maximale und minimale Verhältnisse. Bei der Platte sollte es sich um unbehandeltes, kreuzverleimtes Sperrholz mit 2,5cm Stärke handeln oder um Metall der Stärke 6mm (Lugon u. a. 2009).

Torfdamm mit Spundwand

Eine weitere stabilisierende Methode ist der Einbau einer Spundwand aus Holz oder Metall in den Torfdamm (LBEG 2022; Lugon u. a. 2009). Die Holzspundwand kann wie in Abbildung 46 aus senkrecht eingebauten Holzbohlen bestehen, aber auch aus einzelnen Pfählen mit querliegenden Brettern (LBEG 2022; LfU 2010). Es muss jeweils eine Nut-Feder-Verbindung zwischen den Hölzern bestehen, um die Dichtheit zu erhöhen.

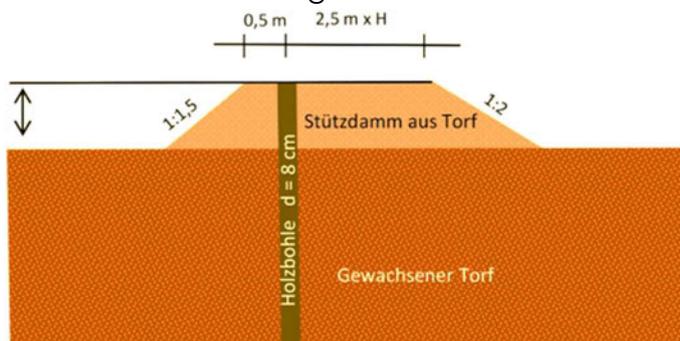


Abbildung 46: Holzspundwand im Querschnitt, zulässige Stauhöhe maximal 1m (LBEG 2022)

Sie kann zudem durch eine Bentonit-Matte geschützt werden. Diese wird wasserseitig eingebaut und erhöht dadurch den Sauerstoffausschluss. Ihr Vorteil sind ein meist kostengünstiger und verhältnismäßig einfacher Einbau sowie natürliche, bestenfalls moorheimische Materialien (LfU 2010).

Metallspundwände sind deutlich stabiler und langlebiger, mit Silikonabdichtung zwischen den Elementen nahezu vollständig dicht (LBEG 2022; LfU 2010). Sie sind jedoch



Abbildung 47: Einbau einer Metallspundwand (LfU 2010)

teurer in der Beschaffung und deutlich aufwändiger im Einbau, da sie mittels einer hydraulischen Ramme durch einen Bagger eingebaut werden müssen, wie in Abbildung 47 zu sehen. Metall korrodiert zwar in Kontakt mit Wasser, jedoch nur im aeroben Bereich. Am stärksten trifft das daher in der Wasserwechselzone zu. Zum Korrosionsverhalten in Mooren gibt es bislang wenig Erfahrungswerte. Die elektrische Leitfähigkeit in Moorgewässern ist i.d.R. verhältnismäßig gering, was den Ionenaustausch und damit die Korrosion verlangsamt (LfU 2010). Hingegen beschleunigt ein niedriger pH-Wert die Korrosion von Metallen (Ende 2013). Die Langlebigkeit metallischer Konstruktionen ist in Mooren daher zweifelhaft.

Überlauf und Regulierbarkeit

Zum sicheren Ableiten überschüssigen Wassers muss ein Überlauf installiert werden, andernfalls ein Bypass-Graben (Lugon u. a. 2009; Quinty & Rochefort 2003). Dies verringert Erosion, schützt vor unkontrollierter Überschwemmung und Dammbbruch. Beim Not-Überlauf wird in die vorhandene Platte/Spundwand eines Damms mittig eine Kerbe geschnitten, diese mit Kanthölzern verstärkt und eine hölzerne Rinne eingesetzt. Sie sollte das Wasser bis knapp oberhalb der Grabensohle führen und möglichst flach enden, um eine Auskolkung hinter dem Damm zu vermeiden. Diese Form ist nicht für regelmäßigen Überlauf geeignet, da das Holz schnell verwittern würde. Eine für dauerhafte Nutzung geeignete, materialschonende Bauweise mit Rohrknief ist nachfolgend beschrieben (Lugon u. a. 2009). Beide Varianten sind in Abbildung 48 zu sehen.

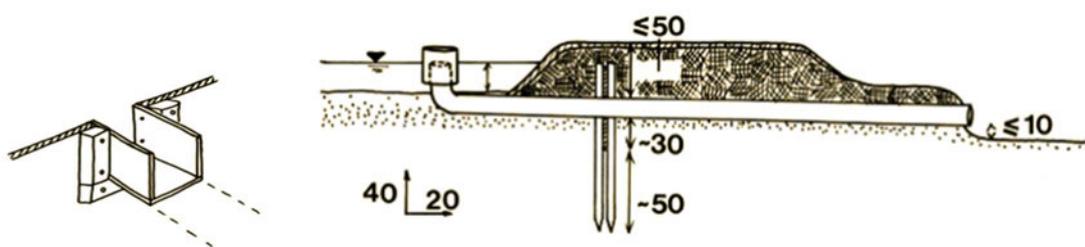


Abbildung 48: Notfall-Überlauf (links) und regulärer Überlauf mit Rohrknief im Querschnitt, Maße in cm (rechts) (Lugon u. a. 2009)

Der Einbau eines Rohrknies als Überlauf hat zu allen überspülten Varianten den Vorteil einer deutlich höheren Funktionsdauer, keiner der sechs bearbeiteten Handlungsleitfäden empfiehlt eine überspülte Konstruktion (Lugon u. a. 2009; Wagner & Wagner 2005; Quinty & Rochefort 2003; LfU 2010; LBEG 2022; Eigner & Schmatzler 1991). Beinahe alle Bauteile können mit Torf umschlossen und daher durch besseren Sauerstoffabschluss konserviert werden (Lugon u. a. 2009). Die stärkste Erosion von Dämmen entsteht durch strömendes Wasser, insbesondere an Torf, wodurch überspülte Dämme verhältnismäßig schnell erodieren und verwittern können. In dieser Konstruktion ist das

nicht gegeben, es ist damit eine deutlich geringere Erosion und Verwitterung der verwendeten Bauteile zu erwarten. In dem gezeigten Fall wird eine Platte mit Pfählen eingesetzt, die Variante funktioniert bei ausreichender Brettstärke jedoch auch ohne die Pfähle. Beim Einbau ist ein Loch in die Platte zu sägen, welches möglichst genau dem Rohrdurchmesser entspricht und damit eine Dichtheit nach Aufquellen des Holzes verspricht. Die Platte ist ohne Rohr an der entsprechenden Stelle einzurammen, jedoch noch nicht in voller Tiefe. Anschließend wird das Rohr eingeschoben und ausgerichtet, dabei ist unbedingt auf eine Neigung zu achten. Die Platte kann nun in ihre endgültige Position verbracht werden, wobei das obere Rohrende hoch genug liegen muss, dass die Aufsätze angebracht und einfach getauscht werden können, und das untere Ende etwa 10cm oberhalb der Grabensohle endet, damit es nicht verstopft. Wie oben bereits genannt, muss auf eine turbulenzarme Abführung des Wasser geachtet werden, da die Gefahr einer Auskolkung und damit auch Destabilisierung des Dammfußes sonst drastisch steigt. Das Rohrknie und das obere senkrechte Stück werden eingebaut und auf gewünschter Höhe abgesägt. Eine Muffe mit etwas größerem Querschnitt wird auf das Rohrende gestülpt und festgeschraubt, um ein Verstopfen durch schwimmendes Material zu verhindern. Das senkrechte Stück unter der Muffe kann also ohne erheblichen Aufwand nachträglich ausgetauscht werden, sodass die Stauhöhe bei Bedarf angepasst werden kann. Das Rohr muss anschließend bis zum Knie von Torf abgedeckt werden, da viele Kunststoffe (bspw. PVC) nicht UV-beständig sind (Lugon u. a. 2009). Als beständiger werden Vollwandwasserrohre aus Polypropylen (PP) empfohlen (LBEG 2022).

Regulierbare Stauhöhen können mithilfe einer Hebelkonstruktion oder einem Einschub realisiert werden, wie in Abbildung 49 beispielhaft dargestellt (LBEG 2022; LfU o. J.). Dabei erlaubt die Hebelkonstruktion eine schrittweise Regulierung, während der Einschub eine rasche Absenkung des Wasserstands bewirkt, wie es beispielsweise zur Mahdpacht erfolgt. Die Bedienung eines solchen Wehrs erfolgt also i.d.R. einmal jährlich oder seltener, was die dafür nötige Anfahrt rechtfertigt. Ein elektronisch steuerbares Wehr wird aus Kostengründen und wegen der Intensität des Eingriffs nur in seltenen Fällen umgesetzt (LBEG 2022).

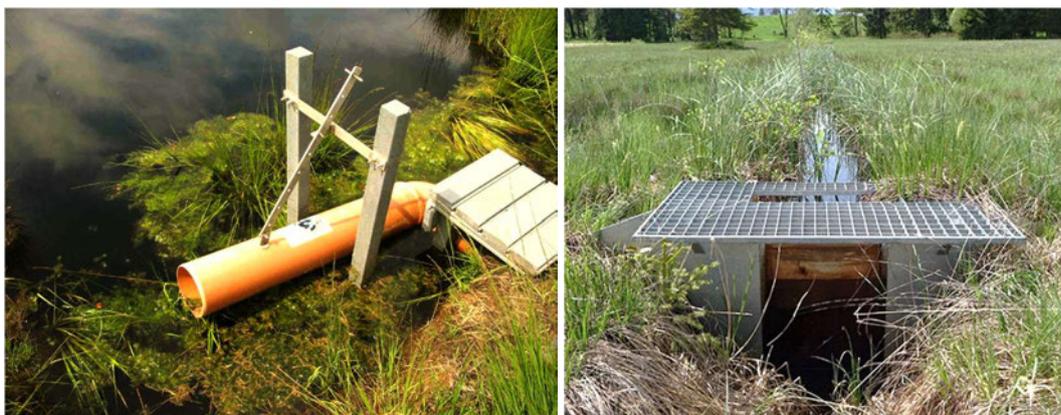


Abbildung 49: Links: Hebelkonstruktion zur schrittweisen Regulierung des Wasserstands (LBEG 2022) Rechts: Staukonstruktion mit Einschub aus Holz zur raschen Senkung des Wasserstands (LfU o. J.)

3.4.3.3. Weitere Kenntnisse zur erfolgreichen Umsetzung von Staumaßnahmen

Dimensionierung der Dämme

Ein vollständiger, undurchlässiger Verschluss muss bis ca. 30cm oberhalb des Geländes reichen und sollte zu jeder Seite etwa 1m über den Grabenrand hinausragen, um ein Umfließen zu verhindern (Quinty & Rochefort 2003). Ein halbdurchlässiger Verschluss darf auch unterhalb der Geländeoberfläche liegen, er soll in erster Linie die Fließgeschwindigkeit verlangsamen (Lunt u. a. 2010).

Immer zu beachten ist der nachträgliche Schwund von Staukonstruktionen durch Versacken oder Torfzehrung, weshalb sie in der Vertikalen mit 0,5-1m zusätzlich geplant werden müssen (LBEG 2022; Wagner & Wagner 2005). Metall und Holz sind zudem in der Wasserwechselzone, wo der Wasserstand Schwankungen unterliegt, besonders verwitterungsfördernden Bedingungen ausgesetzt. Ein gewisser Schwund sollte bereits eingeplant und das Material ggf. verstärkt werden (LBEG 2022).

Einbau der Dämme

Der Einbau der meisten Dämme kann sowohl in Handarbeit als auch maschinell erfolgen (LBEG 2022; Lugon u. a. 2009). Der manuelle Einbau ist bedeutend günstiger, ist jedoch auch zeitaufwändiger bzw. erfordert mehr Personal. Zudem muss für den Einbau einer Platte/Spundwand i.d.R. ein Graben ausgehoben werden, was die Dichtheit drastisch reduziert. Eine hydraulische Ramme, wie in Abbildung 47 zu sehen, treibt die Platte ohne vorherigen Aushub in den Boden. Auch die Verdichtung des Substrats kann von Menschen in keiner Weise so effektiv erfolgen wie durch Maschinen, muss aber nicht zwingend durch Bagger erfolgen. Ein maschineller Einbau sollte vor allem dann gewählt werden, wenn die Größe und Anzahl der Dämme den Aufwand rechtfertigen, wird jedoch in den meisten Leitfäden dringend empfohlen, da die Bauwerke effizienter und langlebiger gegenüber der manuellen Errichtung sind (LfU o. J.; LBEG 2022; Lugon u. a. 2009; Wagner & Wagner 2005).

Im Moor werden einige besondere Anforderungen an Maschinen gestellt, der Torfboden ist weich, druckempfindlich und gibt schnell nach (LBEG 2022). Zudem darf der Torf durch die Last nicht zu sehr verdichtet werden, da dessen hydrologische Verhältnisse sonst gestört sind. Daher werden Kleinbagger von 10-12t empfohlen, es gibt sogar spezielle Moorbagger (LBEG 2022; Lugon u. a. 2009). Die Maschinen müssen unbedingt auf breiten Ketten/Raupen fahren, um einen geringen Bodendruck zu gewährleisten. Zu beachten ist auch, dass der Bodendruck eines Baggers beim Arbeiten deutlich höher ausfallen kann als beim Fahren. Auch eine Motorschubkarre zum einfachen Transport der Materialien wird empfohlen, weiterer Vorteil ist der geringere Bodendruck durch Ketten, die bei einer nicht-motorisierten Schubkarre nicht möglich sind (LfU 2010; LBEG 2022). Zudem benötigen sie einen niedrig liegenden Schwerpunkt, damit sie auf weichem Grund sicher eingesetzt werden können. Weiterhin müssen vorab geeignete Routen zum Einbauort festgelegt werden, die gefahrlos und mit möglichst wenig Verlust an wertvoller Vegetation befahren werden können. Insbesondere auf dicken Torfschichten kann ein Absacken nicht immer verhindert werden und macht sogenannte Bagger-Matratzen erforderlich. Neben Fahrwegen sind ausreichend große

Umschlagplätze in der Planung mit einzubeziehen (LBEG 2022). Die Befahrbarkeit eines Moores ist im August und September am besten, da dann der Grundwasserspiegel am niedrigsten liegt und der Boden möglichst trocken vorliegt (LBEG 2022; Lugon u. a. 2009).

Vorgehen beim Einbau

Vor Einbau der Dämme muss die bestehende Vegetationsdecke an Grabenrand und -sohle vor Einbau der Staumaßnahme abgetragen werden, um optimalen Halt und Dichtheit des Staus zu gewährleisten (Quinty & Rochefort 2003). Diese sogenannte Vegetationssohle wird auf Folie oder Geotextil zwischengelagert und sollte nach Bau des Damms auf die offenen Flächen gelegt werden, um die Bodenabdeckung wieder herzustellen und der Erosion des Damms vorzubeugen (LfU 2010; Lugon u. a. 2009).

Unter Umständen muss zudem vorab getestet werden, ob Holzreste im Torf eine Barriere darstellen (Lugon u. a. 2009). Ist dies der Fall, wird mit einer Kettensäge der Boden geschlitzt, um das Bauteil leichter eintreiben zu können. Außerdem werden einzurammende Holzplatten und -bohlen an der Unterseite durch Gehrung angespitzt. Beim Einbau der Platten/Spundwände ist unbedingt darauf zu achten, sie nicht bis in die versickerungsfähige Schicht zu stoßen und damit die Dichtheit der Grabensohle zu erhalten (LBEG 2022). Sie sollen nach Möglichkeit aber bis in die Sperrschicht reichen, um ein Unterspülen des Damms zu verhindern (Lugon u. a. 2009).

Dimension und Zeitpunkt der Stauung

Wo die Niederschlagsmengen übers Jahr ungleich verteilt sind und der Torf stark degradiert ist, hat sich die Praxis des winterlichen Überstaus bewährt (LBEG 2022; LfU 2010). Dabei werden die Stauungen so dimensioniert, dass im Winter eine Überstauung von bis zu 40cm stattfindet (bspw. Leegmoor in Niedersachsen), um die Fläche bis in den Sommer hinein nass zu halten. Die erforderliche Stauhöhe ist je nach Gegebenheiten verschieden und hängt vom Niederschlag, dem Versickerungsvermögen, aber auch der Verdunstung, dem Klima und insbesondere den negativen Einwirkungen auf das Gebiet selbst ab (LBEG 2022; LfU 2010). Die negativen Auswirkungen eines längerfristigen Überstaus belaufen sich vor allem auf absterbende Pflanzen, doch auch die Erosion, insbesondere von Wellenschlag durch Wind auf offenen Wasserflächen, ist nicht zu unterschätzen und verhindert oftmals eine Wiederansiedelung von Pflanzen und kann Dämme und Wälle in sehr kurzer Zeit destabilisieren (Quinty & Rochefort 2003). Bezüglich der steigenden Methanemissionen durch Überstau sei zu erwähnen, dass hierfür der Wasserstand im Jahresmittel zu betrachten ist und die Methanproduktion im Wesentlichen von der Bodentemperatur gesteuert ist, wodurch sie im Winter und Frühjahr verhältnismäßig gering bleibt (Kalhori u. a. 2024).

4. Diskussion

4.1. Wasserzuflüsse und -qualität

Die Zuflüsse des Gebiets konnten ermittelt und durch die experimentelle Analyse untersucht werden. Der stärkste Einfluss erfolgt durch die Einleitung des Fremdwassers an Stelle 1, das Einzugsgebiet ist jedoch maximal 4 ha groß (Google 2025). Eingeleitet wird der vorgereinigte Oberflächenabfluss der Segeberger Chaussee und der daran angrenzenden Wohngrundstücke des Ortes Puckaff, landwirtschaftlich genutzte Flächen sind nicht angeschlossen (vgl. Interview Wasserbehörde Kapitel 3.3). Ein weiterer Zufluss erfolgt scheinbar an Stelle 3, wo der Abfluss der südlich des Brunsteenredders gelegenen Fläche in den Nebengraben gelangt (Abb. 22 Fläche 2 Kapitel 3.1.2). Diese ist Teil des NSG und augenscheinlich nicht als Weide genutzt, daher sind hier keine schädlichen Einflüsse zu erwarten. Weiterhin wird der anfallende Oberflächenabfluss insbesondere dem Moorbereich (vgl. Abb. 11) zugeführt, wie die in Kapitel 3.4.2 besprochenen Fließwege andeuten.

Bezüglich der Temperatur wurde der Grenzwert von 8°C an allen Stellen eingehalten, auch wenn die Werte an Stelle 1 mit bis zu 7,4°C deutlich über denen der anderen Stellen lagen (Abb. 31 und 32). Vergleicht man die Graphen der Stellen 1, 4 und 6 (Abb. 31), also den Hauptfließweg, nahm die Temperatur sukzessive ab und war an Stelle 6 vergleichbar mit der Temperatur der strömungsberuhigten Stellen 2, 3 und 5. Hier ist also ein Einfluss durch das eingeleitete Fremdwasser erkennbar.

Zum Sauerstoffgehalt sind keine Grenzwerte bekannt, lediglich dass in Mooren ein anaerobes Milieu vorherrscht (Dierßen & Dierßen 2001). Im Abgleich mit der Mellingbek, in der bis zu 22% (2,99 mg/L) gemessen wurden, waren die Werte der Stellen 2, 3, 5 und 6 mit maximal 29,9% (3,71 mg/L) im vergleichbaren Bereich (Abb. 33 und 34). Stelle 4 lag mit bis zu 38,5% (4,94 mg/L) darüber, Stelle 1 mit 48,9 – 56,2% (5,98 – 6,8 mg/L) deutlich höher. Die höchsten Werte wurden an Stelle 1 und mit 67,0% (9,03 mg/L) im Moorgraben gemessen. Auch hier ist erkennbar, dass der Sauerstoffgehalt entlang des Hauptfließwegs abnahm und an Stelle 6 immer noch höher lag als an den strömungsberuhigten Stellen.

Der Grenzwert des BSB₅ von 4 mg/L aus der OGewV (vgl. Kapitel 1.3.5) wurde an allen Stellen und bei allen Messungen eingehalten und damit scheint die Belastung mit leicht abbaubaren organischen Stoffen moderat oder gering zu sein. Zum Großteil lag der BSB₅ im untersuchten Gebiet unter 1 mg/L, insbesondere an den Stellen 1 und 4. Der höchste Wert lag mit 2,4 mg/L an Stelle 5, der niedrigste gemessene Wert über Null bei 0,08 mg/L an den Stellen 4 und 6 (Abb. 35). Eine Belastung mit leicht abbaubaren organischen Stoffen wird also nicht durch das eingeleitete Fremdwasser an Stelle 1 verursacht, vielmehr deuten die höheren Werte der Stellen 5 und 2 zu Beginn des Beobachtungszeitraums auf einen Einfluss durch die angrenzenden Weideflächen (Exkrement) hin.

Der niedermoortypische pH-Wert von 5 – 6 wurde an den strömungsberuhigten Stellen mit einer Ausnahme (Stelle 5 mit 6,3) eingehalten (Abb. 36). Stelle 6 überschritt diesen Grenzwert zweimal mit 6,3 bzw. 6,35. Der pH-Wert an den Stellen 1 und 4 entspricht mit 6 – 6,5 überwiegend nicht den moortypischen Werten, befindet sich aber noch im

leicht sauren Bereich und ist mit der Twelenbek (6,3) und dem Moorgraben (6,4) vergleichbar.

Die Leitfähigkeit ist entlang des Hauptfließwegs mit bis zu 623 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erhöht (Abb. 37), an den strömungsberuhigten Stellen wurden dauerhaft Werte unter 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ gemessen. Der Grenzwert von 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ist hochmoortypisch, in Niedermooren ist ein bedeutend höherer Ionen-Eintrag durch mineralstoffreiches Grund- oder Quellwasser zu erwarten. Durch eine Untersuchung der Leitfähigkeit zu einer anderen Jahreszeit kann geprüft werden, ob die Erhöhung entlang des Hauptfließwegs vorwiegend durch Streusalz kommt und der Einfluss damit zeitlich eingeschränkt ist.

Der Ammoniumgehalt lag im untersuchten Gebiet dauerhaft unter 0,5 mg/L (Abb. 38), der moortypische Grenzwert von 1 mg/L wurde also eingehalten. Nitrit wurden nur entlang des Hauptfließwegs nachgewiesen (Abb. 39), der Grenzwert von 0,03 mg/L wurde an den Stellen 4 und 6 jeweils einmal erreicht. Nitrat wurde lediglich an Stelle 1 gemessen, hier wurde der Grenzwert (2,5 mg/L) einmal mit 5,6 mg/L deutlich überschritten (Abb. 40). Ammonium und Nitrat werden vermutlich von den Flächen emittiert und durch Abbau von Laub im Sediment (Ammonifikation) freigesetzt. Nitrifikation findet statt, solange Sauerstoff vorhanden ist, was insbesondere entlang des Hauptfließwegs der Fall war (Schwoerbel & Brendelberger 2022). Es liegt also eine Ammonium-Belastung vor, der moortypische Grenzwert wurde aber nicht erreicht. Durch weitere Analysen sollte geprüft werden, ob die Grenzwertüberschreitungen bei Nitrit und Nitrat nur punktuell oder häufiger vorkommen.

Auch bezüglich der Phosphatwerte ist schwer einzuordnen, ob sie einem moortypischen Zustand entsprechen. Die höchsten Phosphat-Konzentrationen wurden mit 2 mg/L an Stelle 1 gemessen, ebenso die niedrigsten mit 0,25 mg/L. An den anderen Stellen lagen die Konzentrationen überwiegend zwischen 0,5 mg/L und 1 mg/L. Auch in der Mellingbek wurden mit 0,75 mg/L verhältnismäßig hohe Phosphatwerte gemessen. Zwar gelangt Phosphat auch durch den Abbau von organischem Material wie Blättern (Herbst/Winter) und Exkrementen ins Gewässer, das kann jedoch aufgrund der hohen Konzentration und der örtlichen Verteilung nicht der größte Einfluss sein. Vielmehr ist zu vermuten, dass das Phosphat bedingt durch den niedrigen Sauerstoffgehalt aus dem Sediment mobilisiert wird und aufgrund des hohen Gehalts organischer Materie im Moor in solchen Mengen auftritt (Schwoerbel & Brendelberger 2022).

Die meisten Parameter sind, wie eben aufgeführt, im für Niedermoore typischen oder tolerierbaren Bereich. Dort, wo Grenz- und Orientierungswerte überschritten wurden, geschah dies vereinzelt und im leichten Maße, wodurch die Einflüsse als nicht sehr gravierend eingeschätzt werden. Diese These ist jedoch unbedingt durch Analysen zu anderen Jahreszeiten zu prüfen, insbesondere bezüglich Stickstoff, Phosphat, Sauerstoff und Leitfähigkeit.

4.2. Mögliche Positionierung von Staumaßnahmen

Anhand der Erfassung vor Ort, der Recherche-Ergebnisse und der Gesprächsergebnisse konnten die geforderten Bedingungen und Potenziale der Grundstücke für eine Stauung in Erfahrung gebracht werden. Diese werden im Folgenden diskutiert und mögliche Maßnahmen und deren Positionierung aufgezeigt.

Laut PEP sollen die meisten Grünflächen in nutzungsintegrierter Pflege oder Landwirtschaft verbleiben und nicht vernässt werden, das gilt für FS 1618, 1619, 1614 und 899 (AN 2017). Eine Übersicht der daraus resultierenden, von einer Wasserstandsanhhebung auszuschließenden Flächen kann Abbildung 50 entnommen werden.

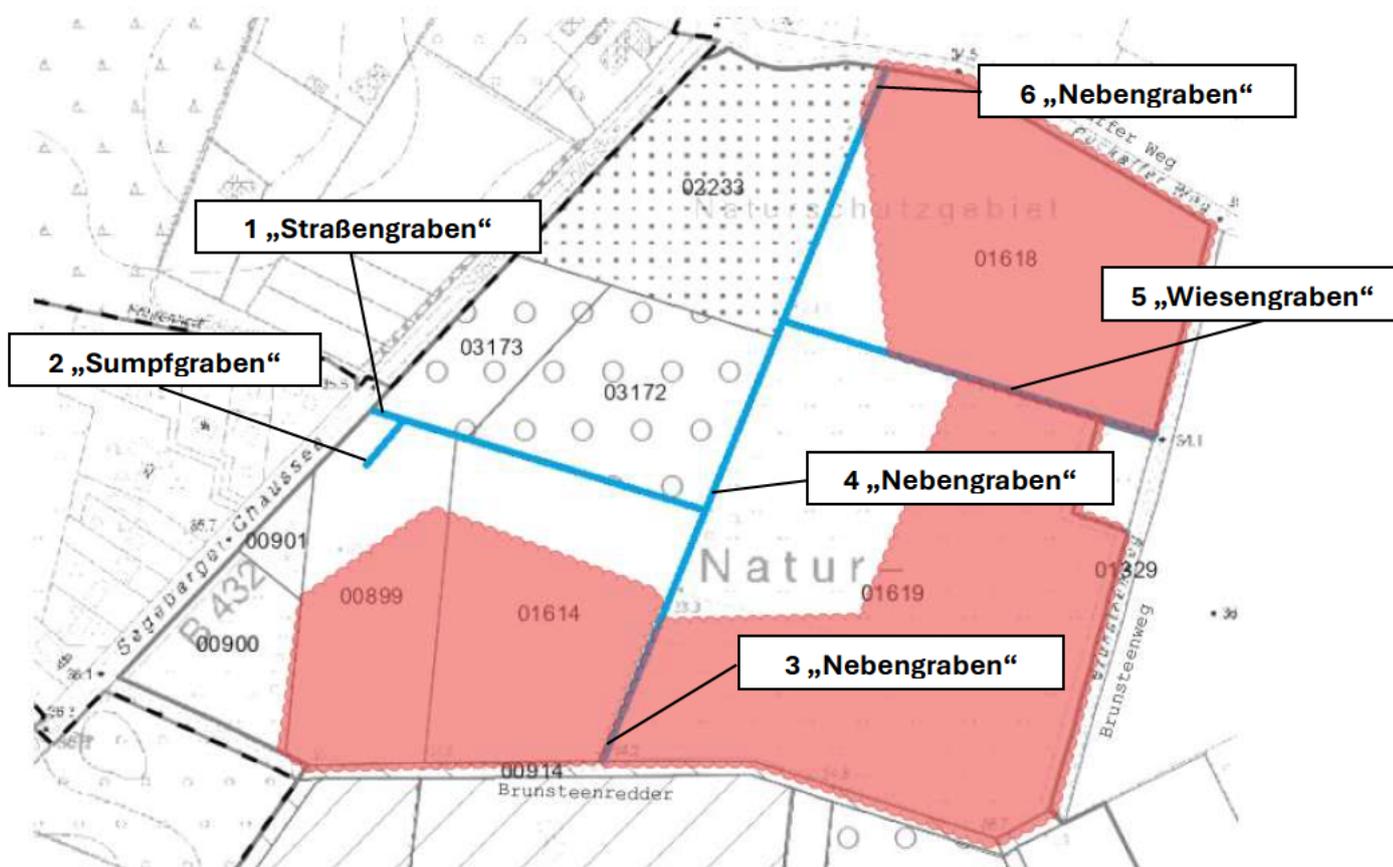


Abbildung 50: Grabenstrukturen (blau) und von einer Stauung ausgeschlossene Flächen (rot) (nicht maßstabsgetreu) (AN 2017, bearbeitet)

Demnach ist der Wiesengraben von einer Stauung ausgeschlossen, da mit Rückstau auf die angrenzenden Flächen zu rechnen ist. Auch der südliche Abschnitt des Nebengrabens (zwischen Stellen 3 und 4) und der nördliche Abschnitt, welcher an die Wiese auf FS 1618 grenzt, dürfen demzufolge nicht gestaut werden.

Oberste Priorität hat zudem die Sicherung der umgebenden Straßen sowie deren Entwässerung. Wie in Abbildung 50 zu sehen, wird der Brunsteenweg von einer Stauung nicht betroffen sein, da die angrenzenden Flächen nicht vernässt werden und damit ausreichend Distanz gehalten wird. FS 2233 steigt zur Kreuzung und dem Puckaffer Weg hin an, wodurch der Niederschlag oberflächlich ins NSG abgeleitet wird. Somit wird auch der Puckaffer Weg von einer Wasserstandsanhhebung nicht betroffen sein, ebenso die Segeberger Chaussee, die unterhalb der Kreuzung durchgehend höher

liegt als das NSG. Der Brunsteenredder liegt überwiegend an nicht zu vernässenden Wiesen (Abb. 50). Die von der GÖP südlich des Weges gewünschte Stauung zielt auf einen erhöhten Wasserrückhalt in der Fläche und damit einer Verbesserung der aktuellen Situation des Brunsteenredders ab, der im gesamten Beobachtungszeitraum feucht und matschig war (vgl. Fläche 2 in Kapitel 3.1.2 und Kapitel 3.1.4). FS 900 liegt niedriger als die angrenzenden Straßen und es gibt hier keine Grabenstrukturen - es kann also nichts vernässt werden. Der hier anfallende Niederschlag wird aufgrund der Topografie dem Sumpfgaben zugeführt, wie die Fließwege aus dem Geoportal andeuten (Abb. 42 und VIII.7 Anhang 8). Bislang fand dadurch kein nennenswerter Rückstau auf FS 900 statt, auch nicht durch die Stauung im Sumpfgaben. Somit ist auch der Brunsteenredder von einer möglichen Wasserstandsanhhebung nicht betroffen bzw. kann von der Stauung südlich des Weges sogar profitieren. Die Entwässerung der Straßen ist also in jedem Falle gesichert.

In Abbildung 51 sind Vorschläge für mögliche Staupositionen einzusehen, die im Folgenden erläutert werden.

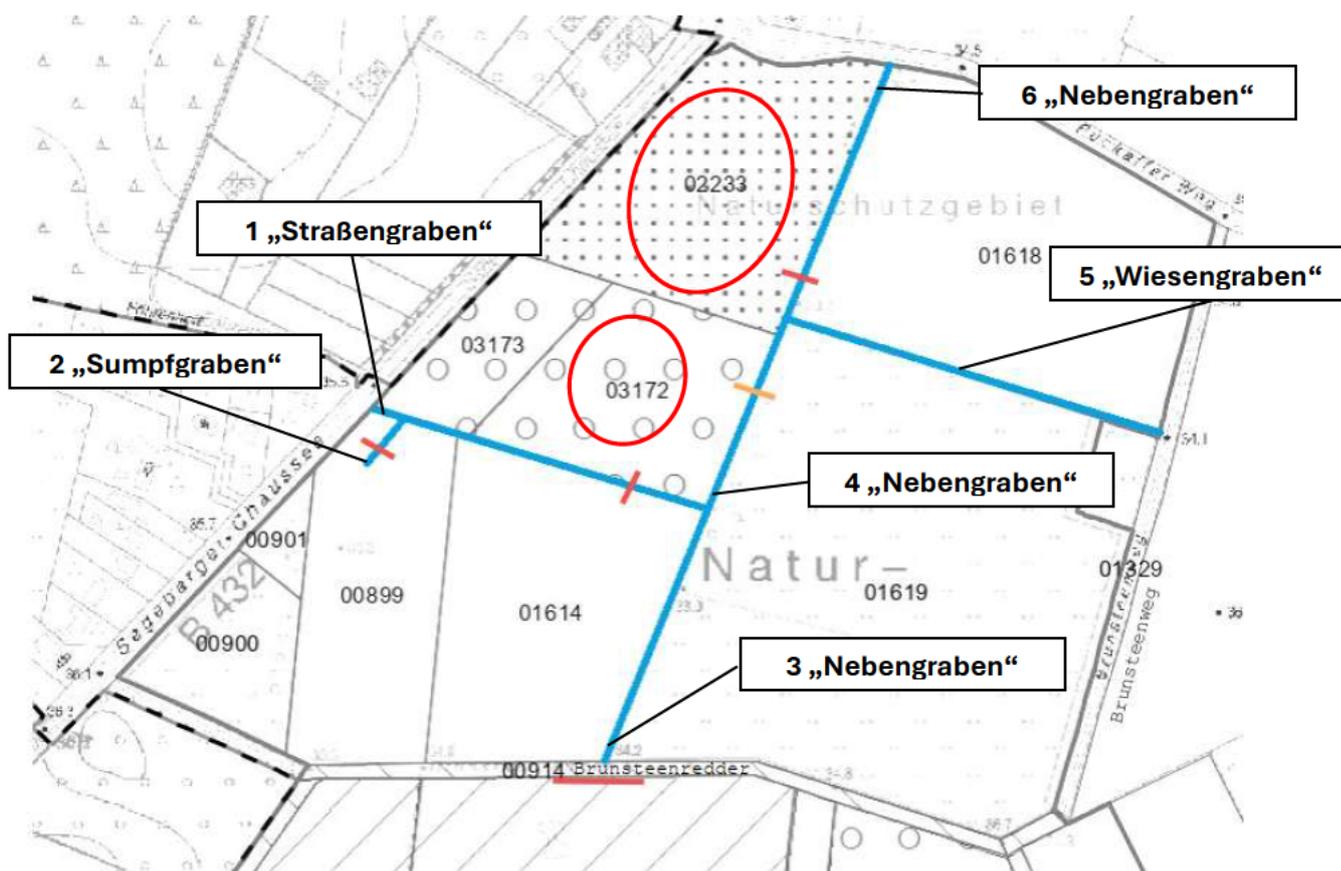


Abbildung 51: Übersicht vorgeschlagener Positionen für Staumaßnahmen (rot) und einer potenziellen zusätzlichen Stauung (orange) in den Grabenstrukturen (blau) (AN 2017, bearbeitet)

Der Sumpf am Sumpfgaben soll laut PEP verbleiben und konnte durch den bestehenden Damm (gleiche Position wie in Abb. 51) wirksam vernässt werden (vgl. Kapitel 1.3.11 und 3.1.2). Dieser ist bereits morsch und auch im GÖP-Bericht ist eine Erneuerung gewünscht, im Sumpfgaben sollte also ein neuer Damm gebaut werden, wie in Abbildung 51 dargestellt.

Der vorhandene Damm im Straßengraben (gleiche Position wie in Abb. 51) scheint zur Vernässung der angrenzenden Flächen auf FS 3172 und 1614 wirksam beizutragen und ist gemäß dem GÖP-Bericht zu erneuern - die verwendeten Hölzer sind bereits morsch. Er kann an die gleiche Position gesetzt werden, wie in Abbildung 51 angedeutet. Ein weiterer Damm im Straßengraben kommt nicht infrage, da der Rückstau bis an die Segeberger Chaussee reichen würde.

Im Nebengraben bietet sich eine Stauung oberhalb der Wiesengraben-Mündung an, da dann ein Übertritt des Wassers in den moorigen Bereich auf FS 1619 und den Moorwald auf FS 3172 erfolgt. Im Bericht der GÖP ist vorgeschlagen, im Bereich der Wiesengraben-Mündung zu stauen. Dort tritt das Wasser großflächig über, dass sämtliche Wälle erneuert werden müssten, um eine Stauung effektiv umsetzen zu können. Es ist also oberhalb der Mündung zu stauen, wie in Abbildung 51 vorgeschlagen. Ein weiterer Anstau mittig auf Höhe des FS 3172 (Abb. 51 in orange) könnte die Fließgeschwindigkeit und Verteilung des Wassers günstig beeinflussen. Diese Option ist nach umgesetzter erster Stauung anhand von Beobachtungen zur Ausbreitung des Wassers zu prüfen. Die Einschnitte im Wall zwischen Nebengraben und Moorgebiet, welche in Abbildung 21 in Kapitel 3.1.1 einzusehen sind, können verbleiben, da sie nur bei extremen Wasserständen eine wasserführende Wirkung haben und dem moorigen Gebiet dieses zuführen, wie die Senkentiefen und Fließwege aus Anhang 8 zeigen (vgl. Kapitel 3.4.2). Dies widerspricht der Aussage des GÖP-Berichts, der hier einen Abfluss beschreibt und ein Verschließen der Wälle empfiehlt.

Die parallelen Gräben im Moorwald auf FS 3172 (kleiner Kreis Abb. 51) scheinen das Wasser nur zu sammeln, da sie keinen erkennbaren Abfluss haben, anders als im Bericht der GÖP angenommen. Sie sind daher nicht mit großer Priorität zu behandeln und können vorerst verbleiben. Langfristig sollten sie zur besseren Vernässung in der Fläche und zur Reduktion der Methanemissionen aber verfüllt werden. Eine punktuelle Stauung bliebe durch den fehlenden Abfluss wirkungslos.

Der Wald auf FS 2233 (großer Kreis Abb. 51) hat ein Gefälle von der Straße zum Moor hin, wie durch die Fließwege im Geoportal (Abb. 42 und VIII.7 Anhang 8) angedeutet und bei Erfassung vor Ort bestätigt. Da hier kein wasserführender Graben verläuft, wird eine effektive Vernässung dieser Waldflächen nicht möglich sein. Jedoch kann durch Verschließen der alten Grabenstrukturen auf diesem Grundstück, welche in Kapitel 3.1.1 beschrieben wurden und in nachfolgender Abbildung 51 erneut zu sehen sind, ein stärkerer Flächenrückhalt und dadurch längerer Verbleib des Wassers im Wald erreicht werden. Für einen optimalen Wasserrückhalt wäre ein vollständiges Verfüllen wünschenswert, das erfordert jedoch enorme Mengen Substrats und ggf. eine bessere Zugänglichkeit des Gebiets. Am drängendsten sind hier die querliegenden Rinnen zu blockieren, welche die Längsrinne und den Nebengraben verbinden, da sie das Wasser effektiv fortführen. In Abbildung 52 sind beispielhaft die entsprechenden Stellen markiert. Zudem deutete sich an, dass die Verwallung zum Nebengraben ein Abfließen des Oberflächenwassers verhindert (vgl. Kapitel 3.1.2) und durch Verfüllen der Rinnenanschlüsse geschlossen werden sollte. Dass das Gebiet nicht weiter effektiv vernässt werden kann, könnte auch eine Genehmigungspflicht seitens der Obersten Forstbehörde abwenden. Dies ist bei einem Ortstermin mit der Behörde zu prüfen.



Abbildung 52: Vorschlag über punktuell Verfüllen der Rinnen im Wald auf FS 2233 (Bereitgestellt durch AN, bearbeitet)

4.3. Geeignete Konstruktionen für die geplanten Staumaßnahmen

Im Folgenden werden für die im vorigen Kapitel benannten Stau-Positionen geeignete Konstruktionen vorgeschlagen. Zum besseren Verständnis sind in Abbildung 53 die möglichen Positionen der Staumaßnahme aufgeführt und mit Buchstaben versehen.

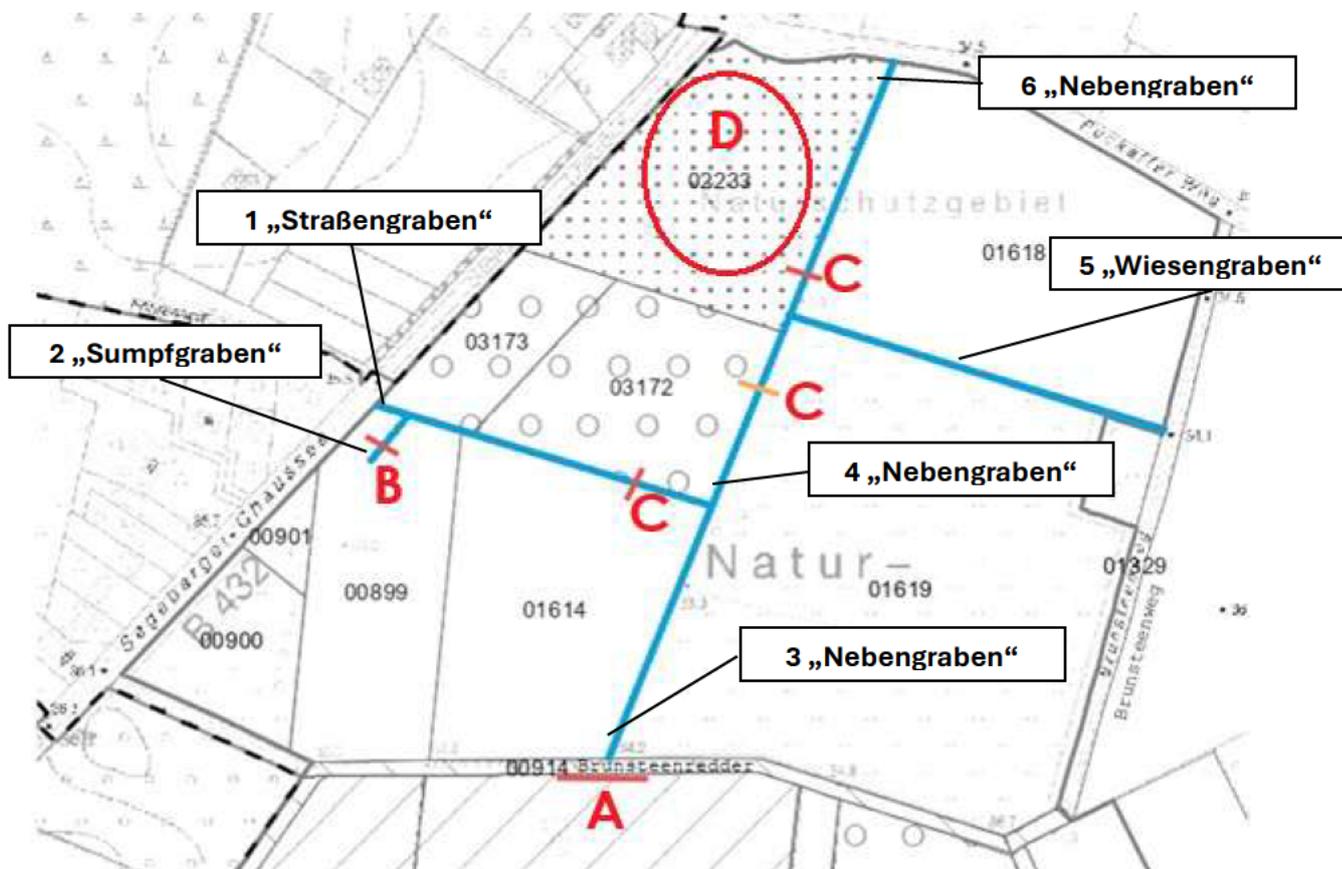


Abbildung 53: Übersicht geeigneter Staumaßnahmen (rot, orange) an/in den Grabenstrukturen (blau) (AN 2017, bearbeitet)

Staumaßnahme A südlich des Brunsteenredders

Südlich des Brunsteenredders ist die Verwaltung zwischen den nassen Flächen und dem Entwässerungsgraben zu erneuern, gemäß dem Vorschlag im GÖP-Bericht. Ein regelbares Wehr soll dem Wunsch des AN nachkommen, die Wiese zur Mahd kurzfristig trockenlegen zu können (Schmille 2025). Es ist daher ein Damm mit Einschub, wie in Abbildung 49 in Kapitel 3.4.3.2 gezeigt, in die Verwaltung einzubauen (LfU o. J.). Eine Konstruktion des Damms gemäß Kapitel 3.4.3.2 kommt aber nicht infrage, da diese für lange Grabenstrukturen und nicht für breite Wälle ausgelegt sind. Für die Dimensionierung eines regelbaren Wehrs in einer Verwaltung gibt es keine konkreten Vorschläge in der Literatur, somit auch keine rechnerische Grundlage. Nachfolgend wird daher in Anlehnung an die in der Literatur beschriebenen Konstruktionen ein möglicher Aufbau erarbeitet.

Um ein Umspülen des Wehrs zu verhindern und es ausreichend gegen den anfallenden Druck zu sichern, ist eine Dammwand von schätzungsweise 2m Länge einzubauen. Da

eine Verwallung, anders als bei Gräben, nicht so tief in den Untergrund schneidet, ist es ausreichend, wenn die Dammwand ca. 0,5m tief ins Erdreich getrieben wird, das ergibt eine Gesamthöhe von ca. 1m. Durch den Einschub ist eine absolute Dichtheit offensichtlich nicht erreichbar, es ist daher von besonderer Wichtigkeit, die restliche Konstruktion möglichst dicht zu bauen, um weitere Sickerverluste zu vermeiden. Die Führungsnut für das Sperrbrett sollte daher in die Dammwand eingelassen sein, um ein Umfließen zu verhindern. Da der Einbau manuell erfolgt, kommt eine Betonkonstruktion aufgrund des dafür nötigen Aushubs und der zu bewegenden Massen nicht infrage. Um dennoch eine dichte Dammwand zu errichten, bietet sich ein mehrschichtiger Aufbau in Anlehnung an die Holzbohlenwand gemäß Abbildung 54 an. Die außenliegenden Platten können aus Holz oder Metall sein und sollten mit den Bohlen fest verbunden werden, indem sie verleimt, silikoniert und/oder verschraubt werden, um ein festes, möglichst dichtes Bauteil zu erhalten.

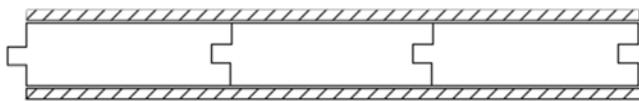


Abbildung 54: Querschnitt eines mehrschichtigen Aufbaus (Lugon u. a. 2009)

Da Holz durch Wasserkontakt aufquillt und der Einschub nur selten entnommen wird, aber möglichst eng in der Führungsnut liegen sollte, sollte diese mit einem U-Profil aus Metall versehen werden, damit das Sperrbrett auch nach längerer Verweilzeit noch bewegt werden kann. Werden Metallplatten verwendet, können diese direkt mit dem Profil verschweißt werden, bei Holzplatten wird mit wasserfestem Leim, Silikon und Schraubverbindungen für Halt und Dichtheit gesorgt. Eine Skizze der eingelassenen U-Profile in Abbildung 55 soll die beschriebene Konstruktion veranschaulichen, sie ist nicht maßstabsgetreu. Auch entlang der Unterkante sollte ein solches Profil verlaufen, um eine Überlappung und dadurch Verringerung der Sickerverluste zu erwirken, die Seitenansicht ist in Abbildung 56 dargestellt. Die Profile müssen an den Kontaktpunkten miteinander verschweißt werden, um die Barrierewirkung zu erhöhen.



Abbildung 55: Querschnitt der vorgeschlagenen Konstruktion mit U-Profil (grau) zur Fixierung des Sperrbretts (orange) (Lugon u. a. 2009, bearbeitet)



Abbildung 56: Seitenansicht des Einschubs in der Platte

Die Dimensionen des Sperrbretts sind frei wählbar, es sollte aber mindestens 4cm dick sein. Es werden hierfür die Maße 45 x 35 x 4 cm vorgeschlagen, da es breit genug ist, um effektiv Wasser abzuführen, aber die umlaufenden Kanten, welche die Sickerverluste ausmachen, noch möglichst kurz sind. Es wird in der Wasserwechselzone liegen und daher starken Rottebedingungen ausgesetzt sein. Es ist deshalb damit zu rechnen, dass das Sperrbrett regelmäßig (d.h. im Abstand weniger Jahre) durch ein neues ersetzt werden muss, dieser Verlust ist nicht vermeidbar, aber verhältnismäßig gering und daher akzeptabel. Das U-Profil wird korrosiven Bedingungen ausgesetzt und sollte daher eine entsprechende Wandstärke aufweisen. Für Metallplatten wird eine Stärke von 6mm empfohlen, dies kann hier als Orientierungswert übernommen werden (Lugon u. a. 2009). Mit der Brettstärke ergibt sich dann eine notwendige Dicke der Holzbohlen von 5cm. Die Platten sollten, wenn aus Holz, etwa 2,5cm dick sein, aus Metall reichen 6mm (Lugon u. a. 2009). Für den Einschub muss ein entsprechend großer Ausschnitt gesägt werden.

Staumaßnahme B im Sumpfgraben

Zur Stauung im Sumpfgraben ist ein einfacher Damm ohne Überlauf ausreichend, da er das gesamte Wasser in der Fläche halten soll und gemäß dem Gefälle keine hohen Wasserstände am Damm und damit hohe Drücke zu erwarten sind. Es ist daher die Variante „Torfdamm mit Holzplatte“ gemäß Kapitel 3.4.3.2 zu wählen (Lugon u. a. 2009). Da der Graben eine Breite von etwa 0,5m aufweist, sollte die Platte eine Gesamtbreite von ca. 1,50m haben (Quinty & Rochefort 2003). Sie sollte ausreichend tief in die Grabensohle eindringen, das ergibt eine Höhe von ca. 0,75m ab der Geländeoberfläche. Da mit Absackung zu rechnen ist, sind weitere 0,5m aufzuschlagen (LBEG 2022). Die Platte ist anschließend mit Torf zu umschließen, die Gesamtlänge sollte gemäß den Vorgaben dreimal der Stauhöhe entsprechen (Lugon u. a. 2009). Diese liegt maximal bei 30cm, weshalb eine Gesamtlänge von 90cm (an der Oberkante) anzustreben ist. Der Damm muss nur leicht über die Geländeoberfläche und zu beiden Seiten hinausragen, da selbst bei sehr hohen Wasserständen am jetzigen Damm kaum Wasser steht (vgl. Abb. I.8 in Anhang 1). Der Damm kann vor den bestehenden gesetzt werden, die Stelle ist dann gut über die Wiese auf FS 899 erreichbar. Der alte Damm kann verbleiben oder der Torf „recycelt“ werden, er sollte aber nicht in der jetzigen Form Bestandteil des neuen Damms sein, dies würde zu Undichtigkeiten führen.

Staumaßnahmen C im Straßen- und Nebengraben

Die Stauungen im Straßen- und Nebengraben (Abb. 53) unterliegen aufgrund des regelmäßigen Durchflusses einer hydromechanischen Belastung und sind daher entsprechend zu dimensionieren. Zudem muss der Abfluss der Straße und damit die Durchlässigkeit dieser Gräben gewährleistet bleiben, wodurch Rohr-Überläufe gemäß Abbildung 48 in Kapitel 3.4.3.2 zu wählen sind (Lugon u. a. 2009). Da der Einbau händisch erfolgt (mündliche Mitteilung, 05.03.2025) ist die Variante „Torfdamm mit Holzspundwand“ zu bevorzugen. Die Spundwand sollte etwa um 0,3m zu beiden Seiten ins Erdreich ragen, das ergibt eine Gesamtbreite von ca. 1,5m (Lugon u. a. 2009). Zur Gewährleistung einer ausreichenden Tiefe und unter Berücksichtigung nachträglichen Absinkens sollten die verwendeten Holzbohlen ca. 1,5m lang sein. Eine Dicke von 6cm ist aber ausreichend, es bedarf nicht, wie in Abbildung 46 in Kapitel 3.4.3.2 zu sehen, 8cm, da der Damm dieser Abbildung auf eine Stauhöhe von bis zu 1m dimensioniert ist

(LBEG 2022). Ein Rohrdurchmesser von 10cm wird empfohlen, sodass das Rohr in eine Holzbohle der Breite 20cm eingebaut werden kann (LBEG 2022). Auch hier ist ein Absinken zu berücksichtigen, weshalb das Rohr zu Beginn schätzungsweise 20cm über der Grabensohle liegen sollte. Die Anpassung der Überlaufhöhe beim Absinken kann erfolgen, indem das senkrechte Rohrstück zwischen Knie und Muffe durch ein längeres ersetzt oder abgesägt wird (Lugon u. a. 2009). Bezüglich des Materials sind nach Möglichkeit PP-Rohre zu verwenden, alternativ PVC (LBEG 2022). Die Stauhöhe beträgt hier ca. 45cm, weshalb der Torfdamm ca. 1,35m lang sein sollte (Lugon u. a. 2009). Die Verwendung von Bentonit-Matten wird empfohlen, diese sind am Holzbohlendamm gegen Verrutschen zu sichern (Lugon u. a. 2009). Auch hier kann der Torf des bestehenden Damms wiederverwendet werden, die Hölzer sind zu entfernen. Die Stellen sind jeweils von den Wiesen auf FS 1614 und 1618 aus zugänglich.

Staumaßnahme D im Entwässerungssystem auf FS 2233

Das punktuelle Verfüllen der Rinnen auf FS 2233 im Bereich D (Abb. 53) kann aufgrund des sehr sporadischen Wasserkontakts mithilfe einfacher Holzplatten und Sägemehl erfolgen. Hierfür können die Holzplatten ins Erdreich getrieben, mit Sägemehl umschlossen, verdichtet und anschließend mit einer Vegetationsschicht abgedeckt werden. Das kann sehr klein dimensioniert werden, denn es ist nicht zu erwarten, dass durch die Stauungen nennenswerte Wasserstände entstehen, die zur Erosion der punktuellen Dämme führen könnten. Alternativ kann auf die Holzplatten verzichtet werden, dann sind die Dämme jedoch breiter zu dimensionieren und es ist stärker auf eine effektive Verdichtung zu achten. Unter Umständen finden sich im NSG genug zu entfernende Gehölze, um das Sägemehl mithilfe eines mobilen Häckslers vor Ort herzustellen. Die Anschlüsse der Rinnen an den Nebengraben bilden Durchbrüche der Verwallung, sie sind mit Torf zu verschließen, damit der Wall durchgehend dieselbe Dichtigkeit hat. Schätzungsweise sind zehn Stellen im Entwässerungssystem und zehn Stellen im Wall zu bearbeiten. Die Zugänglichkeit ist aufgrund des dichten Bewuchses und durch unebenes Gelände erschwert.

Bezüglich der Mengen an Substrat (Torf, Sägemehl) werden schätzungsweise je Damm mit 1m³ unverdichteten Volumens und je punktueller Verfüllung auf FS 2233 mit Holzplatte mit 0,5m³ gerechnet. Für die Ausbesserung einer Verwallung wird je Laufmeter mit 1m³ Torf gerechnet. In Tabelle 9 sind die benötigten Mengen Substrats je Stauung gelistet und die jeweils gesamte benötigte Menge gelistet.

Tabelle 9: Übersicht der benötigten Mengen Torf und Sägemehl

Ort der Stauung	Stau-Art	Anzahl	Substrat	benötigte Menge [m ³]
Brunsteenredder (A)	Wall	3	Torf	3
Sumpfgaben (B)	Damm	1	Torf	1
Straßengraben (C)	Damm	1	Torf	1
Nebengraben (C)	Damm	1	Torf	1
FS 2233 (D)	Wall	~ 10	Torf	5
FS 2233 (D)	punktl. Damm	~ 10	Sägemehl	5
			Summe Torf	11

4.4. Empfehlungen zur Vorgehensweise

Nachfolgend wird das empfohlene Konzept zur Wasserstandsanhhebung im Wittmoor mit einer vorgeschlagenen Reihenfolge der Maßnahmen und Vorgehensweisen dargestellt. All diese Maßnahmen sind in Rücksprache mit dem Referat Management der Hamburger NSG zu planen und durchzuführen, das Referat Arten-, Biotopschutz und Eingriffsregelung ist ggf. hinzuzuziehen. Bei betroffenen Privatgrundstücken sind vorab die Eigentümer*innen und ggf. Pächter*innen zu benachrichtigen. Die Arbeiten sollten aus technischer Perspektive jeweils im August oder September erfolgen, denn beim Bau der Dämme sollte kein Wasser im Graben stehen (Lugon u. a. 2009).

Mit höherer Priorität ist die Stauung südlich des Brunsteenredders (Abb. 53 Maßnahme A) zu behandeln, um den Zustand des Weges schnellstmöglich zu verbessern. Im Zuge dessen kann die Stauung im Sumpfgraben (Abb. 53 Maßnahme B) aufgrund der räumlichen Nähe mit erfolgen. Beide können ohne weitere Analyse der Wasserqualität gestaut werden, da sie nicht vom Nebengraben und dem eingeleiteten Wasser beeinflusst sind. Das gilt auch für das Ausbessern von Wällen und Verschließen der Entwässerungsstruktur in FS 2233 (Abb. 53 Maßnahme D), da sie nur den anfallenden Niederschlag ableiten. Bezüglich der zu verschließenden Entwässerungsstruktur auf FS 2233 ist zusätzlich die Oberste Forstbehörde einzubeziehen, gravierende Auswirkungen auf den Baumbestand sind jedoch nicht zu erwarten.

Für eine Stauung des Hauptfließwegs (Straßen- und Nebengraben) sollten zuerst weitere Wasseranalysen erfolgen, um die Einflüsse konkreter einschätzen zu können, wie in Kapitel 4.1 bereits besprochen. Zudem ist das Vorhaben mit der Wasserbehörde des Bezirksamts Wandsbek abzusprechen, da die Stauung den Zulauf zum Tangstedter Graben reduzieren wird. Nach unverbindlicher Anfrage sind hier jedoch keine Hürden zu erwarten (schriftliche Mitteilung, 06.03.2025). Außerdem sind zuständige Jagdpächter*innen zu informieren, um den im Gebiet befindlichen Hochsitz zu versetzen, wie mit dem*der Jägermeister*in vereinbart (vgl. Kapitel 3.3). Die Stauung im Nebengraben sollte zuletzt erfolgen, da hier alle Abflüsse gesammelt anfallen. Sind die vorigen Maßnahmen zum besseren Rückhalt in der Fläche noch nicht umgesetzt, wäre an dieser Stelle mit hohen Abflussspitzen zu rechnen. Ein neu gebauter Damm würde damit unnötig hohen Belastungen ausgesetzt, weshalb er erst nach Umsetzung der anderen Maßnahmen errichtet werden sollte.

Die Maßnahmen sind auszuführen, wenn sich kein Wasser in den Gräben befindet (LBEG 2022). Die Zugänge sollten so gewählt werden, dass möglichst wenig Vegetation und Fauna beim Transport zu Schaden kommt. Zu Beginn sind Laubreste und Totholz in einem ausreichenden Radius um die zu stauende Stelle zu entfernen, anschließend ist die Grabenböschung gemäß Abbildung 57 freizulegen und die Vegetationssode zwischenzulagern (Lugon u. a. 2009). Die Platten sind an der Unterkante mit einer Gehrung zu versehen, damit sie sich leichter eintreiben lassen. Außerdem empfiehlt sich das Schlitzten des Bodens mit einer



Abbildung 57: Grabenböschung, die vor Dammbau freigelegt werden muss (Lugon u. a. 2009)

die zu stauende Stelle zu entfernen, anschließend ist die Grabenböschung gemäß Abbildung 57 freizulegen und die Vegetationssode zwischenzulagern (Lugon u. a. 2009). Die Platten sind an der Unterkante mit einer Gehrung zu versehen, damit sie sich leichter eintreiben lassen. Außerdem empfiehlt sich das Schlitzten des Bodens mit einer

Kettensäge, um querliegende Gehölze im Erdreich, die eine Barriere beim Einschlagen darstellen und die Dichtheit des Damms gefährden, zu durchtrennen. Lassen sich die Platten nicht manuell einschlagen, muss ein Aushub erfolgen. Sind die Platten und eventuelle Überläufe richtig positioniert, sind alle Konstruktionen mit Torf zu umschließen. Dieser muss in mehreren Schichten immer wieder komprimiert werden, am besten maschinell, um eine lang anhaltende Dichtheit des Damms zu erzielen. Im Anschluss sind die Vegetations soden zur Wiederansiedelung auf die offenen Torfflächen zu legen und leicht anzudrücken (Lugon u. a. 2009). Ein regelmäßiges Monitoring im ersten Jahr nach Einbau ist zur Erfolgskontrolle unerlässlich (LBEG 2022). Hierbei sollte die Funktionsweise der Dämme und Überläufe insbesondere bei hohen, aber auch regulären Wasserständen im Winter überprüft werden. Außerdem ist im Sommer der Überstau zu betrachten und die Stauhöhe nötigenfalls anzupassen.

In Tabelle 10 sind die benötigten Baumaterialien gelistet, die Maße stammen in Teilen aus Lugon u.a. (2009).

Tabelle 10: Übersicht der benötigten Baumaterialien und Mengen

Baustoff	Maßnahme gemäß Abb. 53	Abmessungen	benötigte Menge
Torf	alle		11 m ³
Holzplatte	B	125 x 150 x 2,5 cm	1
Holzbohlen	A	100 x 20 x 5 cm	12 Stck
Holzbohle	A	45 x 35 x 4 cm	1 Stck
Platten	A	200 x 100 cm	2 Stck.
		Stärke Holz: 2,5 cm	
		Stärke Metall: 6 mm	
U-Profile	A	L = 50cm Profiltiefe 4cm Wandstärke 6mm	3 Stck.
wasserfester Holzleim	A		1 Tube
Silikon	A		1 Tube
Schrauben	A	frei wählbar	frei wählbar
Holzplatten	D	50 x 50 x 2 cm	10
Sägemehl	D		5 m ³
Holzbohlen	C (2x)	150 x 20 x 0,6 cm	16 Stck.
Bentonit-Matte	C (2x)	0,75 x 0,75 m	2 Stck.
PP-Rohre	C (2x)	D ≥ 10cm L = 2m	2 Stck.
PP-Rohrknie	C (2x)	D ≥ 10cm	2 Stck.
PP-Muffe	C (2x)	D ≥ 12cm	2 Stck.
Bolzen + Muttern	C (2x)	frei wählbar	6 Stck.

Im Folgenden eine Liste der benötigten Werkzeuge:

- Schaufeln
- Hacken
- (Motor-)Schubkarre(n)
- Gummi-Hämmer
- Polster und Schienen (Kantenschutz beim Einschlagen)
- Kreide/Bleistift zum Anzeichnen der einzuschlagenden Tiefe
- Plastikfolie/Geotextil (Ablegen der Vegetationssode)
- Persönliche Schutzausrüstung (z.B. Handschuhe)
- Metallsäge (Gehrung/Kürzen U-Profile)
- Gehrungsschablone
- Schraubendreher/Handschauber (Fixierung der Profile)
- Industrie-Tacker (Befestigung der Bentonit-Matten)
- Handsäge (Zerteilen und Kürzen der Rohre)
- Bohrmaschine und Maulschlüssel (Fixierung der Muffen)
- ggf. Kettensäge mit langem Schwert (130 cm)
- ggf. Rüttelplatte

Überdies sollten die beobachteten Misthaufen von den Weiden entfernt oder zumindest nicht in der Nähe der Gräben gelagert werden, um ein Auswaschen der Nährstoffe in die Gräben und ins moorige Gebiet zu verhindern. Anhäufungen von Pflanzenresten sollten zur Verringerung möglicher Methanemissionen aus den Gräben und von umliegenden Flächen entfernt werden, Baumstämme (kein Kronenholz) können verbleiben (LBEG 2022).

5. Fazit

Diese Bachelorarbeit stellt eine umfassende Untersuchung der im Gebiet herrschenden Bedingungen und der an das Gebiet gestellten Ansprüche dar. Nach eingehender Prüfung konnte ein Konzept für die Wasserstandsanhhebung im nördlichen Teil des Wittmoors in Hamburg erstellt werden.

Die hydrologischen Bedingungen im Gebiet konnten insbesondere durch Erfassung der Gegebenheiten vor Ort, das Interview mit der Wasserbehörde und die topografischen Daten aus dem Geoportal der Stadt Hamburg annäherungsweise ermittelt werden. Die experimentelle Ermittlung der Wasserqualität ergab einen deutlichen Einfluss durch die Einleitung des Fremdwassers an Stelle 1. Deren Einzugsgebiet besteht jedoch lediglich aus der angrenzenden Segeberger Chaussee und den gegenüberliegenden Wohngrundstücken, deren oberflächlich abfließender Niederschlag gelegentlich dem Gebiet zugeführt wird. Die Bewertung ist aufgrund mangelnder Datenlage mit Unsicherheiten behaftet, bekannte Grenzwerte wurden vereinzelt überschritten. Der Einfluss des Fremdwassers wird anhand der aktuellen Daten als nicht gravierend eingeschätzt, dies ist jedoch unbedingt durch weitere Analysen zu einer anderen Jahreszeit zu prüfen.

Akute Nutzungskonflikte wurden nicht festgestellt, es konnte jedoch kein Austausch mit privaten Grundstückseigentümer*innen stattfinden. Der wichtigste Stakeholder ist das Referat Management der Hamburger NSG der Abteilung Naturschutz der BUKEA, dieses pflegt zudem den Kontakt zum Referat Arten-, Biotopschutz und Eingriffsregelung, verwaltet die meisten Pachtverhältnisse und kann Kontakt zu den privaten Flächeneigentümer*innen herstellen. Bezüglich des Hauptfließwegs ist die Wasserbehörde des Bezirksamts Wandsbek einzubeziehen, da der Abfluss des Gebiets in den Tangstedter Graben geleitet wird und eine Stauung dessen Wasserstand beeinflussen kann. Bezüglich FS 2233 ist die oberste Forstbehörde mit einzubeziehen. Vor Umsetzung der Stauung im Nebengraben sind zuständige Jagdpächter*innen zu informieren.

Zur Analyse geeigneter Staumaßnahmen trugen die Vorschläge der GÖP, die Erfassung der Bedingungen vor Ort, insbesondere der Ausbreitung des Wassers in den Flächen, und die topografischen Daten aus dem Geoportal der Stadt Hamburg in besonderem Maße bei. Es wurden vier, optional fünf geeignete Positionen zur punktuellen Stauung ermittelt, im Wesentlichen decken sich diese mit den Vorschlägen der GÖP. Einige im GÖP-Bericht angenommenen Verhältnisse konnten nicht bestätigt werden, weshalb die Empfehlungen hierzu abweichen und die erfassten Grabenstrukturen bestehen bleiben können. Zusätzlich wurden im Wald weitere Entwässerungsstrukturen untersucht und hierzu Staumaßnahmen empfohlen.

Bezüglich geeigneter Staukonstruktionen wurden sechs Handlungsleitfäden für Moor-Renaturierung sowie weitere Literatur überprüft und infrage kommende Baustoffe und Konstruktionen ermittelt. Aus diesen wurden Empfehlungen, passend für das untersuchte Gebiet, abgeleitet, welche die bestehenden Ansprüche erfüllen, möglichst langlebig und pflegearm und dennoch möglichst einfach zu errichten sind. Es werden vier verschiedene Staukonstruktionen an verschiedenen Gräben im und am untersuchten Gebiet empfohlen.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen erzielen einen winterlichen Überstau, der die Flächen bis in den Sommer hinein nass halten soll. Langfristig soll dadurch weitere Gehölzentwicklung verringert werden, sodass sich eine moortypische Vegetation entwickeln kann. Im Idealfall setzt nach effektiver und anhaltender Wasserstandsanhhebung wieder eine natürliche Moorentwicklung mit Torfwachstum ein. Durch die Bedingungen vor Ort, z.B. dass Fremdwasser eingeleitet wird, und die starke Degradation des ursprünglichen Moors, wird das Gebiet im Sinne eines Niedermoores renaturiert. Da das untersuchte Gebiet im Randbereich des Naturschutzgebiets liegt, stellt es ohnehin einen Übergang vom Wittmoor zur umgebenden Landschaft dar und wird vermutlich in einem Zwischenstadium verbleiben. Somit wird es wahrscheinlich weiterhin sowohl moorheimischen als auch -fremden Arten einen Lebensraum bieten können. Mit erfolgreicher Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen kann auch dieser Teil des Wittmoors wieder dem naturnahen Zustand einen Schritt näher kommen und den wichtigen Beitrag von Mooren für ihre Umgebung und im Klimawandel leisten.

Literaturverzeichnis

- AN (Hg.) 2017. Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet Wittmoor. <https://www.hamburg.de/content-blob/11934068/54d1f66af8f4e78a0e4bf4d30b98ed08/data/pep-text.pdf> [Stand 2024-12-1].
- Apori, Samuel Obeng u. a. 2024. Assessment of Nitrate and Phosphate Concentrations in Discharge Water from Ditch Networks across Different Peatland Use Types: Implications for Sustainable Peatland Use Management. *Sustainability* 16, 15, 6463.
- BFN 2025. Moore. <https://www.bfn.de/moore> [Stand 2024-12-2].
- Böckenhauer, Fehmcke, Brehm, Kuno & Bretschneider, Angelika 2016. *Moore in Schleswig-Holstein: Geschichte - Bedeutung - Schutz*. 2. Auflage August 2016. Flintbek: LLUR.
- Bonn, Aletta u. a. (Hg.) 2015. *Naturkapital und Klimapolitik: Synergien und Konflikte*. Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ.
- BUKEA 2025a. *Agrarwirtschaft, Bodenschutz und Altlasten*. Hamburg.de. <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/fachaemter/agrarwirtschaft-153840> [Stand 2025-03-16].
- BUKEA 2025b. *Aufbau der Forststruktur in der Freien und Hansestadt Hamburg*. Hamburg.de. <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/themen/agrarwirtschaft/wald/forststruktur-179592> [Stand 2025-03-16].
- BUKEA 2025c. *Biotopverbund*. <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/themen/naturschutz/biotopschutz/biotopverbund-171658>.
- BUKEA 2025d. *Naturschutz und Grünplanung*. Hamburg.de. <https://www.hamburg.de/politik-und-verwaltung/behoerden/bukea/fachaemter/amt-fuer-naturschutz-und-gruenplanung-153902>.
- Couwenberg, John & Jurasinski, Gerald 2022. Faktenpapier: Die Rolle von Methan bei Moor-Wiedervernässung.
- Dierßen, Klaus & Dierßen, Barbara 2001. *Moore*. Stuttgart (Hohenheim): Ulmer.
- DWD 2025. *Climate Data Center*. <https://cdc.dwd.de/portal/202209231028/view1>.
- Eigner, Jürgen & Schmatzler, Eckhard 1991. *Handbuch des Hochmoorschutzes: Bedeutung, Pflege, Entwicklung*. 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage von Eigner, Jürgen: Bedeutung, Schutz und Regeneration von Hochmooren (1980). Greven: Kilda-Verlag.

- Ende, Dietmar 2013. *Der pH-Wert entscheidet - Korrosionsschutz für Heizungen*. SBZ - Das SHK-Portal. <https://www.sbz-online.de/sbz-schwerpunkt/der-ph-wert-entscheidet-korrosionsschutz-fuer-heizungen> [Stand 2025-03-16].
- Freese, Elke 2005. *Wiedervernässung, Renaturierung, Regeneration von Hochmooren*. <http://www.moorzikaden.uni-oldenburg.de/renaturierung.html>.
- Google 2025. *Google Maps*. Google Maps. https://www.google.de/maps/place/Naturschutzgebiet+Wittmoor/@53.7116812,10.073942,701m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x47b226e0ff65865f:0xdb0ff20b57a3e5a3!8m2!3d53.7006883!4d10.072434!16s%2Fg%2F120s6s4j?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTEwOC4wKXMDSoASAFQAw%3D%3D [Stand 2024-11-21].
- GÖP 2023. *Naturschutzgebiet Wittmoor | Flyer*.
- Graw, Martina 2011. *Ökologische Bewertung von Fließgewässern*. 5. Auflage. Bonn: Vereinigung Deutscher Gewässerschutz (VDG) e.V.
- Greifswald Mire Centre & Wetlands International European Association (Hg.) 2023. *Questions & Answers: Bringing Clarity on Peatland Rewetting and Restoration*. https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/QA%20peatland%20rewetting_fin_2023-05-22.pdf.
- Greifswald Moor Centrum 2020. *MoorWissen*. <https://www.moorwissen.de/moorwissen-kompakt.html> [Stand 2024-12-2].
- Günther, Anke u. a. 2020. Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications* 11, 1, 1644.
- Heinrich-Böll-Stiftung (Hg.) 2023. *Mooratlas: Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern*. 1. Auflage, Januar 2023. Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung.
- IUCN UK Peatland Programme, 2024. *New briefing addresses the peatlands and methane debate*. <https://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/news/new-briefing-addresses-peatlands-and-methane-debate>.
- Jäger, Cornelia 2020. *Klimaschutz braucht Moorschutz: Warum Moorböden unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen und was wir für sie tun können*. München: oekom Verlag.
- Kalhuri, Aram u. a. 2024. Temporally dynamic carbon dioxide and methane emission factors for rewetted peatlands. *Communications Earth & Environment* 5, 1, 62.
- Kieckbusch, Jan Jacob & Schrautzer, Joachim 2007. Nitrogen and phosphorus dynamics of a re-wetted shallow-flooded peatland. *Science of The Total Environment* 380, 1–3, 3–12.
- Köpke, Andreas u. a. 1996. *Grüne Oasen in Hamburg. Ausgewählte Naturschutzgebiete Hamburgs*. Verein Naturwacht Hamburg e.V. Teil 1, Heft 1.
- LBEG (Hg.) 2022. *Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen*. https://nibis.lbeg.de/doi/DOL.aspx?doi=10.48476/geober_45_2022 [Stand 2025-02-18].

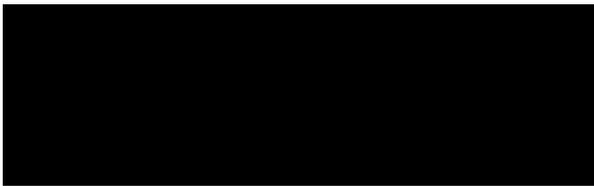
- LfU o.J. *Biodiversität und Moorschutz*. Bayerisches Landesamt für Umwelt. https://www.lfu.bayern.de/natur/bayaz/moore/biodiversitaet_moorschutz/index.htm.
- LfU (Hg.) 2010. *Moorrenaturierung kompakt – Handlungsschlüssel für die Praxis*. In Augsburg.
- LGV Hamburg 2025. *Geoportal Hamburg*. <https://geoportal-hamburg.de/?lng=de> [Stand 2025-01-23].
- Lizunova, M. A., Selyanina, S. B. & Trudova, N. S. 2023. The Main Features of Hydrology and Hydrogeochemistry of Bogs: Case Study of the Ilaskii Bog Massif. *Water Resources* 50, S3, S346–S348.
- Lugon, Alan u. a. 2009. *Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen*. BAFU.
- Lunt, Paul u. a. 2010. *Peatland Restoration. Report to IUCN UK Peatland Programme*. M. Evans, hg. *IUCN UK Peatland Programme's Commission*.
- Merck KGaA (Hg.) 2019. *MQuant Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen*. Beiheft.
- NDR 2023. *So sah das Leben im KZ Wittmoor aus*. *Schleswig-Holstein Magazin*. <https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/Ueber-KZ-Wittmoor,wittmoor118.html> [Stand 2025-01-17].
- Pawlik, V 2025. *Höhe der Treibhausgasemissionen in Deutschland in den Jahren 1990 bis 2023*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/76558/umfrage/entwicklung-der-treibhausgas-emissionen-in-deutschland/>.
- Poppendieck, Hans-Helmut (Hg.) 2000. *Botanischer Wanderführer rund um Hamburg*. Hamburg: Christians.
- Quinty, François & Rochefort, Line 2003. *Peatland restoration guide*. 2. Auflage St. Albert, AB: Canadian Sphagnum Peat Moss Association.
- Reca Zipp, Marcella 2005. *Managing Wet Feet*. The Horse. <https://the-horse.com/128428/managing-wet-feet/>.
- Rehrmann, Marc-Oliver 2023. *KZ Wittmoor: Wo die Nazis auf Umerziehung setzten*. NDR. <https://www.ndr.de/geschichte/schauplaetze/KZ-Wittmoor-Wo-die-Nazis-auf-Umerziehung-setzten,wittmoor104.html> [Stand 2025-01-17].
- Schmille, Kai 2011. *Die hamburgischen Naturschutzgebiete: grüne Juwelen in der Großstadt*. Bremen: Ed. Temmen.
- Schmille, Kai 2025. *Entwicklung des Wittmoor seit den 70er Jahren und Renaturierungsmaßnahmen der GÖP*. Interview am 08.01.2025.
- Schwoerbel, Jürgen & Brendelberger, Heinz 2022. *Einführung in die Limnologie: Stoffhaushalt - Lebensgemeinschaften - Technologie*. 11. Aufl. 2022. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

- Stegink-Hindriks, Ludwig & Graf, Martha 2021. *Hintergrundbelastung als Problem für die Renaturierung von Mooren*. MoorIS. <https://www.mooris-niedersachsen.de/?pglId=26>.
- Tanneberger, Franziska & Schroeder, Vera 2023. *Das Moor: über eine faszinierende Welt zwischen Wasser und Land und warum sie für unser Klima so wichtig ist*. Originalausgabe. München: dtv.
- Tegetmeyer, C. u. a. 2020. Aggregierte Karte der organischen Böden Deutschlands. Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe 01/2020.
- Uellendahl, Kora, Hirschelmann, Sophie & Abel, Susanne 2023. *Treibhausgas-Emissionen der moorreichen Bundesländer und die Rolle der organischen Böden*. Greifswald Moor Centrum. https://www.greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/202305_Faktenpapier%20Emissionen%20Bundesl%C3%A4nder_final%20_korr.pdf.
- Umweltbundesamt (Hg.) 2017. *Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung*. Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesser-in-deutschland>.
- Vybornova, Olga 2017. *Effect of re-wetting on greenhouse gas emissions from different microtopes in a cut-over bog in Northern Germany*. Universität Hamburg, Hamburg.
- Wagner, Alfred & Wagner, Ingrid 2005. Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern Bayerisches Landesamt für Umwelt, hg.
- WTW (Hg.) 2016. Multi 3320 Bedienungsanleitung.
- Zerbe, Stefan & Wiegand, Gerhard (Hg.) 2009. *Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ausschließlich unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Hamburg, den 18.03.2025



Fanny Weisser

Anhang

1. Bericht der GÖP „Möglichkeiten zur besseren Wasserrückhaltung im Norden des NSG Wittmoor“	XIX
2. Auszüge aus den Karten des Pflege- und Entwicklungsplan 2017 für das Naturschutzgebiet Wittmoor	XXXII
3. Formulierter Brief an Privateigentümer*innen.....	XXXV
4. Teilstrukturierte Fragebögen für Interviews	XXXVI
4.1 Teilstrukturierter Fragebogen für Interviews bei Behörden	XXXVI
4.2 Teilstrukturierter Fragebogen für Interviews mit privaten Grundstückseigentümer*innen	XXXVII
5. Beispiel-Protokoll für Begehungen des untersuchten Gebiets.....	XXXVIII
6. Ergebnisse der experimentellen Ermittlung der Wasserqualität	XLII
7. Zusammenfassungen der geführten Interviews	XLVIII
7.1 Oberste Waldbehörde am 14.01.2025	XLVIII
7.2 Wasserbehörde am 21.01.2025	XLVIII
7.3 Referat Management der Hamburger NSG der AN am 24.01.2025	LI
8. Verwendete Auszüge aus dem Geoportal der Stadt Hamburg	LII

1. Bericht der GÖP „Möglichkeiten zur besseren Wasserrückhaltung im Norden des NSG Wittmoor“



Gesellschaft für
ökologische Planung e.V.

Möglichkeiten zur besseren Wasserrückhaltung im Norden des NSG Wittmoor

Hamburg 2024

Gefördert durch:





Bedeutung von Mooren

Moore erfüllen wichtige ökologische Funktionen. Sie bilden einen einzigartigen Lebensraum für viele bedrohte Arten und sind wichtige Wasser- und Kohlenstoffspeicher. Durch ihre hohe Wasserspeicherkapazität können sie die Gefahr von Flut und Überschwemmungen reduzieren. Außerdem binden Moore fast die Hälfte des Kohlenstoffs, welcher in der Atmosphäre vorhanden ist, sind damit sogar stärkere Kohlenstoffbinder als Wälder. Mit dieser Eigenschaft haben Moore eine wichtige Rolle im Klimaschutz. Diese Eigenschaften können sie jedoch nur im intakten Zustand erfüllen. Daher sind Schutz und Renaturierung von Mooren von hoher Relevanz für den Arten- und Klimaschutz.

Standorte und Maßnahmenvorschläge im Wittmoor

Das Wittmoor ist ein großflächig abgetorfte Hochmoor, das entstand, weil die Niederschlagsmenge den Wasserverlust durch Verdunstung und Abfluss überstieg. Das Gebiet, welches für dieses Vorhaben untersucht wurde ist der nördliche Teil des Wittmoors (Karte 1). Durch das Gebiet laufen mehrere Gräben, welche zu einem Wasserverlust aus den Flächen führen. Das regenreichere Jahr 2024 erlaubte es, die Entwässerungen deutlicher zu erfassen. Es gibt einige relevante Punkte, an welchen Maßnahmen für einem verringerten Wasserverlust durchgeführt werden könnten. Diese Standorte (Punkte 1 – 10 auf dem Luftbild) werden im Folgenden beschrieben und mögliche Maßnahmen werden vorgeschlagen.



Karte 1.1: Luftbild des Gebiets im nördlichen Teil des Wittmoors (Quelle: SW Maps, Bearbeitung GÖP 2024)



Standort I

An diesem Standort befinden sich südlich des Weges feuchte Wiesen, auf denen das Wasser höher ansteht. Zwischen den Wiesen und dem Weg befindet sich ein Graben, welcher östlich dieses Punktes sehr flach und trocken ist. An dieser Stelle ist die Erhöhung neben dem Graben an mehreren Stellen kaputt wodurch Wasser aus der Fläche in den Graben abfließt. Außerdem beginnt an dieser Stelle nördlich des Weges der Hauptgraben, welcher von hier durch das Gebiet bis zum Standort 10 verläuft.

Um das Wasser in den Flächen südlich des Weges zu halten sollte ein Ablauf in den Graben vermieden werden. Eine mögliche Maßnahme wäre es an diesen Stellen die Erhöhung neben dem Graben wieder zu schließen. Da die Erhöhung östlich der offenen Stellen niedriger ist müsste diese eventuell auch dort erhöht werden damit das Wasser nicht anschließend dort überläuft. Auf den Bildern 1 und 2 sind die ersten Punkte zu erkennen, an denen Wasser in den Graben überläuft. Ein besonders starker Durchbruch der Erhöhung ist auf den Bildern 3 und 4 zu erkennen. An dieser Stelle läuft besonders viel Wasser in den Graben über, weshalb diese stärkere Priorität haben sollte.



Bild 1.1: Standort I



Bild 1.2: Standort I



Bild 1.3: Standort I



Bild 1.4: Standort I



Standort 2

Südlich von diesem Standort befindet sich ein kleiner Teich (Bild 5), der an dieser Stelle in einen Graben überfließt (Bild 6, Blick von Norden, vom Graben auf den Teich). Eventuell wäre es möglich hier ein Stauwehr einzubauen um das Wasser in der Fläche zu halten. Das Wasser steht auch westlich des Grabens (Bild 7) weshalb es besser sein könnte das Stauwehr nicht ganz am Übergang vom Teich zum Graben anzubringen, sondern etwas nördlicher um ein Überlaufen des Wassers hinter dem Stauwehr in den Graben über die westliche Fläche zu verhindern. Weiter nördlich befindet sich bereits ein Stauwehr (Bild 8). Allerdings ist weiter nördlich im Graben weiterhin Wasser enthalten. Es könnte also getestet werden ob das Stauwehr bereits zu marode ist um das Wasser zurückzuhalten und es in diesem Fall ausgebessert oder ersetzt werden kann. Andernfalls könnte ein weiteres Stauwehr weiter südlich eingebaut werden damit der Bereich in dem Wasser in den Graben läuft kürzer ist und so weniger Wasser aus dem Gebiet läuft.



Bild 1.5: Standort 2



Bild 1.6: Standort 2



Bild 1.7: Standort 2



Bild 1.8: Standort 2



Standort 3

An dieser Stelle befindet sich das eine Ende des breiten Grabens („Puckbek“), welcher von der Straße Richtung Osten bis zum Hauptgraben verläuft (Bild 9, Blick von Westen nach Osten). Das Ende des Grabens ist durch eine Metallplatte verstärkt (Bild 10, Blick von Osten; Bild 11, Blick von Westen). In der gegenüber liegenden Siedlung konnte keine Weiterführung des Grabens gefunden werden. Woher das Wasser in dem Graben kommt ist daher nicht ersichtlich.



Bild 1.9: Standort 3



Bild 1.10: Standort 3



Bild 1.11: Standort 3



Standort 4

An dieser Stelle gehen das Wasser auf der Fläche und der Graben ineinander über (Bilder 12 – 14). Zum einen geht dadurch das Wasser aus der Fläche verloren, zum anderen kann so das Wasser aus dem Graben in die Fläche übergehen. Sollte das Wasser in dem Graben aus der umliegenden Siedlung, der B 432 oder von den Feldern kommen könnte dies zu einem erhöhten Nährstoffeintrag führen. Dies hätte einen negativen Effekt auf das nährstoffarme Moor. Es wäre daher sinnvoll eine Gewässeruntersuchung durchzuführen. Die vorhandenen Staus im Graben könnten bei guter Wasserqualität erneuert und erhöht werden.



Bild I.12: Standort 4



Bild I.13: Standort 4



Bild I.14: Standort 4



Standort 5

Der von Westen nach Osten verlaufende Graben und der von Süden nach Norden verlaufende Graben fließen an diesem Standort zusammen (Bild I 5). Außerdem geht Wasser aus der östlich gelegenen Fläche hier an mehreren Stellen in den Graben über. Die kaputten Stellen in der Erhöhung sind ca. einen Meter lang und könnten aufgeschüttet werden (Bild I 6).



Bild I.15: Standort 5



Bild I.16: Standort 5



Standort 6

An dieser Stelle gibt es kleine Gräben in die westlich gelegene Fläche hinein. (Bilder 17 und 18). Die Übergangsfläche ist zu breit, als dass es sinnvoll erscheint den Grabenrand zu erhöhen. Eventuell wäre es eine Möglichkeit weiter westlich die kleinen Gräben zu verschließen (Bild 19), damit weniger Wasser abfließen kann.



Bild I.17: Standort 6



Bild I.18: Standort 6



Bild I.19: Standort 6



Standorte 7 und 9

Zwischen Standort 7 und Standort 9 geht das Wasser von beiden Seiten in den Graben über (Bilder 20 – 22). An Punkt 9 könnte im Graben ein Wehr eingebaut werden, damit das Wasser erst ab sehr hohem Wasserstand gen Norden abläuft.



Bild I.20: Standort 7 u. 9



Bild I.21: Standort 7 u. 9



Bild I.22: Standort 7 u. 9



Standort 8

An dieser Stelle und etwas nördlich davon gibt es schmale Gräben, in die etwas Wasser aus der Fläche fließt (Bilder 23 und 24). Durch teilweises Verfüllen dieser Gräben könnte es eine leicht verbesserte Wasserrückhaltung geben.



Bild I.23: Standort 8



Bild I.24: Standort 8



Standort 10

An dieser Stelle endet der Hauptgraben („Puckbek“) (Bild 25). Es ist zu erkennen, dass das Wasser aus dem Graben hier nach unten plätschernd aus der Fläche entweicht. Wohin das Wasser fließt ist nicht genau erkennbar. Auf der anderen Seite der Straße ist eine feuchte Wiese. Es könnte daher sein, dass das Wasser aus dem Graben unterirdisch verrohrt dorthin abfließt. Eine eindeutige Fortführung des Wassers konnte nicht gefunden werden.



Bild 1.25: Standort 10



Maßnahmeplan

Stufe 1

- Abdichten der Fläche südlich Brunsteenredder (Standort 1),
- Stau des Ablaufes des Teiches (Standort 2),
- Wasseruntersuchung (Standort 3 bis 5),
- Staus/Verfüllungen (Standorte 5, 6 und 8),
- Ermittlung der Abflussbedingungen der Puckbek nach Norden (am Puckaffer Weg).

Stufe 2

- Anstau im Puckbek-Graben (Standort 9),
- Bei entsprechender Wasserqualität Erneuerung und höherer Anstau im West-Ost-Graben (Standorte 3 bis 5),
- Wenn möglich höherer Wasserstand im Puckbek-Graben südlich Puckaffer Weg herstellen.

2. Auszüge aus den Karten des Pflege- und Entwicklungsplan 2017 für das Naturschutzgebiet Wittmoor

Im Folgenden sind Auszüge aus für die Bachelorarbeit verwendeten Karten des PEP einzusehen. Da manche Karten nicht öffentlich sind, aber im PEP besprochen werden, sind deren Informationen in der Legende zusammenfassend mit aufgeführt.

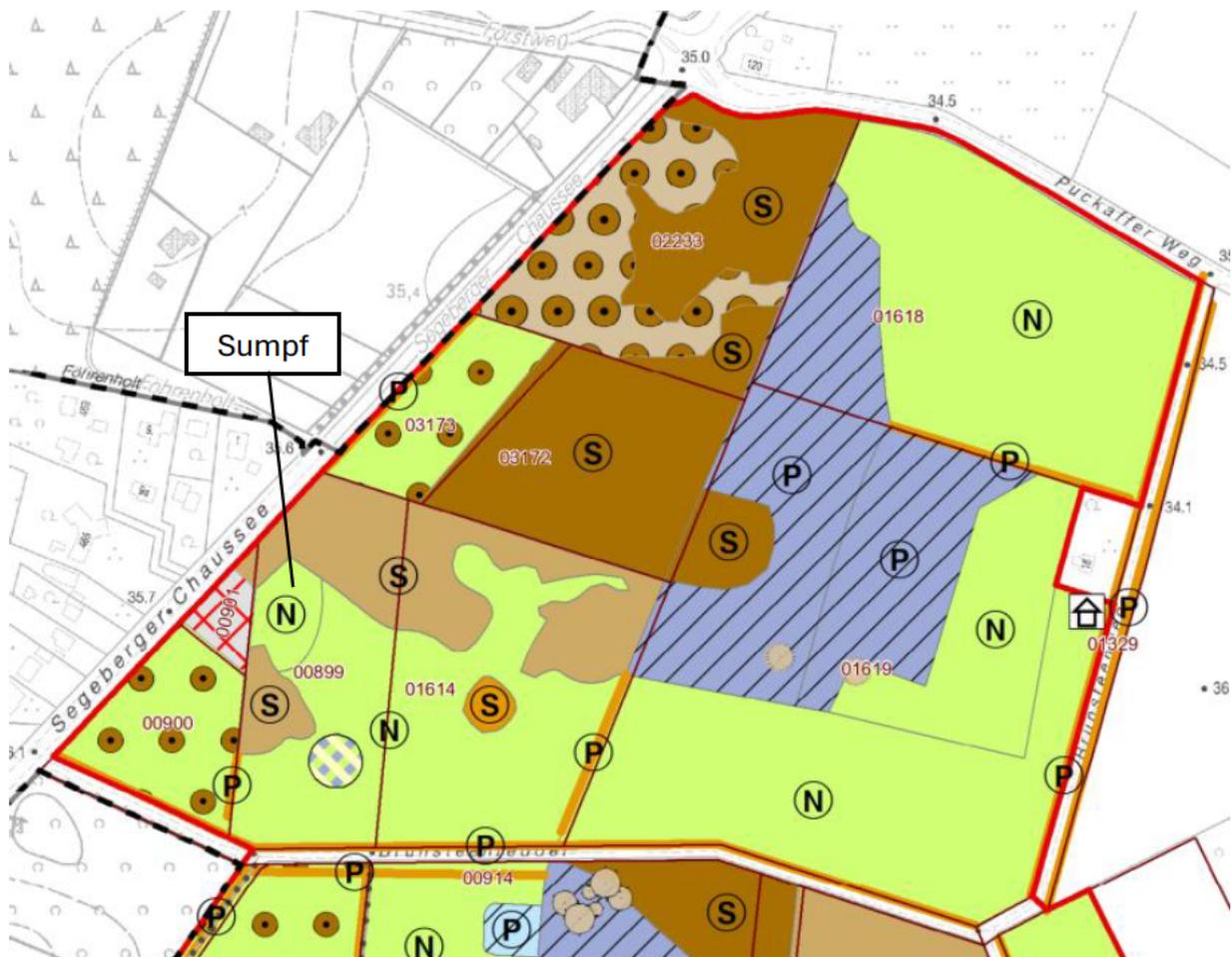


Abbildung II.1: Auszug aus Karte 12 "Entwicklungsziele" des PEP, bearbeitet

S: Sukzession (ungelenkte Entwicklung)

P: regelmäßige Pflegemaßnahmen

N: Nutzungsintegrierte Pflege oder Landwirtschaft

 Grünland zu Magerrasen / Heide

 Grünland/Brachen zu lichtem Laubwald / Moorwald

 Nadelwald zu Laubwald

 Rückbau Siedlung, Sukzession

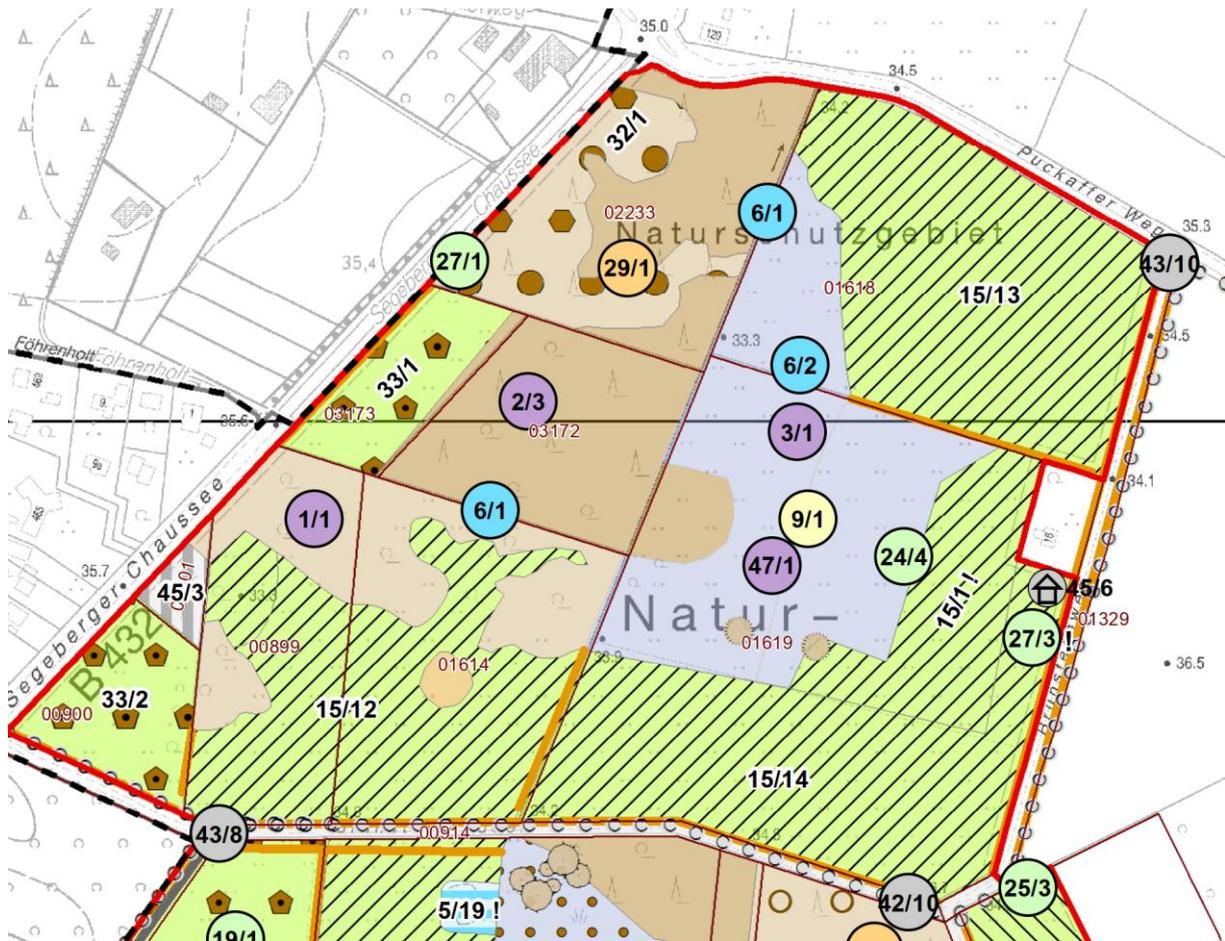
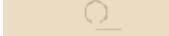


Abbildung II.2: Auszug aus Karte 13 "Entwicklungsmaßnahmen" des PEP

Tabelle II.1: Legende zu Abbildungen II.1 und II.2 (AfN 2017)

Farbe	Biotop-Typ (Karte 6)	Entwicklungsziel (Karte 12)
	Birken-Bruch- bzw. -Moorwald nährstoff- armer Standorte	Sukzession
	Birken- und Espen-Pionier- oder Vorwald	Sukzession
	Fichtenforst	Nadelwald zu Laubwald
	Grünland, Wiesen, Feuchtwiesen	Nutzungsintegrierte Pflege oder Landwirtschaft
	Sonstiges mesophiles Grünland	Grünland zu lichtem Laub- wald / Moorwald
	Wollgras-Re- und Degenerationssta- dium von Hochmooren	Regelmäßige Pflegemaß- nahmen
	Wohn- oder Nebenstraße	Rückbau Siedlung, Sukzes- sion

Zahl	Entwicklungsmaßnahme (Karte 13)
45	Entfernung von baulichen Anlagen, Baumaterialien etc., Geländesanie- rung
46	Erhalt des Bestands an Erholungswegen
43	Erhalt/Erneuerung NSG-Schild
32	Rodung Nadelwald bzw. standortfremder Gehölzbestände, Um- wandlung zu Laubwald
33	Initialbegrünung zur Waldentwicklung, Sukzession Grünland zu Laubwald/Moorwald (Waldausgleich)
15	Entwicklung von artenreichem mesophilem bzw. feuchtem Grünland (Wiesen / Mähweiden)
12	Fortsetzung von Bewirtschaftungsverträgen auf mesophilem bis feuchtem Grünland
1	Verfüllung von Entwässerungsrinnen mit Torf
2	Anlage von kleinen Torfstichen / Senken
3	Bodenabtrag zur Anlage nährstoffarmer Feuchtbiotope/Flachge- wässer
4	Sicherung/Reparatur der Moordämme (z.T. mit Abflusssenke)
47	Mulchen von artenarmen Pfeifengras-Beständen (mit Abtransport der Streu)
29	Entfernen von standortfremden Nadelgehölzen (in Laubwald, Reihenpflanzungen)
24	Abzäunung von trittempfindlichen Biotopen (ggf. Teilflächen)
27	Entfernung von organischen Ablagerungen (Mist, Gartenabfälle etc.)
6	Überprüfung/Reparatur bzw. Neuanlage von Grabenstauen in Entwässerungsgräben oder Verfüllung mit Torf
9	Integration in rotierende Schafbeweidung

3. Formulierter Brief an Privateigentümer*innen

Vernässung im Wittmoor

Hamburg, 03.02.2025

Guten Tag,

Sie erhalten diese Nachricht, weil Sie ein Grundstück im nördlichen Teil des Wittmoor in Hamburg besitzen. Ich beschäftige mich mit der geplanten Wasserstandsanhebung in diesem Bereich und mache vorab Untersuchungen. Das heißt, dass dieses Gebiet stärker gestaut werden soll, was einige Flächen weiter vernässt und wieder „mooriger“ werden lässt. Die verpachteten und privaten Flächen sollen davon weitestgehend unberührt bleiben.

Zu meinen Aufgaben gehört auch, das Vorhaben mit allen Beteiligten abzustimmen und deren Anforderungen, Wünsche und Sichtweisen zu berücksichtigen. Da Ihr Grundstück in diesem Gebiet liegt, möchte ich gerne mit Ihnen sprechen. Es geht dabei vor allem um Ihre Ansichten zu dem Projekt, ich möchte gerne Ihre Absichten mit diesem Grundstück erfahren und welche Aspekte Ihnen zur geplanten Vernässung deshalb besonders wichtig sind, die wir berücksichtigen sollten. Mein Ziel ist es, damit Konflikten vorzubeugen und eine Lösung zu finden, die von allen Beteiligten akzeptiert werden kann.

Wären Sie bereit, mir in einem Gespräch ein paar Fragen dazu zu beantworten? Das kann schriftlich, telefonisch oder persönlich erfolgen – ich richte mich ganz nach Ihnen. Da die Umweltbehörde mir aus Datenschutzgründen keine Kontaktdaten weiterreichen darf, bin ich auf Ihre Rückmeldung angewiesen. Bitte schreiben Sie mir eine E-Mail an [REDACTED] und ich melde mich umgehend zurück. Sie wären eine große Hilfe und würden uns damit ermöglichen, Ihre Interessen früh in die Planung einzubeziehen. Über eine Rückmeldung und Gesprächsbereitschaft bin ich sehr dankbar!

Ich hoffe auf Antwort und bedanke mich für Ihre Zeit!

Mit freundlichen Grüßen

Fanny Weisser

4. Teilstrukturierte Fragebögen für Interviews

4.1 Teilstrukturierter Fragebogen für Interviews bei Behörden

1. Welche Behörde vertreten Sie?
2. Seit wann haben Sie diese Funktion inne? Welche Berührungspunkte hatten Sie bereits mit dem betreffenden Gebiet in Ihrer Aufgabe als Behördenvertreter*in?
3. Inwiefern ist Ihre Behörde am Wittmoor und den betreffenden oder angrenzenden Flächen beteiligt?
4. Liegen Teile des Gebiets in Ihrer Verwaltungszuständigkeit?
5. Was sind die Befugnisse Ihrer Behörde bezüglich des Gebiets?
6. Finden derzeit Maßnahmen Ihrerseits im Gebiet statt (z.B. Bauzaun)?
7. Welche Gesetze sind ihrerseits im Gebiet relevant, die bei einer Wasserstands-anhebung berücksichtigt werden müssen?
8. Ist der Pflege- und Entwicklungsplan für das Wittmoor (Stand 2017) für Ihre Arbeit von Bedeutung?
9. Was sind die Interessen Ihrer Behörde bezüglich des Gebiets? Welches Thema verfolgen Sie? Welche Ziele wurden diesbezüglich formuliert?
10. Was wäre eine für die Interessen Ihrer Behörde günstige Entwicklung im Gebiet?
11. Was ist zur Wahrung der Interessen Ihrer Behörde am Gebiet unbedingt zu beachten?
12. Was ist zur Wahrung der Interessen Ihrer Behörde am Gebiet unbedingt zu vermeiden?
13. Welche Aspekte/Interessen müssen Sie wiederum bei Ihrer Arbeit berücksichtigen, die auch hier relevant sein könnten?
14. Wünschen Sie, in diese Maßnahmen planerisch einbezogen zu werden und wenn ja, in welchem Umfang?
15. Gibt es in Ihrer Behörde weitere Personen, die in die vorbereitende Untersuchung, die Planung oder die Durchführung der Wasserstands-anhebung einbezogen werden sollten? Oder gibt es andere Behörden, die aufgrund Ihrer Befugnisse/Aufgaben in die Planung oder Durchführung einbezogen werden sollte?

4.2 Teilstrukturierter Fragebogen für Interviews mit privaten Grundstückseigentümer*innen

1. Welche Flächen besitzen Sie im entsprechenden Abschnitt des Wittmoors?
2. Seit wann sind Sie Eigentümer*in dieser Flächen?
3. (Wie) nutzen Sie das Grundstück?

4. Wie waren bislang die Bedingungen auf dem Grundstück? Ist die aktuelle Situation für Sie gut/akzeptabel/schlecht?
5. Welche Erfahrungen bezüglich Nässe, Vegetation und ähnlichen Veränderungen haben Sie gemacht? (z.B. Jahreszeitliche Einflüsse)
6. Inwiefern haben Sie die bisherigen Anstauungen mitbekommen und waren von deren Auswirkungen betroffen?
7. Wie verlief bisher der Kontakt zur Behörde? Stehen Sie in Austausch? Werden Sie über Veränderungen informiert?
8. Was müssen Sie als Grundstückseigentümer*in in einem Naturschutzgebiet erdulden? Wofür braucht es Ihre Zustimmung?
9. Was müssen Sie als Grundstückseigentümer*in in einem Naturschutzgebiet beachten? Inwiefern bestehen Einschränkungen hinsichtlich Nutzung, Verkauf, etc.?

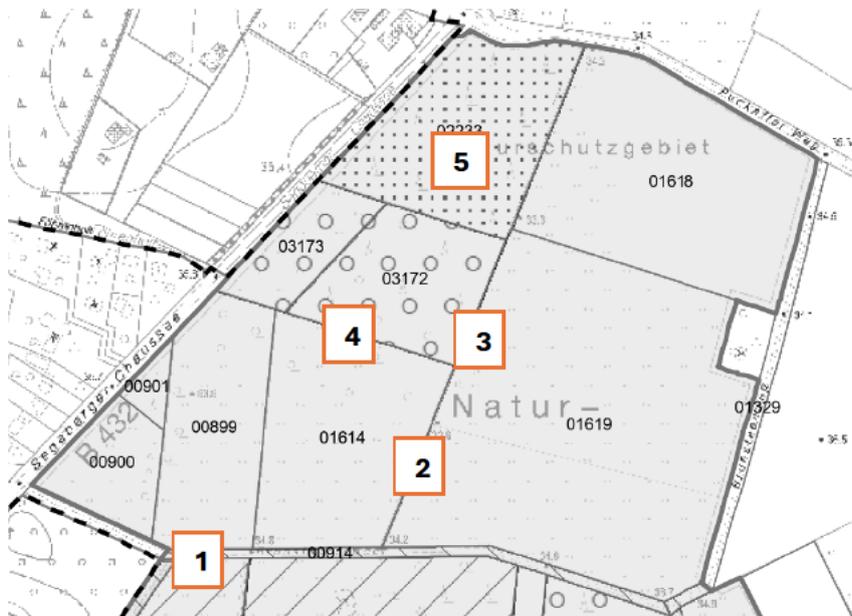
10. Was beabsichtigen Sie zukünftig mit dem Grundstück? Soll die aktuelle Nutzung aufrecht erhalten bleiben?
11. Was wäre hinsichtlich einer Anstauung im Moor für Sie wünschenswert? Was sollte nicht passieren?
12. (Inwiefern) möchten Sie in solche Projekte involviert werden?
13. Gibt es weitere Punkte, die Ihnen wichtig sind zu erwähnen?

5. Beispiel-Protokoll für Begehungen des untersuchten Gebiets

Protokoll vom 24.01.2025

Die Tage zuvor gab es wenig Niederschlag, überwiegend neblig oder klar. Durch Kälte weiterhin nasser Boden, wobei Rückgang des Wassers deutlich sichtbar war.

Stellen, von denen nachfolgend Fotos gezeigt werden:



1:



Noch ein Hochsitz. Blick auf „besondere Baumgruppe“ auf 1614.

2:



Übertritte aus Nebengraben auf 1614 (2x) und geflutete Wiese. Verwachsener Nebengraben auf der Strecke.

3:



Pferdemist im Wald unmittelbar vor Zusammenfluss der Gräben.

4:



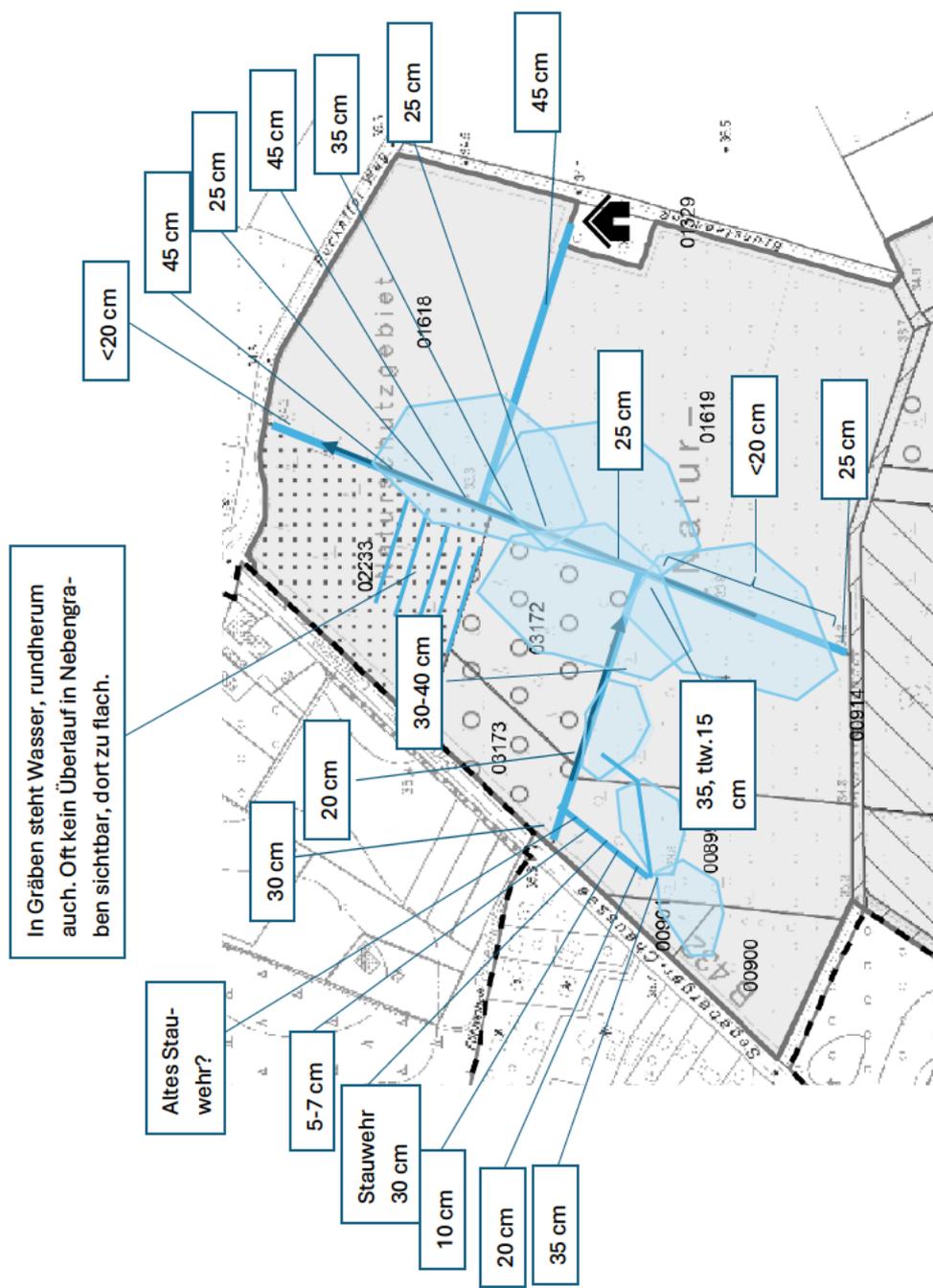
Schaum? Verwachsung im Graben (2x). Alte, trockene Grabenstruktur auf 899 mit Verwallung.

5:



Grabenstruktur im Wald entlang Grundstücksgrenze (südlichster Graben). Abzweig in parallelen Graben. Alle nicht sehr tief, aber mindestens feucht.

Gemessene Wasserstände:



Erkenntnisse bezüglich Wasser:

- Drohnfotos: Im Moorbereich 1619 und 1618 ist alles nass und hier liegt ein Teich.
- Grabenstruktur auf 2233: 2x parallel zum Nebengraben recht weit oben, unbekannt wie weit rein/hoch; mindestens 10x orthogonale Verbindung mit Nebengraben im Abstand 3-6m, unklar wie weit rein (Höhenbild vielleicht aussagekräftiger als Begehung)

6. Ergebnisse der experimentellen Ermittlung der Wasserqualität

Tabelle VI.1: Übersicht der meteorologischen und physikalischen Bedingungen sowie organoleptische Beobachtungen bei Probenahmen

Datum	Wetter	Lufttemperatur [°C]	Probenahmestelle	Bezeichnung	Wassertiefe [cm]	Aussehen	gärrig/fauliger Geruch	Weitere Hinweise
19.01.2025	sonnig	2,6	1	Nebengraben	30	hell, klar	mittel	viele Blasen, Fließbewegung
25.01.2025	bewölkt	5,7	1	Nebengraben	30	hell, klar	stark	viele Blasen
02.02.2025	neblig	1,6	1	Nebengraben	30	hell, klar	leicht	viele Blasen
09.02.2025	sonnig	3,8	1	Nebengraben	30	hell, klar	kein	viele Blasen
15.02.2025	bewölkt	1,4	1	Nebengraben	30	hell, klar	kein	viele Blasen
20.02.2025	bewölkt	4,2	1	Nebengraben	20	hell, klar	kein	viele Blasen
05.03.2025	sonnig	13,8	1	Nebengraben	30	hellbraun, klar	kein	viele Blasen
19.01.2025	sonnig	2,6	2	Sumpfgaben	35	braun, klar	mittel	vereist
25.01.2025	bewölkt	5,7	2	Sumpfgaben	30	braun, klar	kein	Larven
02.02.2025	neblig	1,6	2	Sumpfgaben	35	braun, klar	kein	Larven
09.02.2025	sonnig	3,8	2	Sumpfgaben	25	braun, klar	kein	Blasen
15.02.2025	bewölkt	1,4	2	Sumpfgaben	20	braun, klar	kaum	
20.02.2025	bewölkt	4,2	2	Sumpfgaben	20	braun, klar	kein	vereist
05.03.2025	sonnig	13,8	2	Sumpfgaben	10		kein	
19.01.2025	sonnig	2,6	3	Nebengraben	25	braun, klar	stark	vereist
25.01.2025	bewölkt	5,7	3	Nebengraben	25	braun, klar	leicht	Blasen
02.02.2025	neblig	1,6	3	Nebengraben	25	braun, klar	stark	
09.02.2025	sonnig	3,8	3	Nebengraben	30	braun, klar	stark	Blasen, Algenbewuchs
15.02.2025	bewölkt	1,4	3	Nebengraben	10		stark	vereist
20.02.2025	bewölkt	4,2	3	Nebengraben	5		entfällt	vereist
05.03.2025	sonnig	13,8	3	Nebengraben	0		entfällt	
19.01.2025	sonnig	2,6	4	Nebengraben	30	braun, klar	kaum	
25.01.2025	bewölkt	5,7	4	Nebengraben	30	braun, klar	kein	Blasen

Datum	Wetter	Lufttemperatur [°C]	Probenahmestelle	Bezeichnung	Wassertiefe [cm]	Aussehen	gärig/fauliger Geruch	Weitere Hinweise
02.02.2025	neblig	1,6	4	Nebengraben	30	hellbraun, klar	leicht	
09.02.2025	sonnig	3,8	4	Nebengraben	30	hellbraun, klar	kein	
15.02.2025	bewölkt	1,4	4	Nebengraben	25	hellbraun, klar	kein	Fließbewegung
20.02.2025	bewölkt	4,2	4	Nebengraben	25	hellbraun, klar	kein	Fließbewegung
05.03.2025	sonnig	13,8	4	Nebengraben	25	hell, klar	kein	Fließbewegung
19.01.2025	sonnig	2,6	5	Weidegraben	45	hellbraun, klar	kaum	vereist
25.01.2025	bewölkt	5,7	5	Weidegraben	40	hellbraun, klar	mittel	Blasen
02.02.2025	neblig	1,6	5	Weidegraben	35	braun, klar	mittel	Blasen, Larven
09.02.2025	sonnig	3,8	5	Weidegraben	30	braun, klar	kein	Larven
15.02.2025	bewölkt	1,4	5	Weidegraben	25	braun, klar	kein	vereist, Larven, Blasen
20.02.2025	bewölkt	4,2	5	Weidegraben	20	braun, klar	kein	vereist
05.03.2025	sonnig	13,8	5	Weidegraben	30	braun, klar	kein	
19.01.2025	sonnig	2,6	6	Nebengraben	25	braun, klar	kein	
25.01.2025	bewölkt	5,7	6	Nebengraben	30	braun, klar	kein	
02.02.2025	neblig	1,6	6	Nebengraben	25	hellbraun, klar	kein	
09.02.2025	sonnig	3,8	6	Nebengraben	25	hellbraun, klar	kein	Fließbewegung
15.02.2025	bewölkt	1,4	6	Nebengraben	20	braun, klar	kein	Fließbewegung
20.02.2025	bewölkt	4,2	6	Nebengraben	20	hellbraun, klar	kein	vereist
05.03.2025	sonnig	13,8	6	Nebengraben	25	braun, klar	kein	Blasen, Fließbewegung
20.02.2025	bewölkt	4,2	Mellingbek	Mellingbek	25	braun, klar	leicht	Fließbewegung, vereist
05.03.2025	sonnig	10,5	Mellingbek	Mellingbek	25	braun, klar	kein	Blasen, Fließbewegung
05.03.2025	sonnig	10,5	Twelenbek	Twelenbek	30		kein	Blasen
05.03.2025	sonnig	10,5	Moortgraben	Moortgraben	20		leicht	

Tabelle VI.2: Ergebnisse der Probenanalysen zu Temperatur, Leitfähigkeit, Sauerstoff, BSB₅ und pH-Wert. Farbliche Markierung zur Einordnung der Werte, falls Grenz-/Orientierungswert vorhanden (vgl. Kapitel 3.2)

Datum	Probenahmestelle	Bezeichnung	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Sauerstoff [mg/L]	Sättigung [%]	BSB ₅ [mg/L]	pH-Wert
19.01.2025	1	Nebengraben	5		6,80	53,3		6,50
25.01.2025	1	Nebengraben	6	623	6,80	54,8	0,80	6,50
02.02.2025	1	Nebengraben	7	517	6,80	56,2	0,99	6,30
09.02.2025	1	Nebengraben	7,4	440	6,62	55,2	0,49	6,30
15.02.2025	1	Nebengraben	7,2	426	6,23	51,8	0,13	6,40
20.02.2025	1	Nebengraben	6,1	383	5,98	48,9	0,47	6,30
05.03.2025	1	Nebengraben	7,4	395	6,33	52,2	0,80	6,40
19.01.2025	2	Sumpfgaben	3		1,10	8,2		5,00
25.01.2025	2	Sumpfgaben	3	86	2,30	17,1	2,00	5,00
02.02.2025	2	Sumpfgaben	4	125	1,70	13,0	0,72	5,50
09.02.2025	2	Sumpfgaben	3,4	88,5	0,83	6,4	-0,16	5,60
15.02.2025	2	Sumpfgaben	2,6	87,9	1,29	9,5	0,33	5,50
20.02.2025	2	Sumpfgaben	1	98,8	0,53	3,7	-0,19	5,30
05.03.2025	2	Sumpfgaben	5,9	88,8	2,05	16,7		5,00
19.01.2025	3	Nebengraben	3					5,50
25.01.2025	3	Nebengraben	4	249	1,50	11,5	1,50	5,50
02.02.2025	3	Nebengraben	4	297	1,80	13,8	0,86	5,50
09.02.2025	3	Nebengraben	4,2	120,3	0,20	1,6	-0,96	4,90
15.02.2025	3	Nebengraben						
20.02.2025	3	Nebengraben						
05.03.2025	3	Nebengraben						
19.01.2025	4	Nebengraben	2		3,20	23,1		6,00
25.01.2025	4	Nebengraben	4	357	3,30	25,2	0,80	5,50
02.02.2025	4	Nebengraben	5	466	4,80	37,7	0,08	6,20

Datum	Probenahmestelle	Bezeichnung	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Sauerstoff [mg/L]	Sättigung [%]	BSB5 [mg/L]	pH-Wert
09.02.2025	4	Nebengraben	5,1	380	4,54	35,1	-0,67	6,40
15.02.2025	4	Nebengraben	4,7	407	4,94	38,5	-0,07	6,40
20.02.2025	4	Nebengraben	2,3	346	4,19	30,6	-0,19	6,30
05.03.2025	4	Nebengraben	6	348	4,09	32,8	-0,23	6,20
19.01.2025	5	Weidegraben	1		2,20	15,5		5,50
25.01.2025	5	Weidegraben	4	120	2,40	18,3	2,40	5,50
02.02.2025	5	Weidegraben	4	205	2,70	20,6	1,53	5,50
09.02.2025	5	Weidegraben	4,3	110,5	1,63	12,1	0,42	6,30
15.02.2025	5	Weidegraben	1,7	96,8	0,42	3,1	-0,52	5,60
20.02.2025	5	Weidegraben	2,3	88,6	0,37	2,6	-0,40	5,40
05.03.2025	5	Weidegraben	6,6	88,5	0,57	4,7	-0,37	5,40
19.01.2025	6	Nebengraben	0		2,70	18,4		5,00
25.01.2025	6	Nebengraben	3	199	2,50	18,6	1,10	5,00
02.02.2025	6	Nebengraben	4	328	3,20	24,5	0,18	6,00
09.02.2025	6	Nebengraben	3,9	275	3,51	26,4	-0,30	5,80
15.02.2025	6	Nebengraben	2,5	351	3,95	28,5	0,08	6,30
20.02.2025	6	Nebengraben	1,2	312	2,84	19,9	0,31	6,35
05.03.2025	6	Nebengraben	6	190,2	3,71	29,9	0,41	5,80
20.02.2025	Mellingbek	Mellingbek	0,4	157,7	0,25	1,6		4,10
05.03.2025	Mellingbek	Mellingbek	2,6	91,5	2,99	22,0		4,40
05.03.2025	Twelenbek	Twelenbek	3,8	260	5,36	40,6		6,30
05.03.2025	Moorgraben	Moorgraben	3	202	9,03	67,0		6,40

Zur Farbgebung verwendete Grenzwerte:

Temperatur: 8°C (Anlage 7 Kapitel 2 OGWV)

BSB5: 4 mg/L (Anlage 7 Kapitel 2 OGWV)

Leitfähigkeit (Hochmoor): 200 µS/cm (Lizunova u. a. 2023)

pH: 5-6 (Niedermoor, gelb)

3,5-4,5 (Hochmoor, grün) (Schwoerbel & Brendelberger 2022)

Tabelle VI.3: Ergebnisse der Probenanalysen zu Phosphat, Ammonium, Nitrat, Nitrit, Gesamthärte und Carbonathärte. Farbliche Markierung zur Einordnung der Werte, falls Grenz-/Orientierungswert vorhanden (vgl. Kapitel 3.2)

Datum	Probenahmestelle	Bezeichnung	Phosphat [mg/L]	Ammonium [mg/L]	Nitrat [mg/L]	Nitrit [mg/L]	Gesamthärte [°dH]	Carbonathärte [°dH]
19.01.2025	1	Nebengraben	0,25	0,16	5,6	0,015		
25.01.2025	1	Nebengraben	0,25	0,16	2,3	0	8	5
02.02.2025	1	Nebengraben	2,00	0,47	2,3	0,023	8,2	5
09.02.2025	1	Nebengraben	1,50	0,31	0	0,023	7,5	5
15.02.2025	1	Nebengraben	1,50	0,31	0	0,0076	6,8	5,2
20.02.2025	1	Nebengraben	2,00	0,31	0	0	7	4,2
05.03.2025	1	Nebengraben	1,50	0,31	0	0	6,1	4,2
19.01.2025	2	Sumpfgaben	1,50	0,16	0	0		
25.01.2025	2	Sumpfgaben	1,50	0,16	0	0		
02.02.2025	2	Sumpfgaben	1,00	0,16	0	0		
09.02.2025	2	Sumpfgaben	1,00	0,16	0	0		
15.02.2025	2	Sumpfgaben	1,00	0,16	0	0		
20.02.2025	2	Sumpfgaben	1,00	0,31	0	0		
05.03.2025	2	Sumpfgaben						
19.01.2025	3	Nebengraben	1,00	0,16	0	0		
25.01.2025	3	Nebengraben	0,50	0,47	0	0		
02.02.2025	3	Nebengraben	0,75	0,31	0	0		
09.02.2025	3	Nebengraben	1,00	0,31	0	0		
15.02.2025	3	Nebengraben						
20.02.2025	3	Nebengraben						
05.03.2025	3	Nebengraben						
19.01.2025	4	Nebengraben	0,50	0,16	0	0,023		
25.01.2025	4	Nebengraben	0,50	0,31	0	0,015		
02.02.2025	4	Nebengraben	1,00	0,47	0	0,03	6,8	3,4

Datum	Probenahmestelle	Bezeichnung	Phosphat [mg/L]	Ammonium [mg/L]	Nitrat [mg/L]	Nitrit [mg/L]	Gesamthärte [°dH]	Carbonathärte [°dH]
09.02.2025	4	Nebengraben	1,00	0,31	0	0,015	7	4
15.02.2025	4	Nebengraben	1,00	0,31	0	0,015	6,2	3,6
20.02.2025	4	Nebengraben	1,50	0,31	0	0,015	6,8	3,6
05.03.2025	4	Nebengraben	1,00	0,16	0	0	5,8	3,2
19.01.2025	5	Weidegraben	0,75	0,16	0	0		
25.01.2025	5	Weidegraben	0,75	0,16	0	0		
02.02.2025	5	Weidegraben	1,00	0,16	0	0		
09.02.2025	5	Weidegraben	0,50	0,16	0	0	3,2	1,9
15.02.2025	5	Weidegraben	0,50	0,16	0	0		
20.02.2025	5	Weidegraben	0,75	0	0	0		
05.03.2025	5	Weidegraben	0,50	0	0	0		
19.01.2025	6	Nebengraben	0,50	0,31	0	0		
25.01.2025	6	Nebengraben	0,75	0,16	0	0		
02.02.2025	6	Nebengraben	0,75	0,31	0	0,023	4,6	2
09.02.2025	6	Nebengraben	0,50	0,16	0	0		
15.02.2025	6	Nebengraben	0,75	0,31	0	0,015	5	2,6
20.02.2025	6	Nebengraben	1,00	0,16	0	0,03	5,6	2,6
05.03.2025	6	Nebengraben	0,75	0,16	0	0		
20.02.2025	Mellingbek	Mellingbek	0,75	0,16	0	0		
05.03.2025	Mellingbek	Mellingbek	0,75	0,16	0	0		
05.03.2025	Twelenbek	Twelenbek						
05.03.2025	Moorgraben	Moorgraben						

Zur Farbgebung verwendete Grenzwerte:

Ammonium: 1 mg/L (Graw 2011)

Nitrat: 2,5 mg/L (Umweltbundesamt 2017)

Nitrit: 0,03 mg/L (Anlage 7 Kapitel 2 OGewV)

7. Zusammenfassungen der geführten Interviews

7.1 Oberste Waldbehörde am 14.01.2025

Die Person vertrete die Oberste Waldbehörde der BUKEA seit Jahren und kenne das betreffende Gebiet. Gesetzlich sei hier das Hamburger Landeswaldgesetz relevant, insbesondere bezüglich der Wald-Umwandlung. Das Verwaltungsvermögen Forst gehöre nicht zur Obersten Waldbehörde, dieses liege für die Flächen 3172 und 3173 beim Bezirksamt Wandsbek. Es sei ursprünglich der Umweltbehörde zugewiesen worden, wurde im Zuge der Entflechtung aber auf die Bezirksämter verteilt und wird von den Forstrevieren betreut. Die Oberste Waldbehörde sei aber genehmigungsrechtlich für die Wälder auf allen Flächen zuständig. Der Forstbezirk betreue und pflege die eigenen Flächen. Von diesem müsse man keine Genehmigung zur Waldumwandlung einholen, Vorhaben sollten aber abgesprochen werden. Da die Revierförster ihr Gebiet sehr gut kennen, sollte auf ihr Wissen bei der Vorhabensbeurteilung mit zurückgegriffen werden. Ob und in welchem Umfang Waldausgleich bei einer Wiedervernässung stattfinden muss, sollte man zunächst bei einer Ortsbesichtigung versuchen einzuschätzen. Dazu müsse ermittelt werden, ob Waldbäume und welcher Anteil der Waldfläche eine Wasserstandsanhhebung nicht längerfristig überstehen würde. Die im PEP vorgesehene Rodung der Fichten sei aber eine sehr rabiante Lösung und sollte nicht in Betracht gezogen werden, ein sukzessiver Waldumbau sei vorzuziehen. Grundsätzlich solle aber der Wald möglichst erhalten bleiben, zumal er auch eine Klimawirkung habe. Bei einem abgestimmten PEP seien die Inhalte grundsätzlich mit allen zuständigen Behörden abgesprochen worden, was aber nicht immer so zuträfe, der PEP sei aber eigentlich für sie verbindlich. Gerade deshalb sollte man vor Ergreifen von Maßnahmen diese abstimmen. Das Flurstück 3173 sei ursprünglich im Waldvermehrungsprogramm geplant gewesen, läge aber immer noch als Wiese vor. Es gäbe leider keine Informationen mehr darüber, warum die Waldvermehrung nicht weiter verfolgt wurde, ein Pachtvertrag bestehe nicht. Die Person wünscht, in Planungen auch vor Antrag der Genehmigung einbezogen zu werden. Darüber hinaus empfiehlt sie bei einer Betroffenheit von landwirtschaftlichen Flächen die in der Abteilung Landwirtschaft zuständigen Kolleg*innen wegen der Pachtverhältnisse zu kontaktieren.

7.2 Wasserbehörde am 21.01.2025

Die interviewte Person arbeite erst seit Kurzem in der Wasserbehörde des Bezirksamts Wandsbek und habe sich im Vorfeld des Gesprächs bei den Kolleginnen und Kollegen der Abteilung zum Sachverhalt informiert. Die Wasserbehörde des Bezirksamtes sei zuständig für das Gebiet, ihr Interesse belaufe sich auf einen guten Zustand der Gewässer und intakte Wasserführung. Sofern also die Gewässergüte nicht beeinträchtigt sei und würde und es keine Beschwerden über bspw. mangelnde Entwässerung von Grundstücken gäbe, sei von ihrer Seite alles in Ordnung. Da es sich nur um zeitweise wasserführende Gräben handele, bräuchte es bei einem Anstau von ihnen keine Genehmigung, das sei Sache der angrenzenden Flächeneigentümer*innen. Sollten die

Maßnahmen aber Auswirkungen auf den Wittmoorgraben oder den Tangstedter Graben haben, möchten sie planerisch einbezogen werden. Relevante Gesetze seien insbesondere das Hamburgische Wassergesetz und unter Umständen auch das Hamburger Wegegesetz. Denn für den Straßenabfluss sei die Straßenmeisterei zuständig. Die habe den Unterhalt dieses Abschnitts der Segeberger Chaussee der Autobahnmeisterei Othmarschen übergeben, welche kürzlich bei einer gemeinsamen Begehung und Problemlösung beteiligt gewesen seien. Kontaktdaten zu beteiligten Mitarbeitenden der Autobahnmeisterei wurden übergeben. Gegenüber des Naturschutzgebiets an der Segeberger Chaussee gibt es einen kleinen Ausschnitt, der noch Hamburger Gebiet ist, das betrifft schätzungsweise 15 Wohnhäuser (siehe Abbildung VII.1). Anwohner*innen dieses Gebiets hätten über mangelnden Abfluss des Niederschlags auf ihren Grundstücken geklagt. Diese lägen deutlich tiefer als die Straße, weshalb sich dort das Wasser sammelte. Dieses würde in die Verrohrung unter dem Radweg der Segeberger Chaussee gepumpt, welche vorwiegend die Straße entwässere. Die Verrohrung führe dann unter der Segeberger Chaussee hindurch und sei ebendiese, welche an Standort 3 ins Naturschutzgebiet Wittmoor austritt. Es seien daran keine landwirtschaftlichen Flächen angeschlossen, nur der Oberflächenabfluss der Segeberger Chaussee und ihrer Rad- und Fußwege im Hamburger Abschnitt. Die Einleitung der Anwohner*innen sei nicht genehmigt. Nun sei seit letztem Herbst der Abfluss nicht ausreichend erfolgt, es habe Beschwerden der Anwohner*innen gegeben. Die Beteiligten hatten vermutet, dass der angeschlossene Graben im Wittmoor das Wasser nicht ausreichend abführe. Mitarbeiter*innen der Straßenmeisterei und des Forstbezirks hätten den Graben daher im Herbst neu ausgehoben und vertieft. Das habe die Probleme aber nicht beseitigt, weshalb kürzlich eine Begehung mit der Autobahnmeisterei und der Wasserbehörde des Bezirks erfolgte. Dabei sei herausgekommen, dass in der Sedimentationskammer, welche unter dem Radweg der Segeberger Chaussee verbaut sei, und das Wasser vorreinigen solle, eine Verstopfung der Rohrleitung vorlag und diese der Grund für den mangelnden Abfluss sei. Das Problem sei behoben worden, damit sei der Abfluss wieder gewährleistet und der Graben im Wittmoor offenbar nicht ursächlich beteiligt. Der Bauzaun stehe dort als Absturzsicherung für den Fuß- und Radweg, da der Hang abgerutscht sei. Darum wolle sich die Autobahnmeisterei kümmern und den Hang sichern. Es seien hier keine Rohre von Hamburg Wasser verlegt, diese müssten also nicht einbezogen werden.



Abbildung VII.1: zu vernässendes Gebiet an der Segeberger Chaussee (rot) und gegenüberliegender Siedlungsabschnitt (innerhalb schwarzer Linie) mit Verrohrung/Gräben (grün). Ausschnitt aus (Geoportal, 2025), bearbeitet.

Die Verrohrung ist im Geoportal der Stadt Hamburg einzusehen, wobei oftmals nicht zwischen Rohren und Gräben unterschieden werde und es auch sogenannte „verrohrte Gräben“ gebe. Die grünen Linien und Punkte in den Abbildungen stellen also beides dar. Es sei auch der Abfluss an Standort 10 verzeichnet, jedoch nicht ganz eindeutig (siehe Abbildung VII.2). Der Einschätzung der Wasserbehörde nach sei es am wahrscheinlichsten, dass das Wasser aus dem Nebengraben zurück zur Segeberger Chaussee und dann entlang der Straße Halenrigge in die Vorflut Tangstedter Graben fließe.

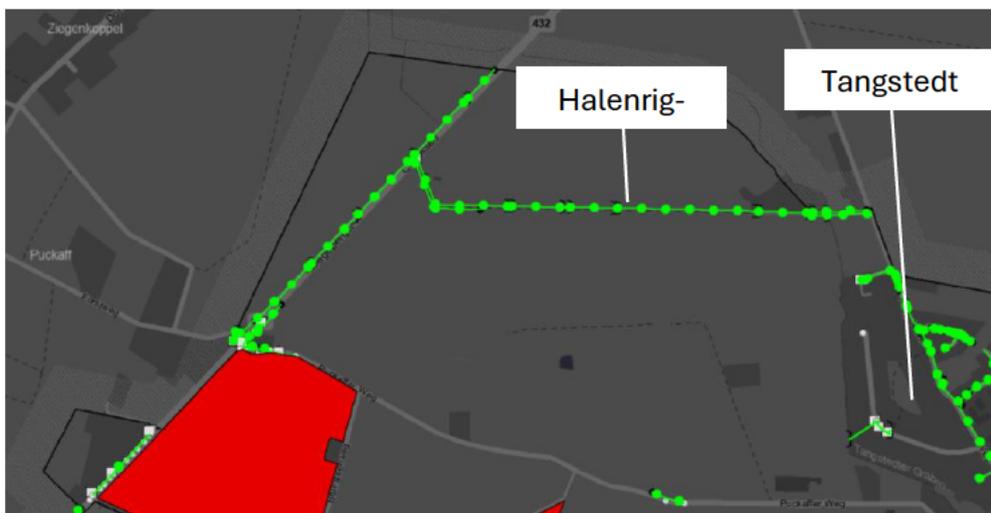


Abbildung VII.2: Größerer Ausschnitt mit Verrohrung/Gräben (grün) entlang Halenriggen nach Tangstedt. Ausschnitt aus (Geoportal, 2025), bearbeitet.

7.3 Referat Management der Hamburger NSG der AN am 24.01.2025

Zu den im Untersuchungsgebiet durchgeführten Staumaßnahmen sei nichts Näheres bekannt. Der Teich im Moorgebiet müsse um 2010 herum ausgebaggert worden sein, keine exakten Daten sind bekannt. Die Verwendung von Kunststoffen sollte möglichst vermieden werden, da aktuell mit schädlichen Einflüssen gerechnet werden muss, z.B. PFAS [Anmerkung: es werden aktuell auch Kunststoffspundwände in Hamburger NSG eingebaut, kein Ausschlusskriterium]. Die dort vorkommenden bedrohten Tierarten (z.B. Ringelnatter und Kreuzotter) würden durch eine langsame Wasserstandsanhhebung vermutlich nicht gefährdet, da sie alle gut fliehen könnten. Sollte die Wiedervernässung den Lebensraum der Tiere dauerhaft unbewohnbar machen, seien in den angrenzenden Flächen des Wittmoor ausreichend Ausweich-Räume gegeben. Ggf. sei dennoch eine FFH-Vorprüfung erforderlich.

8. Verwendete Auszüge aus dem Geoportal der Stadt Hamburg

Im Folgenden weitere verwendeten Auszüge aus dem Geoportal des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung (LGV) der Stadt Hamburg mit den entsprechenden Suchworten. Legenden sind, wenn nötig, direkt im Bild eingetragen.



Abbildung VIII.1: Historische Karte „Jahrgang 1940–1950“ (LGV Hamburg 2025)

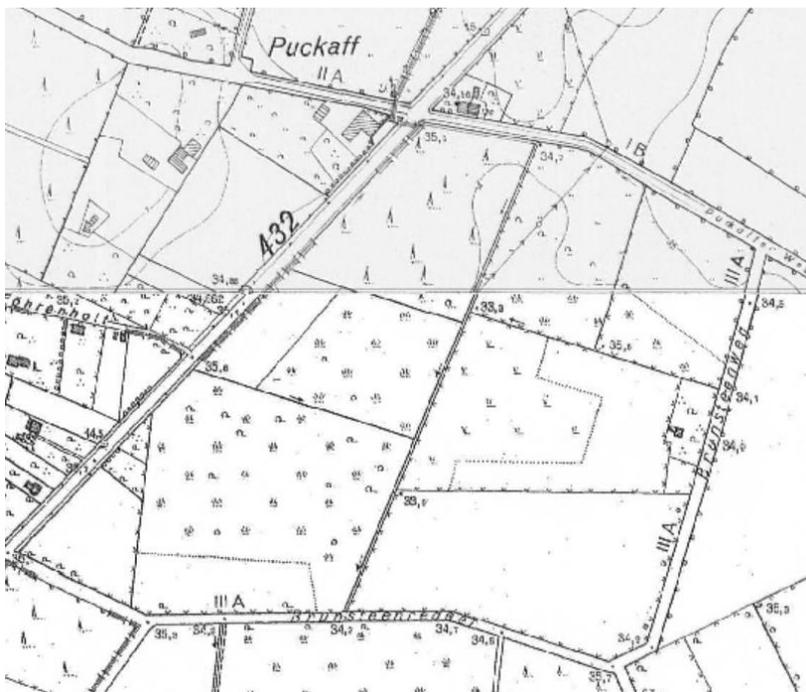


Abbildung VIII.2: Historische Karte „Jahrgang 1950–1960“ (LGV Hamburg 2025)

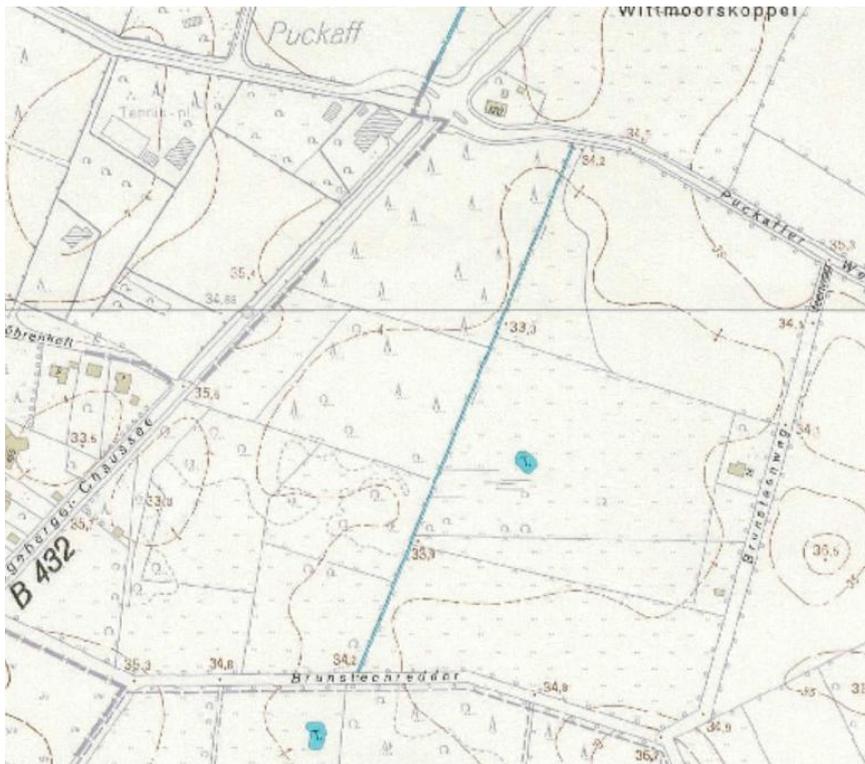


Abbildung VIII.3: Historische Karte „Jahrgang 1990-2000“ (LGV Hamburg 2025)

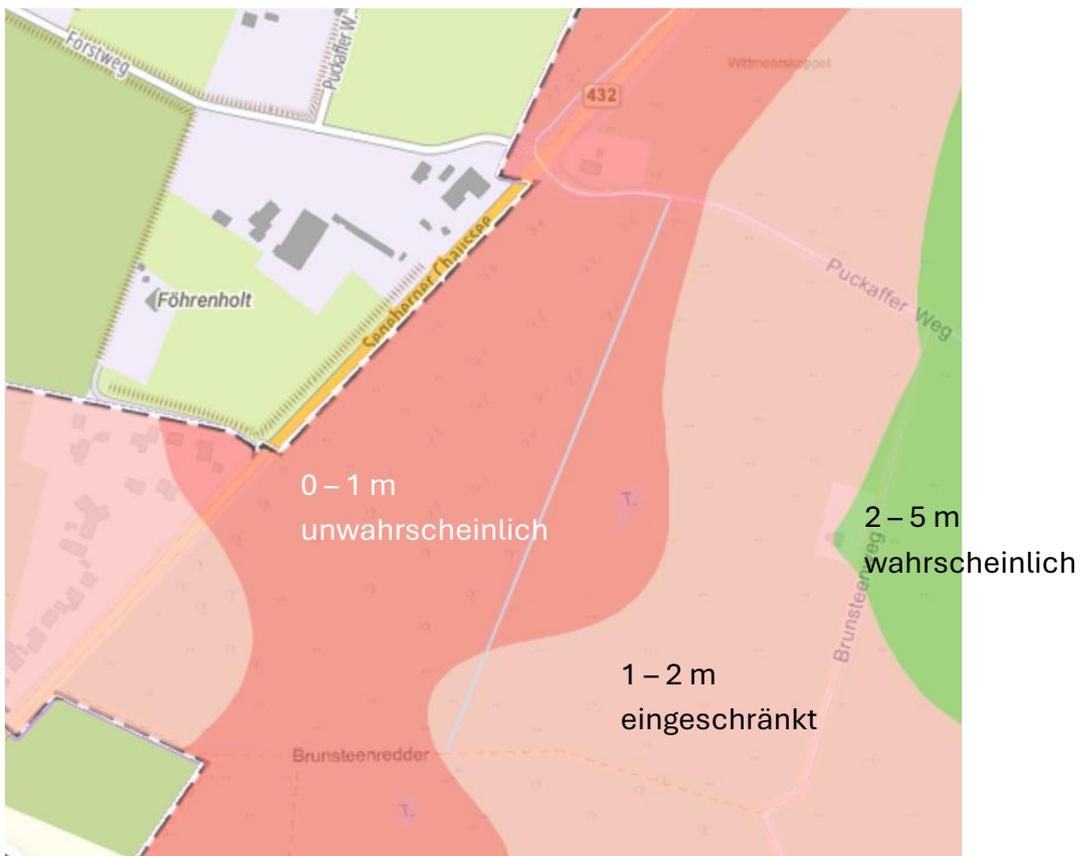


Abbildung VIII.4: „Versickerungspotenzial“ mit versickerungsfähiger Tiefe (LGV Hamburg 2025, bearbeitet)

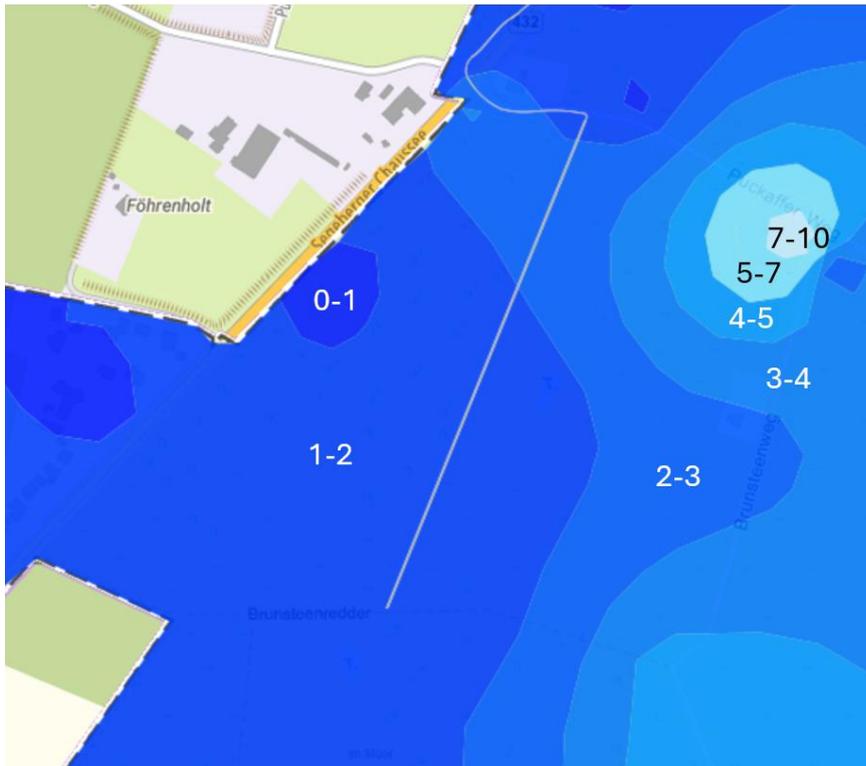


Abbildung VIII.5: „Grundwasser-Flurabstand Min“ in Meter (LGV Hamburg 2025, bearbeitet)

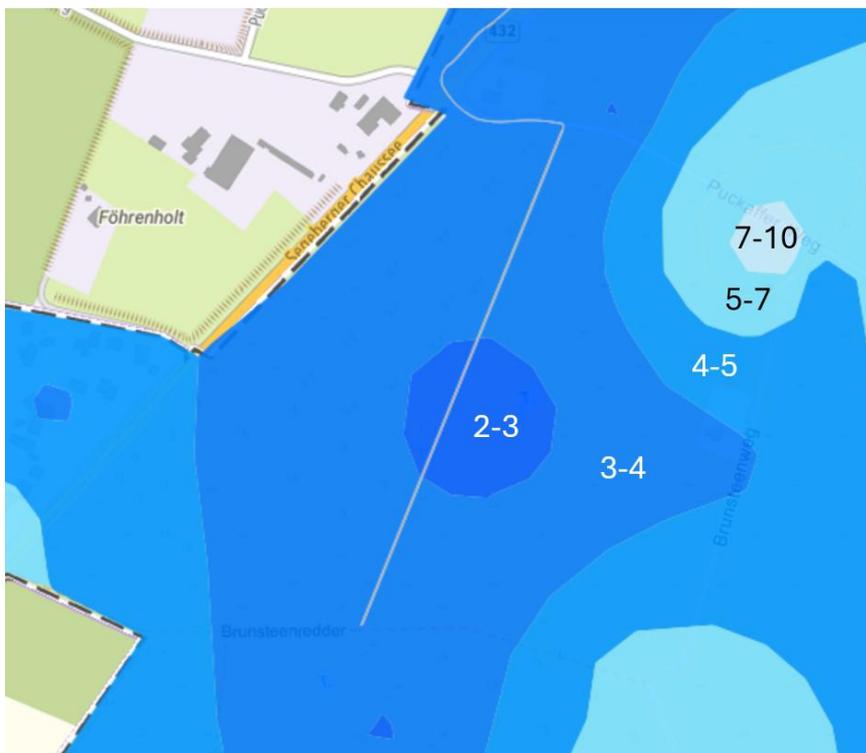


Abbildung VIII.6: „Grundwasser-Flurabstand Max“ in Meter (LGV Hamburg 2025, bearbeitet)

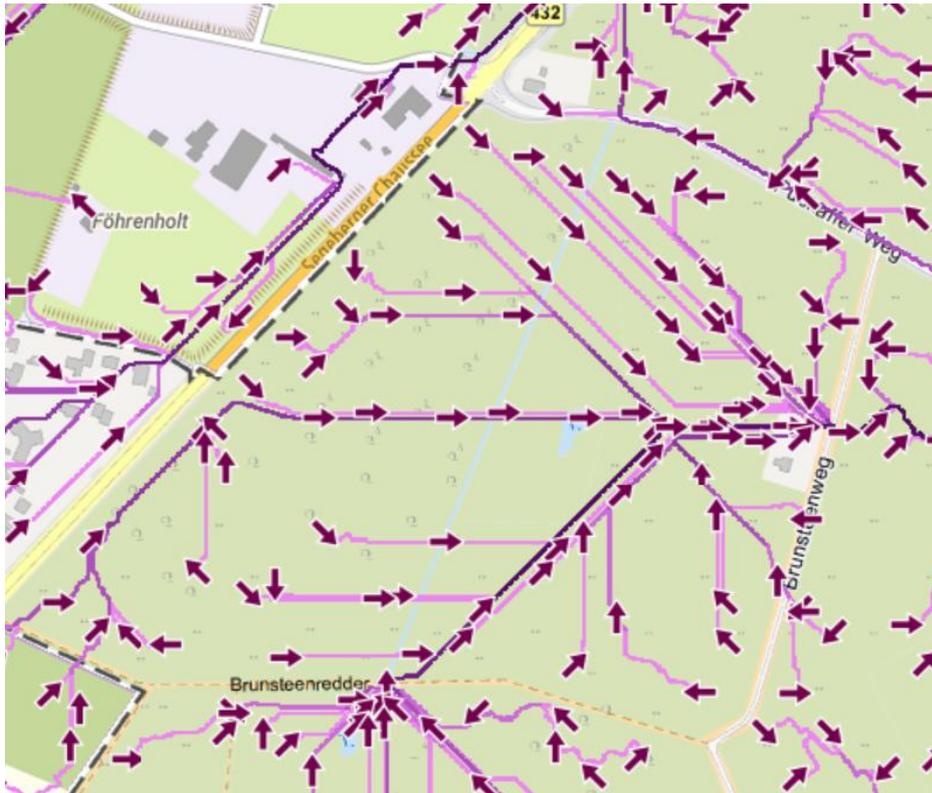


Abbildung VIII.7: Starkregenhinweiskarte „Fließwege & Fließpfeile“ (LGV Hamburg 2025)

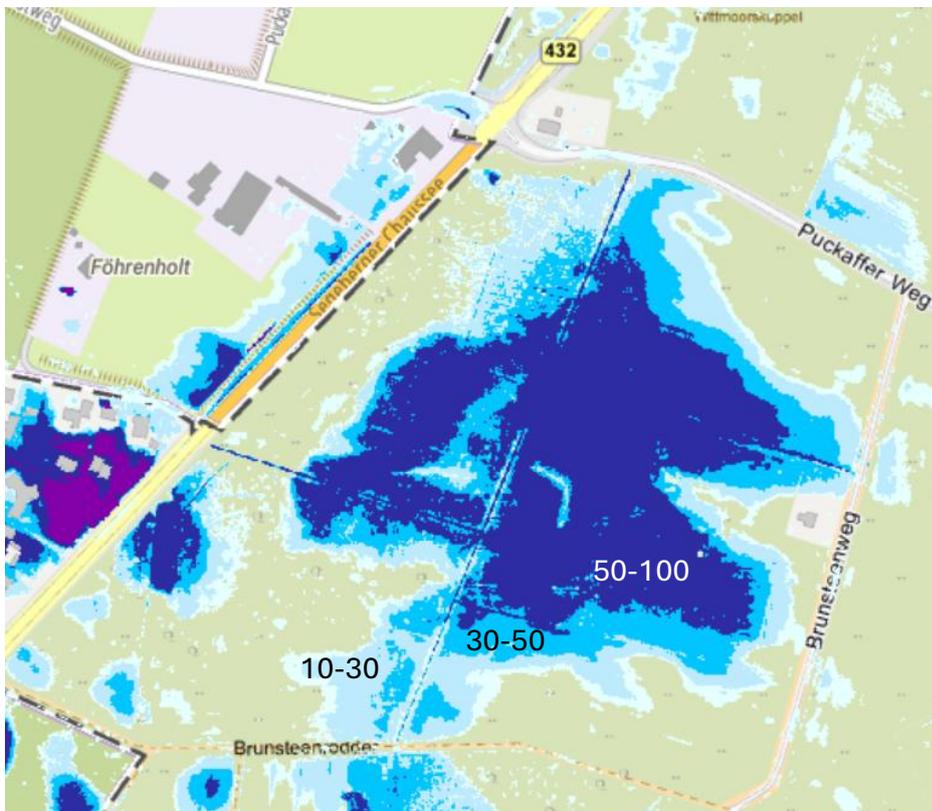


Abbildung VIII.8: Starkregenhinweiskarte „Senkentiefen“ in Zentimeter (LGV Hamburg 2025, bearbeitet)