

SuedLink

BBPIG-Vorhaben 3, HGÜ-Verbindung Brunsbüttel - Großgartach
BBPIG-Vorhaben 4, HGÜ-Verbindung Wilster - Bergrheinfeld/West
Leitung-Nr.: LH-16-10001 / LH-16-10002

Vorhabenträger:



Ersteller:



Vössing Ingenieurgesellschaft mbH
Am Marstall 1a
30159 Hannover

DokumentenzahlNr.: A100-VIN-004210

Planfeststellung

Planfeststellungsabschnitt B1 von km 0+000 bis 67+619

Unterlagen nach § 21 NABEG Teil L06.1 Hydrogeologisches Fachgutachten

00	28.08.2023	Unterlage nach § 21 NABEG	FocSeb, WieMir, KosMan, MueFre	TronTon	BriKat
Vers.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Festgestellt nach § 24 NABEG

Soweit im Planfeststellungsbeschluss im Kapitel
A.II.1.

festgestellt

Bonn, den 30.09.2025

Im Auftrag


Daniel Matz



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Tabellenverzeichnis.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	6
Anhang- und Anlagenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
1 Einleitung	10
1.1 SuedLink	10
1.2 Einordnung der Unterlage	10
1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments.....	10
1.4 Rechtlicher und fachlicher Rahmen.....	11
1.4.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG).....	11
1.4.2 Länderspezifische Regelungen.....	11
1.4.3 Technische und fachliche Regelwerke.....	11
1.4.4 Untersuchungsrahmen (UR) und inhaltliche Vorgaben	11
1.4.5 Veranlassung des hydrogeologischen Fachgutachtens	13
1.5 Datengrundlagen.....	13
1.6 Methodik und Vorgehensweise	14
2 Hydrogeologische Verhältnisse	16
2.1 Untergrundaufbau	16
2.2 Grundwasserleiter, Grundwasserhemmer, Deckschichten	18
2.3 Geohydraulische Parameter.....	24
2.4 Grundwasserneubildung	25
2.5 Grundwasserstände, Grundwasser-Strömungsverhältnisse	27
2.5.1 Grundwasserstände	27
2.5.2 Grundwasserströmungsrichtung	30
2.5.3 Grundwasserflurabstände.....	30
2.6 Grundwasserbeschaffenheit.....	32
2.6.1 Allgemeine Charakterisierung.....	33
2.6.2 Vor-Ort Parameter	34
2.6.3 Nährstoffe.....	35
2.6.4 Metalle.....	36
2.6.5 BTEX.....	36
2.6.6 LHKW.....	37
2.6.7 PSM	37

3	Grundwasserkörper und Schutzgebiete.....	38
3.1	Grundwasserkörper Wümme Lockergestein Links	39
3.1.1	Ist-Zustandsbeschreibung.....	39
3.1.1.1	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	39
3.1.1.2	Abschätzung der Wasserbilanz.....	41
3.1.1.3	Mengenmäßiger und chemischer Zustand	42
3.2	Grundwasserkörper Böhme Lockergestein Rechts.....	43
3.2.1	Ist-Zustandsbeschreibung.....	43
3.2.1.1	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	43
3.2.1.2	Abschätzung der Wasserbilanz.....	44
3.2.1.3	Mengenmäßiger und chemischer Zustand	46
3.3	Grundwasserkörper Untere Aller Lockergestein Links	46
3.3.1	Ist-Zustandsbeschreibung.....	46
3.3.1.1	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	46
3.3.1.2	Abschätzung der Wasserbilanz.....	48
3.3.1.3	Mengenmäßiger und chemischer Zustand	49
3.4	Grundwasserkörper Leine Lockergestein Links	49
3.4.1	Ist-Zustandsbeschreibung.....	49
3.4.1.1	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	49
3.4.1.2	Abschätzung der Wasserbilanz.....	50
3.4.1.3	Mengenmäßiger und chemischer Zustand	51
3.5	Wasserschutzgebiet Rotenburg-Stadt	51
3.5.1	Lagebeschreibung	51
3.5.2	Geologie	52
3.5.3	Hydrogeologie	53
3.5.3.1	Grundwasser-Dynamik	54
3.5.3.2	Flurabstand und Grundwasserstände	54
3.5.3.3	Grundwasserneubildung	55
3.5.3.4	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung	55
3.5.4	Wasserfassungen.....	56
3.6	Quellen und Heilquellen	57
3.7	Eigenwasserversorgungen	57
4	Auswirkungsprognose	58
4.1	Technische Planung.....	58
4.2	Darstellung Wirkfaktoren der Baumaßnahme auf das Schutzgut Wasser.....	58

4.3	Baubedingte Auswirkungen.....	59
4.3.1	Grundwasserkörper	71
4.3.1.1	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung.....	71
4.3.1.2	Wasserbilanz	72
4.3.1.3	Einzugsgebiet der Wasserhaltungen	75
4.3.1.4	Dränagewirkungen und Änderung von Grundwasserfließmechanismen.....	76
4.3.1.5	Grundwasserbeschaffenheit	76
4.3.1.6	Altlasten und Altlastenverdachtsflächen.....	79
4.3.1.7	Grundwasserabhängige Landökosysteme	80
4.3.1.8	Wasserschutzgebiet Wasserwerk Rotenburg.....	83
4.3.1.9	Quellen und Heilquellen.....	87
4.3.1.10	Eigenwasserversorgung	87
4.4	Schutzmaßnahmen	89
4.4.1	Grundwasserkörper, Wasserschutzgebiet, Quelle, Heilquelle und Eigenwasserversorgung	90
4.4.1.1	Maßnahmen hinsichtlich Grundwasserdargebot	90
4.4.1.2	Maßnahmen hinsichtlich Grundwasserbeschaffenheit	91
4.4.1.3	Maßnahmen hinsichtlich Altlasten.....	92
4.4.2	Monitoring Beweissicherung	92
4.5	Zusammenfassung.....	92
5	Verzeichnisse	98
5.1	Literaturverzeichnis	98
5.2	Quellenverzeichnis	100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Inhaltliche Vorgaben für hydrogeologische Gutachten	12
Tabelle 1-2:	Gebietsspezifische Datengrundlage (Abschnitt B1)	14
Tabelle 2-1:	Relevante, angetroffene hydrostratigraphische Einheiten im Trassenkorridor PFA B1 gemäß GeoFakten 21 (LBEG (Hrsg.) 2011a)	20
Tabelle 2-2:	Zusammenfassung relevanter Daten der NLWKN-Grundwassermessstellen (NLWKN (Hrsg) 2022)	27
Tabelle 2-3:	Stammdaten der beprobten Grundwassermessstellen.....	32
Tabelle 3-1:	Einteilung der Grundwasserverfügbarkeit und des Nutzungsdruckes in Klassen (LBEG (Hrsg.) 2022).....	39
Tabelle 3-2:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf.....	41
Tabelle 3-3:	Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Wümme Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b; MU Niedersachsen).....	42
Tabelle 3-4:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf.....	44
Tabelle 3-5:	Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Böhme Lockergestein Rechts (LBEG (Hrsg.) 2022b; MU Niedersachsen).....	46
Tabelle 3-6:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf.....	47
Tabelle 3-7:	Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Untere Aller Lockergestein Links (MU Niedersachsen; NLWKN (Hrsg.) 2021)	49
Tabelle 3-8:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf.....	50
Tabelle 3-9:	Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Leine Lockergestein Links (MU Niedersachsen; NLWKN (Hrsg.) 2021)	51
Tabelle 3-10:	Ausbaudaten und mittlere Fördermenge der Brunnen im WSG Rotenburg-Stadt	56
Tabelle 4-1:	Wirkfaktoren (Schutzgut Wasser)	59
Tabelle 4-2:	Auswirkungen aufgrund von Baumaßnahmen	60
Tabelle 4-3:	Relative Betrachtung der Fläche von Auswirkungen	72
Tabelle 4-4:	Mengenmäßige Auswirkungen	72
Tabelle 4-5:	Temporäre mengenmäßige Auswirkungen auf Teilkörper.....	73
Tabelle 4-6:	Temporäre Verringerung der Grundwasserneubildung	74
Tabelle 4-7:	Dauerhafte mögliche Grundwasserneubildungsreduzierung	75
Tabelle 4-8:	Von der Trasse gekreuzte grundwasserabhängige Landökosysteme	80
Tabelle 4-9:	Prüfung relevanter Verbotstatbestände und Genehmigungspflichtige Maßnahmen im WSG Rothenburg (Wümme)	84
Tabelle 4-10:	Zusammenfassung möglicherweise betroffene Eigenentnahmen	87
Tabelle 4-11:	Zusammenfassung Wasserfassungen im Arbeitsstreifen.....	88
Tabelle 4-12:	Vorsorgende Schutzmaßnahme(n).....	89
Tabelle 4-13:	Zusammenfassende Übersicht zu vorhabenbedingten Auswirkungen und Schutzmaßnahmen.....	93

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Tiefenlage der Quartärbasis (LBEG (Hrsg.) 2011a, 2017).....	17
Abbildung 2-2:	Grundwasserkörper und hydrogeologische Teilräume nach (LBEG (Hrsg.) 2007) bzw. (LBEG (Hrsg.) 2018a)	19
Abbildung 2-3:	Hydrostratigraphisch interpretierte Karte (basierend auf (LBEG (Hrsg.) 2011b) und (LBEG (Hrsg.) 2013)	22
Abbildung 2-4:	Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit des Feinkornanteils.....	24
Abbildung 2-5:	Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit vom Feinkornanteil sowie der Trockendichtekategorie.....	25
Abbildung 2-6:	Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet - Jahresmittelwerte der Zeitreihe 1981 – 2010 (LBEG (Hrsg.) 2022a).....	26
Abbildung 2-7:	Potenzielle Dränggebiete nach (LBEG (Hrsg.) 2021b).	31
Abbildung 2-8:	Hydrogeochemische Klassifizierung der Grundwasserproben im Piper Diagramm	34
Abbildung 3-1:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Wümme Lockergestein Links	40
Abbildung 3-2:	Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Wümme Lockergestein Links	41
Abbildung 3-3:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Böhme Lockergestein Rechts.....	43
Abbildung 3-4:	Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Böhme Lockergestein Rechts (LBEG (Hrsg.) 2022b)	45
Abbildung 3-5:	Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Untere Aller Lockergestein Links.....	47
Abbildung 3-6:	Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Untere Aller Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b)	48
Abbildung 3-7:	Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Leine Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b)	50
Abbildung 3-8:	Lage des WSG Rotenburg-Stadt mit den verschiedenen Schutzzonen, den Förderbrunnen und Grundwassermessstellen.....	52
Abbildung 3-9:	Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit von der maximalen Tiefe der Probenahme	53
Abbildung 3-10:	Grundwasserganglinie in den GWM SR 48a und SR 51a von Oktober 2018 bis März 2023	55
Abbildung 3-11:	Fördermengen aus den Brunnen des WSG Rotenburg-Stadt von 2014-2021	57
Abbildung 4-1:	Versalzung gemäß (LBEG (Hrsg.) 1987) im Bereich des Planfeststellungsabschnitts B1.....	78
Abbildung 4-2:	Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 4+670 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung.....	81
Abbildung 4-3:	Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 4+890 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung.....	81

Abbildung 4-4:	Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 13+910 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung.....	82
Abbildung 4-5:	Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 14+180 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung.....	82
Abbildung 4-6:	Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 50+400 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker.....	83

Anhang- und Anlagenverzeichnis

Anhang 1:	Bewertung Quelle
Anhang 2:	Grundwasserstands-Eigenmessungen
Anhang 3:	Ergebnisse Grundwasserbeschaffenheit
Anlage 1:	Übersichtsplan
Anlage 2:	Hydrostratigraphische Profilschnitte
Anlage 3:	Grundwasser Ganglinien und klimatische Wasserbilanz
Anlage 4:	Darstellung der Grundwasserganglinien der Eigenmessungen
Anlage 5:	Grundwassergleichenplan im Nullzustand
Anlage 6:	Tiefe der Grundwasserdruckfläche
Anlage 7:	Absenktrichter Bauwasserhaltung

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
ALVF	Altlastenverdachtsfläche
BBPlG	Bundesbedarfsplangesetz
BGU	Baugrunduntersuchung
BNetzA	Bundesnetzagentur
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol
BWH	Bauwasserhaltung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
EZG	Einzugsgebiet
FB	Fachbeitrag
fTK	festgelegter Trassenkorridor
GrwV	Grundwasserverordnung
GrwV	Grundwasserverordnung
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle
H	Grundwasserhemmer
HDD	Horizontal Directional Drilling
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
HK	Heidekreis
L	Grundwasserleiter
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LBP	Landschaftspflegerischen Begleitplan
LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
LK	Landkreis
LWL	Lichtwellenleiter
MU Nieder-sachsen	Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
Ni	Nienburg
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PFA	Planfeststellungsabschnitt
RH	Region Hannover
ROW	Rotenburg (Wümme)
SchuVO	Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten
TWSZ	Trinkwasserschutzzone
UR	Untersuchungsrahmen
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
WH	Wasserhaltung

Abkürzung	Erläuterung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	Wasserschutzgebiet
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung

1 Einleitung

1.1 SuedLink

SuedLink ist ein Netzausbauprojekt des Stromübertragungsnetzes, das als Erdkabel-Verbindung geplant wird. SuedLink besteht aus je einer Verbindung zwischen Brunsbüttel in Schleswig-Holstein und Großgartach in Baden-Württemberg (diese Verbindung wird in der Anlage zum Bundesbedarfsplangesetz (BBPlG) als „Vorhaben Nr. 3“ geführt) sowie zwischen Wilster in Schleswig-Holstein und Bergrheinfeld/West in Bayern (diese Verbindung wird in der Anlage zum BBPlG als „Vorhaben Nr. 4“ geführt). Rechtlich handelt es sich um zwei eigenständige Vorhaben, für die jeweils eigene Anträge auf Planfeststellungsbeschluss gestellt wurden. SuedLink ist in 15 Planfeststellungsabschnitte unterteilt. Die gegenständliche Unterlage ist Bestandteil der Unterlagen nach § 21 NABEG zum Planfeststellungsabschnitt B1.

Für weitergehende Informationen zu SuedLink und zum Planfeststellungsverfahren wird auf die Kapitel 0 ff im Teil A01 - Erläuterungsbericht der Unterlagen nach § 21 NABEG verwiesen.

1.2 Einordnung der Unterlage

Das vorliegende Dokument Teil L06.1 – „Hydrogeologisches Fachgutachten“ ist Bestandteil der Unterlagen nach § 21 NABEG für SuedLink im Planfeststellungsabschnitt B1.

Das Hydrologische Fachgutachten (Teil L06.2) und das Wasserhaltungskonzept (Teil L06.3) sind eigenständige Datengrundlagen dieses Dokuments.

Eine detaillierte technische Beschreibung der Errichtung der Kabelanlage enthält der trassierungstechnische Teil C.

Die Ergebnisse des vorliegenden hydrogeologischen Gutachtens fließen, unter Beachtung des Untersuchungsrahmens (UR) für die Planfeststellung, in den UVP-Bericht (Teil F), den Landschaftspflegerischen Begleitplan LBP (Teil I), den Fachbeitrag EU-Wasserrahmenrichtlinie (Teil J), die Voraussetzung für Wasserrechtliche Zulassungen (Teil K02) und ggf. weitere Unterlagen des Planfeststellungsantrags ein.

Falls wasserrechtliche Befreiungen von Auflagen in der Wasserschutzgebietsverordnung (WSG-VO) aufgrund einer Verbotsverletzung erwirkt werden müssen oder andere Befreiungen von Verboten, wird das hydrogeologische Fachgutachten Teil der entsprechenden Antragsunterlagen (siehe Teil K02).

1.3 Inhalt und Zweck des Dokuments

Das hydrogeologische Fachgutachten dient der Feststellung der vorhabenbedingten Beeinträchtigungen des Schutzzwecks der Grundwasserkörper, durch die der SuedLink verläuft, sowie der Bewertung der Gefährdung der Nutzung der Grundwasserkörper zur Trinkwassergewinnung oder zur Eigenwasserversorgung nach den rechtlichen Grundlagen. Die vorhabenbedingten Auswirkungen auf das Grundwasser (GW) im Bezug zum chemischen und mengenmäßigen Zustand des Grundwassers, ggf. auch im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten werden in Teil J dem Fachbeitrag EU-Wasserrahmenrichtlinie (Teil J) bewertet.

1.4 Rechtlicher und fachlicher Rahmen

Der rechtliche Rahmen für das hydrogeologische Fachgutachten leitet sich im Wesentlichen aus dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG), den länderspezifischen Wassergesetzen und der Grundwasserverordnung (GrwV) ab.

1.4.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Aus dem WHG sind insbesondere Kapitel 2 Abschnitt 4 (Bewirtschaftung des Grundwassers, § 46 WHG ff) und Kapitel 3 Abschnitt 1 (Öffentliche Wasserversorgung, Wasserschutzgebiete, Heilquellenschutz, § 50 WHG ff) für das hydrogeologische Fachgutachten relevant.

Darüber hinaus können durch den Bau von Suedlink Wasserhaltungsmaßnahmen erforderlich werden, für die der Benutzungstatbestand gemäß § 9, Abs. 1 Nr. 5 WHG, das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten und Ableiten von Grundwasser zutrifft.

Gemäß § 52 Abs. 1 Satz 1 WHG und den ortsspezifisch geltenden Schutzgebietsverordnungen können in Wasserschutzgebieten bestimmte Handlungen verboten sein oder für nur eingeschränkt zulässig erklärt werden sowie Duldungs- und Handlungspflichten auferlegt werden; dies gilt gemäß § 53 Abs. 5 WHG auch entsprechend für Heilquellen.

1.4.2 Länderspezifische Regelungen

Neben dem WHG sind länderspezifische Regelungen bei der Erstellung im hydrogeologischen Fachgutachten zu berücksichtigen. Für den vorliegenden Abschnitt B1 sind dies:

- Niedersachsen:
 - Niedersächsisches Wassergesetz (NWG): § 92, § 94 NWG
 - Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (SchuVO)

1.4.3 Technische und fachliche Regelwerke

Neben den gesetzlichen Vorgaben sind folgende technische Regelwerke bzw. Leitfäden bei der Erstellung im hydrogeologischen Fachgutachten zu berücksichtigen. Für den vorliegenden Abschnitt sind dies:

- Arbeitsblatt (DVGW (Hrsg.) 2006) W 101 (A) – Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser
- Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen (LBEG (Hrsg.) 2009)

1.4.4 Untersuchungsrahmen (UR) und inhaltliche Vorgaben

Der Inhalt des vorliegenden hydrogeologischen Fachgutachtens ist neben den allgemeinen rechtlichen und fachlichen Anforderungen v.a. durch den Untersuchungsrahmen (UR) vorgegeben.

Tabelle 1-1: Inhaltliche Vorgaben für hydrogeologische Gutachten

Themen	Inhalte
Allgemeine Angaben	Allgemeine Angaben (insb. Trinkwasserbrunnen, Grundwassermessstellen, Entnahmen, Wasserrechte).
Umwelt und Geologie	Hydrogeologische, morphologische, klimatische und geologische Verhältnisse; Hydrogeologischer Aufbau (insb. Grundwasserleiter, -überdeckung, -sohle, -stockwerke).
Grundwasserverhältnisse	Grundwasserstand und Grundwasserbewegung in den relevanten Stockwerken (insb. Erläuterungen und Darstellungen zu Grundwasserstandsdaten, Grundwasserganglinien, Grundwasserflurabstand, Grundwassergleichenplänen für den Nullzustand (ohne Entnahme) und für den Istzustand (bei wirksamer tatsächlicher/genehmigter Entnahme), Ausmaß und Reichweite der entnahmebedingten Grundwasserabsenkungen, ggf. Abgrenzung des Einzugsgebietes aus dem Grundwassergleichenplan); Grundwasserbeschaffenheit (insb. Nitratgehalt, Einfluss von Altlasten); Grundwasserhaushalt (insb. Grundwasserneubildung, Abfluss in Vorfluter, Infiltration aus oberirdischen Gewässern, Entnahme durch andere Nutzer, Grundwasserdargebot).
Ermitteln und Beschreiben der maßgebenden bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkprozesse von Suedlink und Festlegen der maximalen Wirkzone (ohne Maßnahmen zur Schadensbegrenzung) im Hinblick auf mögliche Gefährdungen des Schutzzwecks der Gebiete	Maßgeblich sind hierbei alle relevanten und erkennbaren Vorhabenwirkungen hinsichtlich Bau, Anlage und Betrieb in ihrer Art, räumlichen Ausdehnung, zeitlichen Dauer, Häufigkeit und Intensität.
Bewerten der Wahrscheinlichkeit der Schutzzweckgefährdung ohne Maßnahmen zur Schadensbegrenzung	Bewerten der Wahrscheinlichkeit der vorhabenbedingten Beeinträchtigungen des Schutzzwecks sowie des mengenmäßigen und chemischen Zustands, ggf. auch im Zusammenwirken mit anderen Plänen und Projekten;
Erarbeiten der Maßnahmen zur Schadensbegrenzung	Maßnahmen zur Schadensbegrenzung sind vorzusehen, sofern – einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Plänen oder Projekten – eine erhebliche Beeinträchtigung von zu untersuchenden Gebieten in ihren für den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen nicht ausgeschlossen werden kann; Erarbeiten von Vorgaben für Maßnahmen zur Schadensbegrenzung; Erarbeiten der Maßnahmen zur Schadensbegrenzung (übernahmefähig für den UVP-Bericht bzw. den LBP);

Themen	Inhalte
	<p>Erfassen und Beschreiben der maßgebenden bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkprozesse des Projekts und Festlegen der maximalen Wirkzone unter Einbeziehung der Maßnahmen zur Schadensbegrenzung. Vorsorgende und nachsorgende Maßnahmen sind hiermit getrennt zu betrachten;</p> <p>Dokumentation der Maßnahmen zur Schadensbegrenzung im Hinblick auf die technische und rechtliche Durchführbarkeit sowie deren Verhältnismäßigkeit;</p>
Bewerten der Wahrscheinlichkeit der Schutzzweckgefährdung mit Maßnahmen zur Schadensbegrenzung	<p>Bewerten der Wahrscheinlichkeit der vorhabenbedingten Beeinträchtigungen des Schutzzwecks, sowie des mengenmäßigen und chemischen Zustands unter Einbeziehung der Maßnahmen zur Schadensbegrenzung. Vorsorgende und nachsorgende Maßnahmen zur Schadensbegrenzung sind hierbei gesondert zu betrachten;</p> <p>Bewerten des Vorliegens von ausnahme- / befreiungsbedürftigen Verbotstatbeständen (insb. § 52 Abs. 1 Satz 2 WHG für bestehende WSG, nach § 52 Abs. 2 WHG für geplante WSG und/oder nach § 52 Abs. 3 WHG für Einzugsgebiete (EZG) von Gewinnungsanlagen für die öffentliche Trinkwasserversorgung);</p>
Zusammenfassen der Ergebnisse in Text und Karte	<p>Zusammenfassendes Darstellen der Ergebnisse der Konfliktanalyse, der Schadensbegrenzungsmaßnahmen und der Bewertung der Beeinträchtigung von zu untersuchenden Gebieten in ihren für den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen in Text und Plan;</p> <p>Aufbereiten des Ergebnisses der Untersuchung für die Übernahme / Integration in andere Unterlagen (Erläuterungsbericht, UVP-Bericht, LBP);</p>

1.4.5 Veranlassung des hydrogeologischen Fachgutachtens

Im Rahmen der Planfeststellung werden die Auswirkungen auf die durch den festgelegten Trassenkorridor (fTK) tangierten Grundwasserkörper, Wasserschutzgebiete (aktive, geplante, ruhende und abgelaufene), Quellen und Heilquellen sowie Eigenwasserversorgungen betrachtet. Quellen und Heilquellen sind im PFA B1 nicht betroffen und werden deshalb im vorliegenden hydrogeologischen Fachgutachten nicht betrachtet.

1.5 Datengrundlagen

Zum Verständnis des regionalen geohydraulischen Systems, bestehender Grundwassernutzungen sowie zur Entwicklung einer konzeptionellen Modellvorstellung sind Daten aus verschiedenen Quellen berücksichtigt worden.

Tabelle 1-2: Gebietsspezifische Datengrundlage (Abschnitt B1)

Datentyp, Bezeichnung	Wesentliche Inhalte
Datenbanken der geologischen Landesämter	Geologische/Hydrogeologische/Bodenkundliche Themenkarten (Geologische/Hydrogeologische Grundkarten, Verbreitung Grundwasserkörper, Mächtigkeiten, Grundwassergleichpläne, Grundwasserneubildung- Nitratbelastung, Schutzfunktionen, etc.)
Datenbanken des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) – Wasserbuch, Landesdatenbank	Wasserrechte, Grundwasserstandsdaten, Bewertung hinsichtlich WRRL
Wasserrechtliche Erlaubnisse	Genehmigte Entnahmen
Daten des Wasserversorgers des WSG Rotenburg	Geohydraulische Kennwerte; Grundwasserstände, Ausbaudaten
Erkundungsbohrungen im Rahmen der Baugrunderkundung (BGU)	Aufbau der Deckschichten und des oberflächennahen Untergrundes; Wasseranschnitte (Grundwasser oder Stauwasser)
Grundwasser-Monitoring	Auswertung von Grundwasserdauermessungen über Datalogger
Grundwassermessstellenbohrungen im Bereich PFA B1	Grundwasserstände Geohydraulische Kennwerte aus Pumpversuchsdaten; Grundwasserqualität

1.6 Methodik und Vorgehensweise

Die Daten aus Kapitel 1.5 werden im Hinblick auf das WHG, landesrechtlichen Anforderungen und die zutreffenden WSG-VO ausgewertet.

Nach einer Beschreibung der allgemeinen hydrogeologischen Verhältnisse (konzeptionelles hydrogeologisches Modell) erfolgt eine IST-Zustandsbeschreibung der betroffenen Grundwasserkörper und Wasserschutzgebiete sowie deren Einzugsgebiete. Anschließend werden alle möglichen, vom Suedlink ausgehenden Auswirkungen auf den Wasser- und Bodenhaushalt, auf den mengenmäßigen und chemischen Zustand von relevanten Grundwasserkörpern und mögliche wasserrechtliche Betroffenheiten betrachtet. Hinsichtlich des Bauzustands werden hierbei die mittels Grundwasserströmungsmodell berechneten Ergebnisse (siehe Wasserhaltungskonzept L06.3) ausgewertet. In der Auswirkungsprognose wird für die Auswirkung jedes relevanten Wirkfaktors eine Darstellung der Auswirkungen auf die Grundwasserkörper bzw. Schutzgut Grundwasser vorgenommen.

Des Weiteren findet eine Prüfung des Vorliegens von ausnahme- und befreiungsbedürftigen Verbotstatbeschränkungen bzw. Handlungsbeschränkungen insbesondere

gemäß § 52 Abs. 1 WHG statt. Hierfür werden die jeweiligen WSG-Verordnungen (WSG-VO; ggf. vorläufige WSG-VO) konsultiert.

Im Anschluss daran werden notwendige vorsorgende sowie nachsorgende Schutzmaßnahmen beschrieben, die Auswirkungen minimieren bzw. eliminieren können.

2 Hydrogeologische Verhältnisse

In diesem Kapitel erfolgt die Beschreibung der hydrogeologischen Gegebenheiten im beantragten Planfeststellungsabschnitt B1. Die Beschreibung beschränkt sich räumlich auf ein Untersuchungsgebiet, welches in Anlage 1 dargestellt ist. Das Untersuchungsgebiet umfasst eine Fläche von 472 km² und ist größer als ein anhand hydraulischer Grenzen definiertes Bilanzgebiet, welches zur Berechnung der Fördermengen und des Einflussbereichs der Bauwasserhaltung (BWH) definiert wurde (vgl. Teil L06.3 – Wasserhaltungskonzept). Die Ausbreitung des Untersuchungsgebietes erlaubt eine Beschreibung der hydrogeologischen Gegebenheiten im Einflussbereich des Bauvorhabens.

2.1 Untergrundaufbau

Der PFA B1 befindet sich vollumfänglich innerhalb des Niedersächsischen Tieflands (LBEG (Hrsg.) 2009).

Der tiefere Untergrund des Niedersächsischen Tieflands ist stark durch Salze aus der Zechstein-Zeit geprägt, welche in Form von Salzkissen durch mesozoische, marine Festgesteine nach oben dringen. Dabei entstanden Salzstöcke bzw. Diapire. Im Tertiär (66 bis 2,58 Mio. Jahre vor heute) überflutete ein Meer wiederholt große Teile des heutigen Norddeutschlands und es entstanden mehrere Zehner Meter mächtige marine Tone (Unterer und Oberer Glimmerton). Zwischen diesen Tönen stehen marine Sande (Oberer und Untere Braunkohlesande) an.

Oberflächennah ist das Niedersächsische Tiefland durch quartäre (seit 2,58 Mio. Jahre), vorrangig eiszeitliche Ablagerungen geprägt, deren Mächtigkeiten von Süden (Grenze zum Niedersächsischen Bergland) nach Norden zunehmen. Bei den quartären Vereisungen kam es wiederholt zu Eisvorstößen aus Richtung Norden (Arktis, heutiges Nordeuropa) und dem Abschmelzen der Eismassen. Das Norddeutsche Tiefland wurde dabei mehrfach von mächtigen Eisschilden bedeckt, lag aber auch an der südlichen Ausbreitungsgrenze der Gletscher. Bedingt durch die Vereisungs- und Schmelzvorgänge lagerten sich verschiedenartige Sedimente und Sedimentabfolgen ab. An der Sohle sowie den Eisrandlagen der Gletscher bildeten sich Grund- bzw. Endmoränen bestehend aus stark wechselnden Anteilen von Ton, Schluff, Sand und Kies sowie Gesteinsbrocken aus. Die Schmelzwasserströme der abschmelzenden Gletscher führten zum einen zu einer Rinnenbildung, indem sie tertiäre Sedimente erodierten und mit jüngerem Material auffüllten, zum anderen aber bildeten sich auch Sanderflächen auf großen Ebenen (LBEG (Hrsg.) 2018a).

Die von Norden vordringenden Eismassen der Elster-Kaltzeit und des älteren Saale-Komplexes (Drenthe-Stadium) erreichten das Niedersächsische Bergland südlich des PFA B1. Während des jüngeren Saale-Komplexes (Warthe-Stadium) und der Weichselkaltzeit erreichten die Eismassen den PFA B1 nicht.

Die Elsterzeitlichen Rinnenstrukturen verlaufen vorrangig von Nord nach Süd bzw. von Nordosten nach Südwesten (LBEG (Hrsg.) 2017), was die Isolinien der Quartärbasis Abbildung 2-1 skizzieren. Die Rinnen können mehrere Kilometer breit und bis > 200 m eingetieft sein. Sie sind im tieferen Teil mit elsterzeitlichen glazifluviatilen Sedimenten verfüllt. Auf Höhe der Rinnenoberkanten stehen im Hangenden der glazifluviatilen Sande und Kiese zum Teil Beckenablagerungen (z.B. Lauenburger Ton) oder elsterzeitlicher Geschiebemergel an, teilweise mehrere Zehner Meter mächtig.

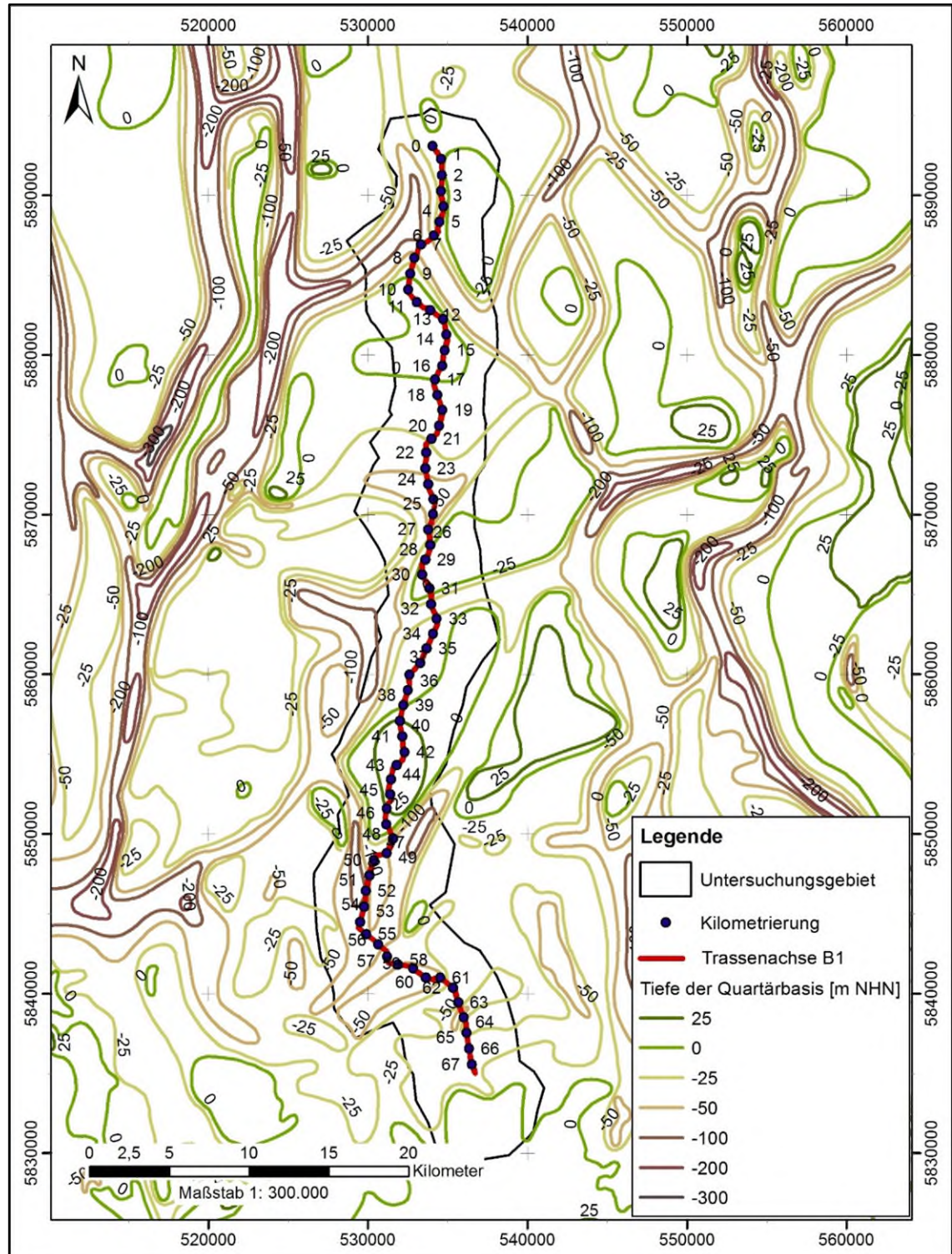


Abbildung 2-1: Tiefenlage der Quartärbasis (LBEG (Hrsg.) 2011a, 2017)

Durch die drei Eisvorstöße des Saalekomplexes stehen wechselgelagerte Schmelzwasserablagerungen und Moränen bzw. glazilimnische Beckenablagerungen an. Fluviale und äolische weichselzeitliche sowie holozäne Sedimente sind überwiegend in Niederungsbereichen anzutreffen (LBEG (Hrsg.) 2011a).

Geestgebiete sind allgemein eiszeitliche Altmoränengebiete, die von Flugsanden und Sandern überprägt wurden (LBEG (Hrsg.) 2018a). Es handelt sich um sandige Aufschüttungsflächen mit hohen Mächtigkeiten, die morphologisch durch ihre höhere Lage klar von dem nacheiszeitlichen Schwemmland und den Niederungen im Norddeutschen Lockergesteinsgebiet trennbar sind.

2.2 Grundwasserleiter, Grundwasserhemmer, Deckschichten

Der PFA B1 befindet sich vollumfänglich innerhalb des Nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebietes und hier innerhalb von drei hydrogeologischen Teilräumen Niedersachsens (LBEG (Hrsg.) 2018a):

- Wümme-Niederung von km 0+000 bis km 16+200
- Lüneburger Heide West von km 16+200 bis km 46+400
- Mittelweser-Aller-Leine-Niederung von km 46+400 bis km 67+600

Insgesamt werden vier Grundwasserkörper gemäß EU Wasserrahmenrichtlinie gekreuzt (Abbildung 2-2). Von Norden nach Süden sind dies:

- Wümme Lockergestein links (Km 0+000 bis Km 26+200)
- Böhme Lockergestein rechts (Km 26+200 bis Km 51+200)
- Untere Aller Lockergestein links (Km 51+200 bis Km 66+500)
- Leine Lockergestein links (Km 66+500 bis Km 67+600)

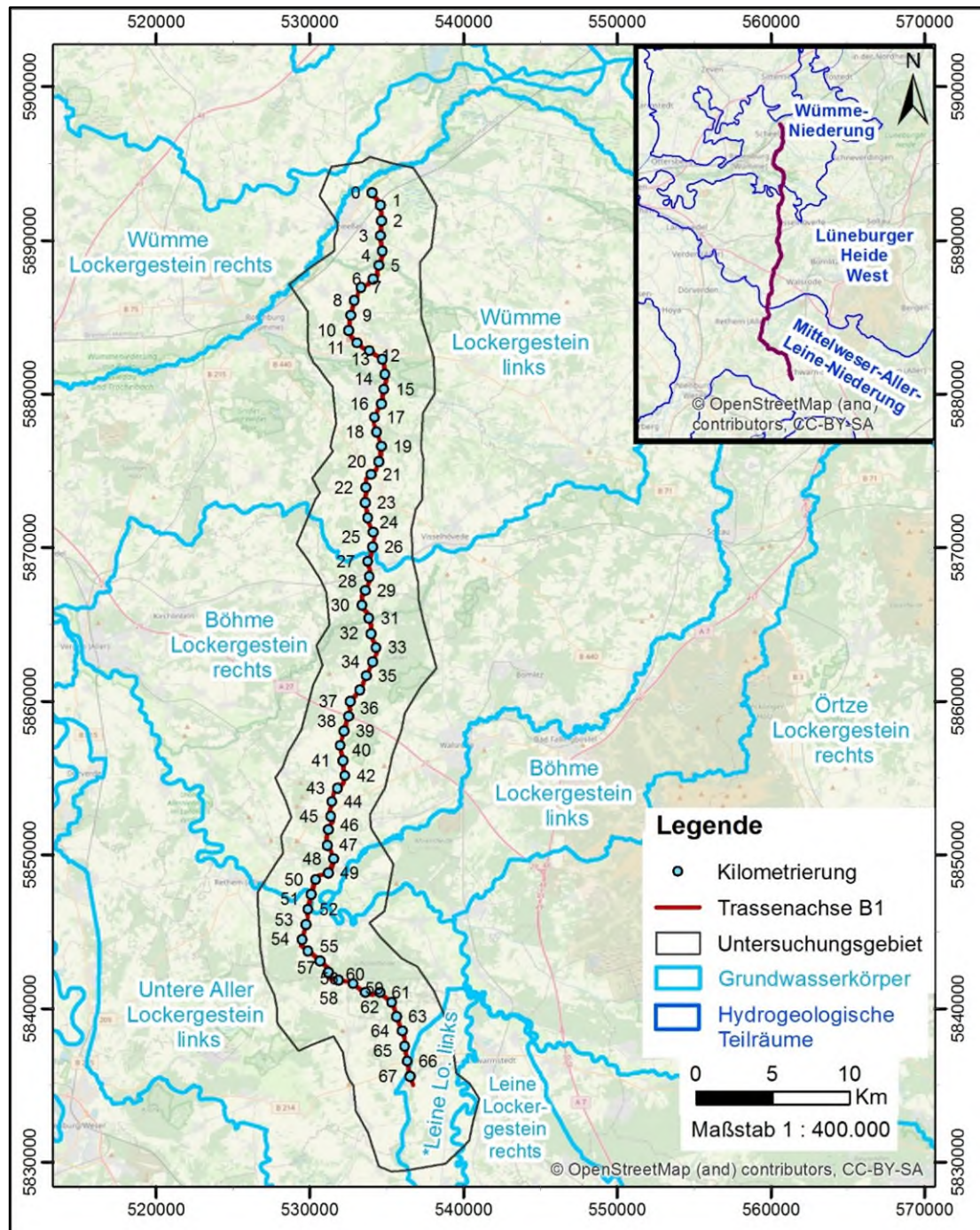


Abbildung 2-2: Grundwasserkörper und hydrogeologische Teilräume nach (LBEG (Hrsg.) 2007) bzw. (LBEG (Hrsg.) 2018a)

Regional ist ein quartärzeitlicher Grundwasserleiterkomplex ausgebildet. Die relevanten hydrostratigraphischen Einheiten sind in Tabelle 2-1 gemäß der hydrostratigraphischen Gliederung (LBEG (Hrsg.) 2011a) zusammengefasst. Hierbei steht „L“ für Grundwasserleiter und „H“ (in der Tabelle farbig hinterlegt) für Grundwasserhemmer.

Tabelle 2-1: Relevante, angetroffene hydrostratigraphische Einheiten im Trassenkorridor PFA B1 gemäß GeoFakten 21 (LBEG (Hrsg.) 2011a)

Hydrostratigraphische Einheit	Lithologische Ausprägung (überwiegend)	Stratigraphie	Lithologische Einheit/ Lithogenetische Einheit	k _r -Wert abgeleitet aus Durchlässigkeitsklassen (m/s)
H1.2	Ton, Schluff	Quartär / Holozän	Auelehm, Seeablagerungen (Mudde)	< 1E-5
H1.3	Torf	Quartär / Holozän	Hoch- und Niedermoor, Anmoor	< 1E-5
L1.2	Sand, Kies, Muschelschill	Quartär / Holozän und Pleistozän / Weichsel-Kaltzeit	Auensande, Flugsande, fluviatile Ablagerungen, limnische Ablagerungen, Geschiebedecksand	> 1E-5 – 1E-3
L1.3	Sand, Kies	Quartär / Pleistozän / Weichsel-Kaltzeit und Eem-Warmzeit	Flussschotter, Niederungssande	> 1E-4 – 1E-3
H2.1	Ton, Schluff, Rutschmassen, Torf	Quartär / Pleistozän / Weichsel-Kaltzeit und Eem-Warmzeit	periglaziale Ablagerungen, Löss, Fließerden, Hangbildungen, interglaziale Ablagerungen, interstadiale Schluffablagerungen, Hochflutlehm, Seeablagerungen, Kieselgur	> 1E-7 – 1E-5
L2	Sand, Kies	Quartär / Saale-Kaltzeit / Wartestadium	Schmelzwasserablagerungen	1E-3 – 1E-2
H3.1	Geschiebemergel/ -lehm	Quartär / Pleistozän Saale-Kaltzeit / Drenthe-Stadium	Drenthe2-Grundmoränen	> 1E-7 – 1E-5
H3.2	Geschiebemergel/ -lehm	Quartär / Pleistozän Saale-Kaltzeit / Drenthe-Stadium	Drenthe1-Grundmoränen	> 1E-7 – 1E-5
H3.3	Schluff, Ton	Quartär / Pleistozän Saale-Kaltzeit / Drenthe-Stadium	Beckenablagerungen	> 1E-7 – 1E-5
LL3	Sand, Kies	Quartär / Pleistozän Saale-Kaltzeit / Drenthe-Stadium bis späte Elster-Kaltzeit	Schmelzwasserablagerungen	> 1E-4 – 1E-3
HH4.1	Schluff, Ton	Quartär / Pleistozän / Elster-Kaltzeit	Tonige Fazies der Lauenburger Schichten (Beckenablagerung)	> 1E-9 – 1E-7

Hydrostratigraphische Einheit	Lithologische Ausprägung (überwiegend)	Stratigraphie	Lithologische Einheit/ Lithogenetische Einheit	k _r -Wert abgeleitet aus Durchlässigkeitsklassen (m/s)
HH4.2	Geschiebemergel/ -lehm	Quartär / Pleistozän/ Elster-Kaltzeit	Elster-Grundmoränen	> 1E-7 – 1E-5
LL4.1	Sand, Feinsand, schluffig	Quartär / Pleistozän / Elster-Kaltzeit bis Altpleistozän	Sandfazies der Lauenburger Schichten (Beckenablagerung)	> 1E-5 – 1E-3
LL4.2	Kies, Sand	Quartär / Pleistozän / Elster-Kaltzeit bis Altpleistozän	Grobkörnige Schmelzwasserablagerungen, z.B. in tiefen Rinnen	> 1E-3 – 1E-2
H5	Ton, Schluff, Braunkohle	Tertiär / Miozän	Oberer Glimmerton	< 1E-5
L5	Sand, Schluff, Braunkohle führend	Tertiär / Miozän	Obere Braunkohlensande, sandige Fazies der Hamburg Formation und des oberen Glimmertons	> 1E-4 – 1E-3
L6	Sand, Braunkohle führend	Tertiär / Miozän	Unter Braunkohlensande, Glimmersande, sandige Fazies der Vierlande-Schichten	> 1E-4 – 1E-3
H7-H9	Ton, Schluff, Braunkohlenschluffe und -tone	Tertiär / Miozän bis oligozän	Unterer Glimmert, Rupelton, Latdorf-Ton, Tonmergelgruppe	< 1E-5

Der hydrogeologische Aufbau ist in hydrostratigraphischen Profilschnitten (LBEG (Hrsg.) 2011a) in Anlage 2 dargestellt. In den Profilschnitten ist die ungefähre Lage des Untersuchungsgebietes markiert. Die folgende Abbildung 2-3 zeigt eine hydrostratigraphisch interpretierten Karte, die auf der Geologischen Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 50 000 (LBEG (Hrsg.) 2011b) basiert, in der auch die Lage von Profilschnitten (LBEG (Hrsg.) 2018b) angegeben ist.

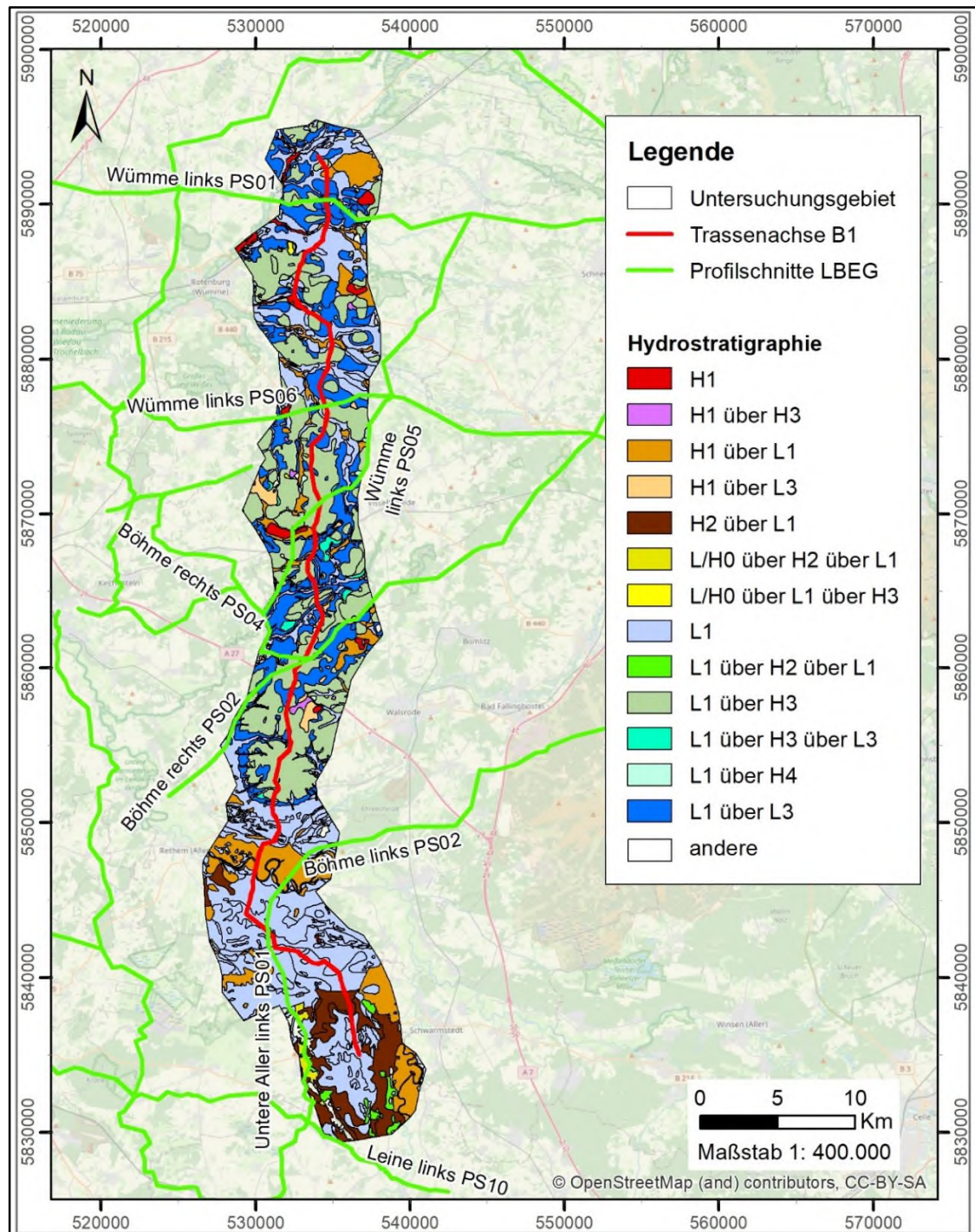


Abbildung 2-3: Hydrostratigraphisch interpretierte Karte (basierend auf (LBEG (Hrsg.) 2011b) und (LBEG (Hrsg.) 2013)

Die Basis des quartären Porengrundwasserleiterkomplexes bildet in weiten Teilen, außerhalb der Rinnen, tertiärzeitliche, marine Tone (H5-H9, siehe Tabelle 2-1). Die Rinnenstrukturen sind großteils mit elsterzeitlichen sandigen und kiesigen Schmelzwasserablagerungen (L4.1 und L4.2) verfüllt, in denen das Grundwasser gespannt ist. Diese stehen hier großteils mit tertiärzeitlichen Grundwasserleitern (L5/L6) hydraulisch in Kontakt. An den Rinnenoberkanten werden die Rinnenfüllungen lokal durch drenthe- bis elsterzeitliche Grundwasserhemmer hydraulisch von den drenthezeitlichen Grundwasserleitern (L3) getrennt. Der L3 kann gespannt, teilgespannt und frei sein. Der oberflächennahe L1 ist größtenteils ungespannt.

Die drei im Untersuchungsgebiet anzutreffenden hydrogeologischen Teilräume (siehe Abbildung 2-2) sind wie folgt zu beschreiben.

Die **Wümme-Niederung** gehört hydrostratigraphisch zu den Niederungen im nord-deutschen Lockergesteinsgebiet, welches vor allem durch oberflächennahe und ergiebige Grundwasservorkommen geprägt ist. Im Norden, Osten und im Süden ist sie durch die Geestflächen Zevener Geest und Lüneburger Heide West begrenzt. Außerhalb der pleistozänen Rinnenstrukturen wird die Basis des quartären Grundwasserleittersystems von marinen, tertiärzeitlichen Tonen und Schluffen gebildet (H5). Meist bilden die Lauenburger Schichten eine hydraulische Barriere zwischen den oberflächennahen Grundwasserleitern und den Rinnenfüllungen. Weichselzeitliche und saalezeitliche Sande können einen ca. 50 m mächtigen Porengrundwasserleiter bilden. Oftmals sorgen eingeschaltete saalezeitliche Geschiebelehme- und Mergel bzw. Beckenablagerungen für lokale Stockwerkstrennung und schwebendes Grundwasser. Lokal steht oberflächennah mehrere Meter mächtiger Geschiebelehme an.

Der projektrelevante Porengrundwasserleiter in der Geestlandschaft **Lüneburger Heide West** ist überwiegend mehrstöckig, lokal auch ungegliedert, und besteht aus drenthezeitlichen über elsterzeitlichen Sanden und Kiesen. Diese glazifluviatilen Sedimente sind im Schnitt 70 m mächtig, in Rinnen bis zu 300 m. In Rinnen ist der GWL häufig untergliedert durch drenthe- oder holsteinzeitliche Beckenschluffe oder drenthe-/elsterzeitliche Geschiebelehme-/mergel. In weiten Bereichen befindet sich mehrere Meter mächtiger drenthezeitlicher Geschiebelehme an der Geländeoberfläche und dichtet den Grundwasserleiter nach oben ab. Der Grundwasserspiegel ist teils frei, teils gespannt, in den Niederungen auch artesisch. Im Rahmen der BGU wurden im Bereich westlich der Ortslage Wittorf sowie im Bereich der Lehrde artesische Verhältnisse angetroffen. Im Westteil der Lüneburger Heide erfolgt der Grundwasserabstrom nach Westen in Richtung Wümme-Niederung.

In Endmoränen-Wällen des Drenthe und Warthe-Stadiums finden sich aufgestauchte Schollen tertiärer Tone. Im Holozän kam es zur Bildung von Dünen und Lössgebieten, sowie vereinzelt auch zu Mooren.

In der **Mittelweser-Aller-Leine-Niederung** herrscht ein meist zusammenhängender Porengrundwasserleiter aus weichselzeitlichen Niedertrassensanden und glazifluviatilen Grobsanden und Kiesen aus der Saale-Kaltzeit mit generell hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit vor. Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters (GWL) kann stark variieren, von 10–40 m im Leinetal bis 20–80 m im Allertal. Bedeckt wird der GWL meist von geringmächtigen hoch durchlässigen Flugsanden und gering durchlässigen Auenlehmen und Torfen des Holozäns. Lokal treten in den obersten 5 m mehrere Dezimeter bis 1 m mächtige Schlufflagen auf. Die Basis des Grundwasserleiters sind entweder elsterzeitliche Geschiebemergel oder präquartäre, geringdurchlässige Sedimente. In den oft elsterzeitlich wieder verfüllten Schmelzwasserrinnen ist das Grundwasser im unteren Bereich häufig versalzt. In den unterlagernden präquartären Grundwasserstockwerken herrscht oft eine für die Wasserversorgung zu hohe Mineralisation vor. Hydraulische Verbindungen zu den Geestgrundwasserleitern und zum unterlagernden wasserwegsamem Festgestein treten auf. In der Regel ist die Grundwasseroberfläche ungespannt und der Abstrom auf den Hauptvorfluter gerichtet.

Die geotechnische Kategorisierung der einzelnen hydrostratigraphischen Einheiten ist detailliert in L01 – Geotechnische Untersuchungen, Kapitel 6 dargestellt.

2.3 Geohydraulische Parameter

Den einzelnen Grundwasserleitern und Grundwasserhemmern werden entsprechend dem Vorschlag zur Hydrogeologischen Karte 1 : 50 000 der hydrogeologischen Kartieranleitung (Ad-hoc AG Hydrogeologie (Hrsg.) 1997) Durchlässigkeitsklassen zugeordnet (LBEG (Hrsg.) 2013). Die resultierenden Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) sind in Tabelle 2-1 in der rechten Spalte aufgeführt. Diese Werte können als regionale Größenordnungen betrachtet werden. Auf Grund der Heterogenität der Lockergesteine können die Werte lokal variieren und davon abweichen.

Im Rahmen der aktuellen BGU wurden in unterschiedlichen Tiefen der Aufschlüsse Bodenproben entnommen und Durchlässigkeitsbeiwerte durch Siebanalysen im Labor bestimmt. Aus insgesamt 1018 Proben standen zum 31.10.2022 k_f -Werte aus Siebanalysen zur Verfügung. Die Auswertung der Sieblinien erfolgte, je nach Wertebereich, mittels der Methoden nach Beyer (Beyer 1964), Seiler (Seiler 1973) und USBR (USBR 1998). Abbildung 2-4 zeigt die ermittelten k_f -Werte in Abhängigkeit des Feinkornanteils (Schluff und Ton). Es zeigt sich, insbesondere im Wertebereich $> 1,0E^{-6}$ m/s bzw. $< 30\%$ Feinkornanteil, eine ausgeprägte Korrelation.

Darüber hinaus zeigt Abbildung 2-5 eine Unterscheidung der Ergebnisse nach der Trockenrohdichtekategorie. Die Sande mit einem Feinkornanteil $< 20\%$ sind hydrostratigraphisch am ehesten dem L1 und L3 zuzuordnen. Bei zunehmendem Feinkornanteil handelt es sich wahrscheinlich eher um Schichten des H3 und ggf. H4 sowie L4.1. Die Schluffe, Schluff-Ton Gemische und tonigen Lehme repräsentieren mit ermittelten k_f -Werten von $< 1,0E^{-9}$ m/s bis $1,0E^{-6}$ m/s Proben der Beckenablagerungen (H3.3, H4.1). Die schluffig-sandigen Lehme zeigen eine größere k_f -Wert-Spanne von $1,0E^{-9}$ m/s bis $1E^{-6}$ m/s und sind charakteristisch für Grundmoränenmaterial (H3.1, H3.2, H4.2).

Weiträumig bestätigen die Ergebnisse der Siebkurvenauswertung die Klassifizierung aus den Geofakten 21 (LBEG (Hrsg.) 2011a) in Tabelle 2-1.

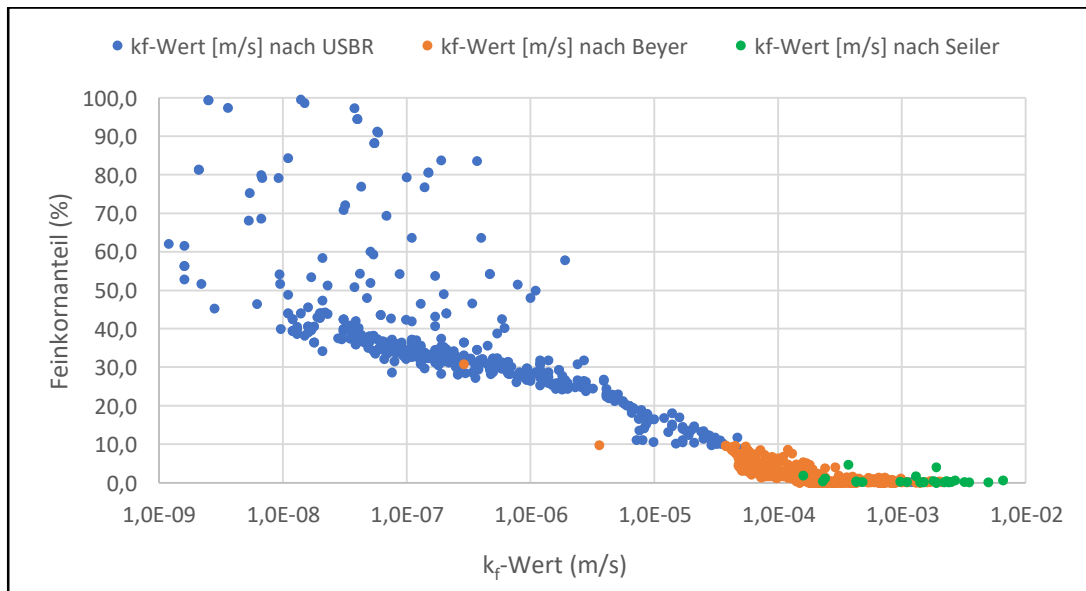


Abbildung 2-4: Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit des Feinkornanteils

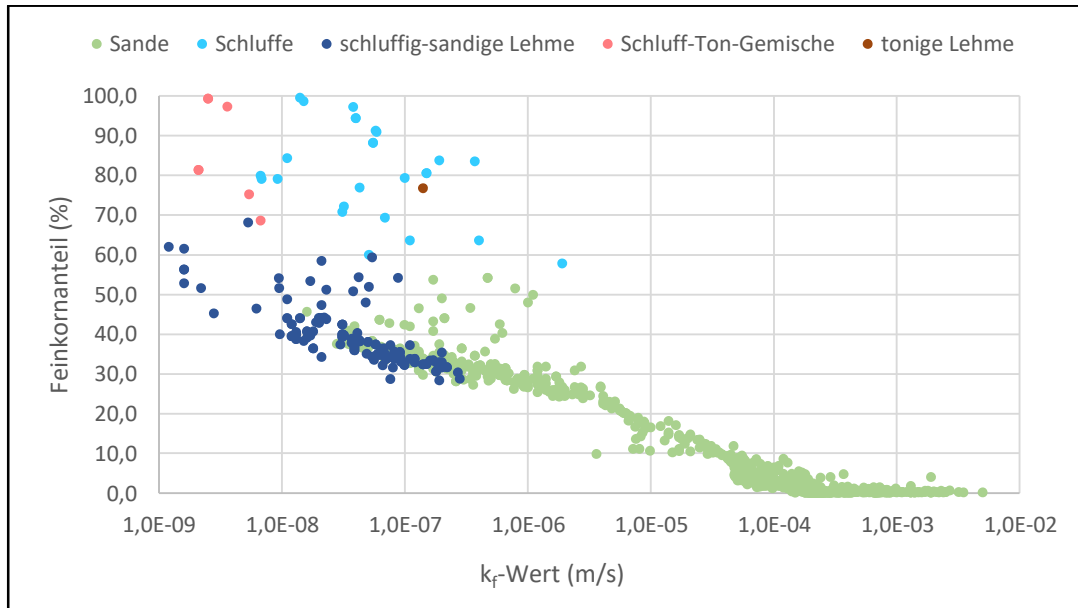


Abbildung 2-5: Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit vom Feinkornanteil sowie der Trockendichtekategorie

2.4 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung erfolgt größtenteils durch die Versickerung von Niederschlagswasser, vorrangig während des Winterhalbjahres, da in den Sommermonaten im Vergleich viel höhere Evapotranspiration bei ähnlichen Niederschlagsmengen vorherrschen (einfache klimatische Wasserbilanz, Anlage 3). Die Grundwasserneubildungsrate hängt weiterhin von hydrogeologischen (z.B. Grundwasserflurabstand, Durchlässigkeit) sowie geographischen (z.B. Oberflächenneigung, Landnutzung) Randbedingungen ab. Daraus folgt, dass die Grundwasserneubildung zeitlich und räumlich variabel ist. Basierend auf den Daten des Grundwasserneubildungsmodells mGROWA (LBEG (Hrsg.) 2022a) für die Periode 1981 – 2010 ist im Untersuchungsgebiet mit durchschnittlichen jährlichen Grundwasserneubildungsraten von größtenteils 200 mm/a bis 350 mm/a zu rechnen (siehe Abbildung 2-6). In Vorfluternähe und in moorigen Bereichen liegt die Grundwasserneubildungsrate demnach meist unterhalb von 200 mm/a. Insbesondere in Bereichen von Hoch- und Niedermooren sowie im Bereich der Allerniederung gibt es Grundwasserzehr-Bereiche. Höhere Grundwasserneubildungsraten von 350 mm/a bis 400 mm/a sind vereinzelt in Geestgebieten verbreitet.

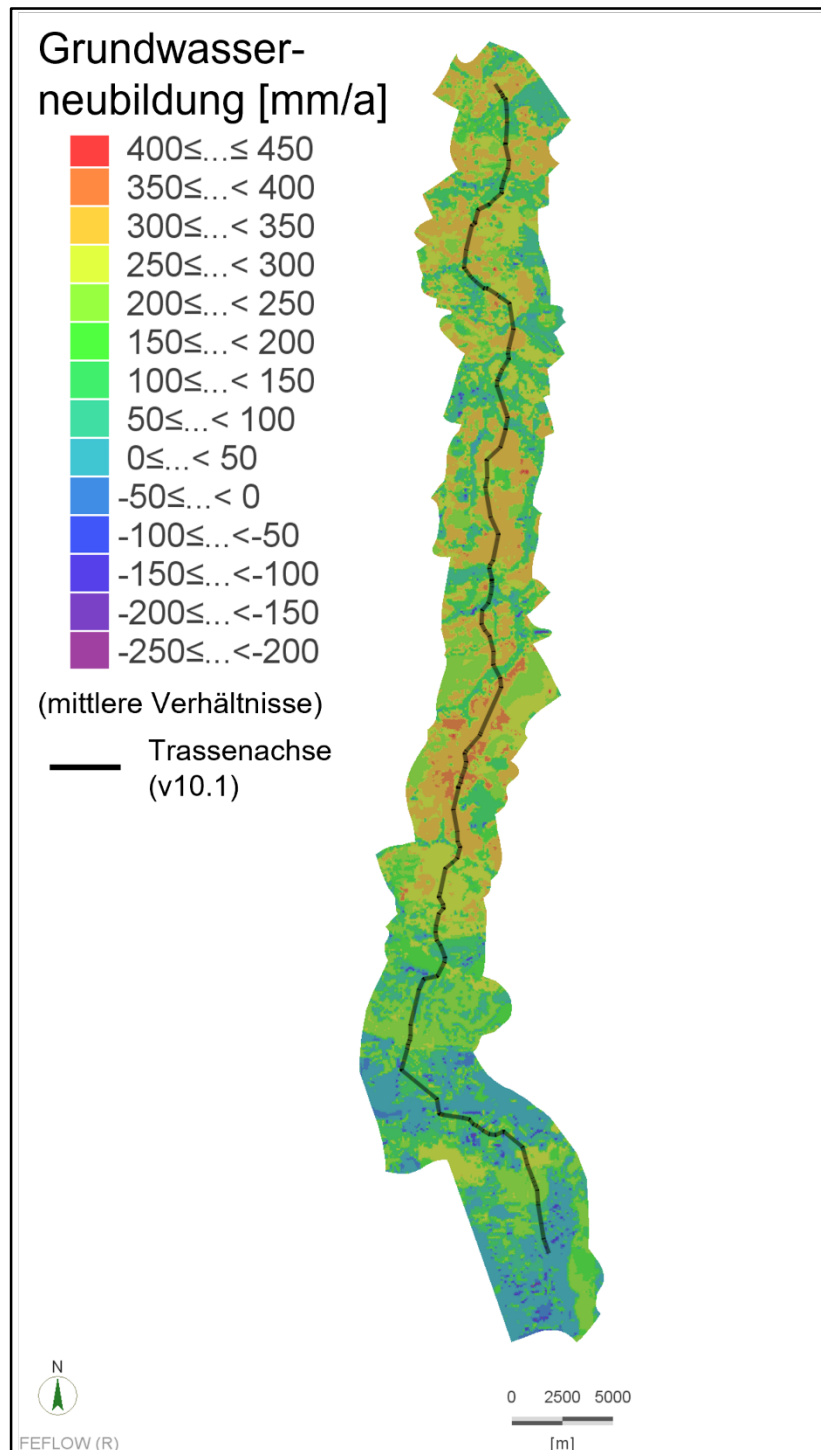


Abbildung 2-6: Grundwasserneubildung im Untersuchungsgebiet -
Jahresmittelwerte der Zeitreihe 1981 – 2010 (LBEG (Hrsg.) 2022a)

2.5 Grundwasserstände, Grundwasser-Strömungsverhältnisse

2.5.1 Grundwasserstände

Der NLWKN betreibt im Untersuchungsgebiet 22 Grundwassermessstellen (GWM), für die langjährige Daten vorliegen.

Relevante Stammdaten sind in Tabelle 2-2 zusammengefasst. Die Lokationen dieser Grundwassermessstellen sind in Anlage 1 dargestellt. Von den 22 Messstellen sind 20 mit Filtertiefen < 50 m u. GOK im oberen Grundwasserleitersystem (L1, L3) verfiltert. Die Ganglinien (NLWKN (Hrsg.) 2022) in Zusammenschau mit den klimatischen Gegebenheiten (Niederschlag und potenzielle Verdunstung) sind in Anlage 3 dargestellt. Die Daten der DWD Stationen 04275 (Rotenburg Wümme), 04745 (Soltau) und 03612 (Nienburg) entstammen dem opendata-Bereich des Deutschen Wetterdienstes (DWD (Hrsg) 2023). Zudem wird in Anlage 3 die kumulative Summe der Abweichung vom monatlichen Mittelwert dargestellt. Für diese Graphen bedeutet eine positive Steigung eine überdurchschnittlich hohe, eine negative Steigung eine unterdurchschnittliche klimatische Wasserbilanz, bezogen auf Monatswerte.

Tabelle 2-2: Zusammenfassung relevanter Daten der NLWKN-Grundwassermessstellen (NLWKN (Hrsg) 2022)

Messstellenname	UTM-Rechtswert	UTM-Hochwert	Datenzeitraum	Filterlage (m u. GOK)	Min. Grundwasserstand (m NHN)	Max. Grundwasserstand (m NHN)	Amplitude (m)
HAN 32/75/1 Schweden-schanze	534694	5842672	1991-2022	12-14	21,60	23,75	2,15
NA 003 Klosterzelle	534357	5857609	1990-2022	41-43	55,51	59,85	4,34
NA 099/1 Lehrden	531403	5864986	1990-2022	56-58	37,51	38,58	1,07
NA 101 Hustedt	533717	5860613	1990-2022	28-30	52,03	55,78	3,75
NA 101 N 20 Hustedt*1	532504	5861528	2021-2022	18-20	47,63	48,16	0,53
NA 103 Stellichte	536071	5866385	1990-2022	45-47	46,16	47,19	1,03
NA 162 Eilstorfer Bruch	529219	5850992	1990-2022	21-23	17,78	19,4	1,62
NA 163 Groß Eilstorf	529713	5852966	1990-2022	31-33	23,43	25,23	1,80

Messstellenname	UTM-Rechtswert	UTM-Hochwert	Datenzeitraum	Filterlage (m u. GOK)	Min. Grundwasserstand (m NHN)	Max. Grundwasserstand (m NHN)	Amplitude (m)
Rodewald MB I	534027	5835353	1990-2022	6-26	23,81	25,63	1,82
Rodewald BDF	535540	5831201	1990-2022	10-14	26,43	28,30	1,87
UAV 14 Neu Bosse	529376	5844301	1990-2016	3,4-4,4	19,04	20,51	1,47
UAV 14 N 12 Neu Bosse	529376	5844303	1990-2022	4-6	18,89	20,55	1,66
UWO 031 Riekenbostel	531658	5876297	1990-2022	6-6	31,70	33,76	2,06
UWO 048/1 Wohlsdorf	530219	5885708	1990-2021	14-16	30,83	33,13	2,30
UWO 051/1 Bothel	534787	5880110	1990-2021	11-13	28,24	30,57	2,33
UWO 051/1 N 20 Bothel* ²	534766	5880094	2021-2022	11-13	28,57	29,34	0,77
UWO 054 Ostervesede	540045	5888712	1990-2022	15-17	35,31	37,26	1,95
UWO 054 N 21 Ostervesede* ³	540050	5888720	2022	8-10	35,56	35,98	0,42
UWO 060 Jeddigen O	535476	5869689	1990-2022	19-21	50,82	52,74	1,92
GD 55 Bierde	535416	5849327	1990-2014	8,4-9,4	21,55	23,30	1,75
GD 55 N 12 Bierde	535376	5849347	1990-2022	9-11	21,12	22,87	1,75
UWO 059 Büschelskamp	534892	5893620	1990-2022	54-56	27,27	28,69	1,42

Messstellenname	UTM-Rechtswert	UTM-Hochwert	Datenzeitraum	Filterlage (m u. GOK)	Min. Grundwasserstand (m NHN)	Max. Grundwasserstand (m NHN)	Amplitude (m)
UWO 026/1 Jeersdorf N	531953	5892855	1990-2022	13-15	24,82	26,10	1,28
UWO 055/1 Scheeßeler Holz	533647	5890251	1990-2022	10,5-12,5	27,54	30,18	2,64

*1 Ersatzneubau für Messstelle NA 101 Hustedt; diese wird aktuell parallel betrieben

*2 Ersatzneubau für Messstelle UWO 051/1 Bothel; die alte Messstelle wurde überbohrt

*3 Ersatzneubau für Messstelle UWO 054 Ostervesede; die alte Messstelle wurde überbohrt

Im Rahmen des Vorhabens wurden im Zeitraum von April bis November 2022 insgesamt 37 GWM im obersten gesättigten Bereich entlang der Trasse neu errichtet (siehe Anhang 2). Jede dieser Messstellen ist mit einem Datenlogger für die stündliche Aufzeichnung des Grundwasserstands ausgerüstet.

Manuelle Abstichsmessungen erfolgten an den Grundwassermessstellen ab der Fertigstellung bis zum Loggereinbau. Die sich aus den Eigenmessungen ergebenden Ganglinien sind in Anlage 4 dokumentiert. Eine tabellarische Zusammenfassung der Daten enthält Anhang 2.

Anhand aller vorliegenden Daten können folgende Aussagen hinsichtlich der Grundwasserstände gemacht werden:

- Der Grundwassergang zeigt jahreszeitliche sowie langzeitliche Schwankungen, die sich überlagern.
- Im jahreszeitlichen Gang liegen im Frühjahr die höchsten und im Herbst die niedrigsten Grundwasserstände vor. In den eigenen GWM konnten noch keine Messwerte eines ganzen hydrologischen Jahres gemessen werden, der jahreszeitliche Gang zeichnet sich hier aber ab.
- Der Langzeittrend folgt der Summe der monatlichen Residuen der einfachen klimatischen Wasserbilanz (siehe Anlage 3)
- Die Grundwasseramplitude (jahreszeitlich und Langzeittrend) ist tendenziell in topographisch höher gelegenen Bereichen (Druckaufbaugebieten) höher als in topographisch niedrigeren (Druckabbaugebieten) bzw. in Vorfluternähe.
- Die Amplituden der Grundwasserstände in den neu errichteten GWM sind tendenziell höher in der Wümme-Niederung und dem Geestbereich (Mittelwerte 1,24 m bzw. 1,20 m). In der Aller-Niederung sind die Amplituden geringer (Mittelwert 0,79 m).
- Die Amplituden der Langzeitmessreihen liegen bei den NLWKN-GWM aus Tabelle 2-2 zwischen 0,42 m und 4,34 m mit einem mittleren Wert von 1,82 m.
- Die Amplituden der Eigenmessungen liegen zwischen 0,18 m und 1,66 m mit einem mittleren Wert von 0,94 m bezogen auf die verfügbaren Abstichsdaten.
- Aufgrund einer längeren unterdurchschnittlichen Wasserbilanz seit 2017, liegen die Grundwasserstände derzeit generell unterhalb des Durchschnitts.

Die höchsten Wasserstände liegen mit > 42 m NHN im hydrogeologischen Teilraum Lüneburger Heide West und damit im mittleren Teil des PFA B1 im Geestbereich. Der höchste Grundwasserstand von 53,93 m NHN wurde westlich von Walsrode gemessen. In der Wümme-Niederung im nördlichen Bereich und der Aller-Niederung im südlichen Bereich des PFA B1 sind die Grundwasserstände mit mittleren Höhen von 29,13 m NHN und 21,36 m NHN geringer. Der niedrigste Grundwasserstand bei den Eigenmessungen wurde mit 16,09 m NHN an der Aller gemessen.

Schwebendes Grundwasser kommt im Bereich des WSG Rotenburg-Stadt (bei GWM PA2-SON-Sch-0015 und Sch-0016) sowie in Großteilen des Geestgebietes bei Viselhövede und Walsrode oberhalb von Grundwasserhemmern aus Geschiebelehm, -mergel, Schluff und/oder Ton vor.

2.5.2 Grundwasserströmungsrichtung

Die Ableitung der Strömungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet erfolgt anhand des amtlichen Grundwassergleichenplans von 1993 des LBEG (LBEG (Hrsg.) 2021a). Dieser Grundwassergleichenplan ist geeignet, großräumig die Strömungsrichtungen und die Potenzialgefälleverhältnisse des Grundwassers in den Lockergesteinsgebieten zu verdeutlichen.

Insbesondere in Bereichen mit geringer Belegpunktdichte können die tatsächlichen Grundwasserstände und von den in (LBEG (Hrsg.) 2021a) dargestellten abweichen. Daher war anhand der aktuellen Untersuchungen ein detaillierteres Bild für das Untersuchungsgebiet zu zeichnen. Hierfür wurden die bis zum 31.12.2022 vorliegenden Daten der BGU zur Konstruktion eines Grundwassergleichenplans herangezogen.

Die BGU-Beobachtungen wurden zeitlich anhand von Vergleichsmessstellen in den Grundwassergang eingehängt. Auf Basis dieser Daten wurde der amtliche Plan im Aussagegebiet lokal angepasst und verändert. Der so konstruierte Grundwassergleichenplan ist in Anlage 5 wiedergegeben. Der Plan beschreibt näherungsweise den hydraulischen Zustand im Untersuchungsgebiet für mittlere Verhältnisse.

Der Grundwassergleichenplan zeigt, dass die Grundwasserströmung im oberen, quartärzeitlichen Grundwasserleiterkomplex weitestgehend der Gelände-Morphologie folgt und in Richtung der Vorfluter weist, sodass von räumlich und zeitlich größtenteils effluenten Bedingungen ausgegangen werden kann. Die Grundwasserströmungsrichtung ist allgemein stark variabel.

2.5.3 Grundwasserflurabstände

Die Tiefe der Grundwasserdruckfläche u. GOK ist in Anlage 6 dargestellt. Der dargestellte Grundwasserflurabstand, bzw. die Tiefe der Grundwasserdruckfläche bei gespannten Verhältnissen ist hergeleitet aus dem konstruierten Grundwassergleichenplan (siehe Anlage 5) und dem digitalen Geländemodell DGM5 (LGLN (Hrsg.) 2021). Der Plan ist unter den zugrunde gelegten Annahmen als repräsentativ für mittlere hydraulische Verhältnisse anzunehmen.

Die drei hydrogeologischen Teilräume weisen folgende Charakteristika auf:

Im Bereich der Geestflächen des Teilraumes **Lüneburger Heide West** herrschen regional betrachtet höhere Grundwasserflurabstände als in den Niederungsgebieten der **Wümme** und der **Aller**. In der Geest befindet sich die Tiefe der Grundwasserdruckfläche verbreitet bei > 5 m u. GOK. In der Nähe von Vorflutern innerhalb der Geest und insbesondere in den Niederungsgebieten von Wümme und Aller wird der Flurabstand deutlich geringer und liegt bei < 5 und meist auch < 2,5 m u. GOK.

Der Grundwasserflurabstand, bzw. die Tiefe zur Grundwasserdruckfläche unterliegt jahreszeitlichen sowie langjährigen Schwankungen. Zusätzlich wird durch Dränagesysteme, die auch die Grundwasserfließrichtung lokal beeinflussen können, der Grundwasserstand in weiten Teilen des Untersuchungsgebietes künstlich nach oben begrenzt (siehe Abbildung 2-7). In Bereichen, in denen ein schwebendes Grundwasserstockwerk ausgebildet ist, können lokal ebenfalls geringe Grundwasserflurabstände auftreten.

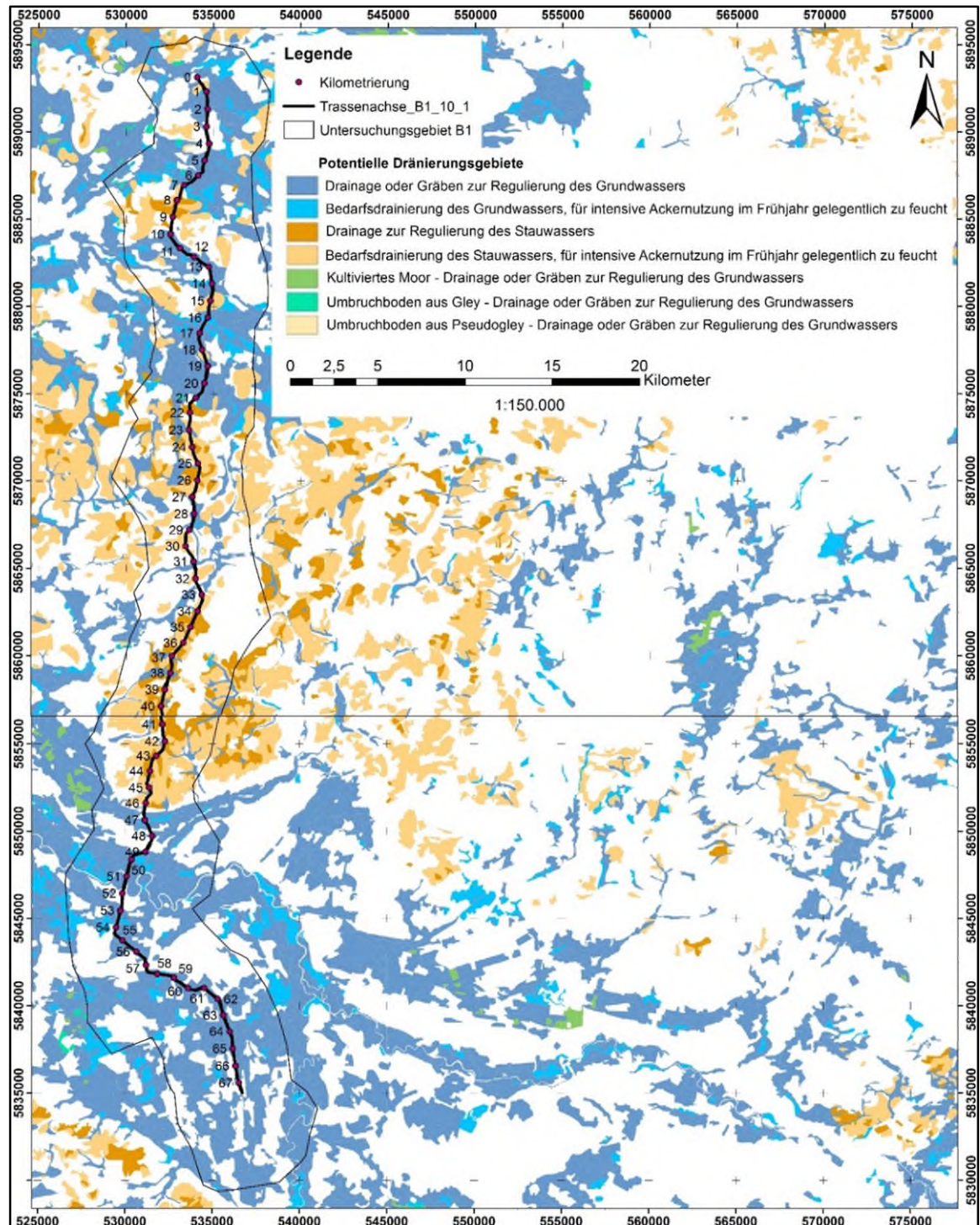


Abbildung 2-7: Potenzielle Dränungsgebiete nach (LBEG (Hrsg.) 2021b).

2.6 Grundwasserbeschaffenheit

Die Beschaffenheit des Grundwassers im Nahbereich der Trassenachse wird anhand der Analysenergebnisse der Beprobung von 37 im Rahmen des Projektes neu errichteten GWM beschrieben. Die Standorte der beprobten GWM werden in Anlage 1 dargestellt und in Tabelle 2-3 aufgelistet. Eine weiterführende Bewertung des chemischen Zustands der einzelnen Grundwasserkörper erfolgt in Kapitel 3 und detaillierter in Teil J – Fachbeitrag zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie.

Tabelle 2-3: Stammdaten der beprobten Grundwassermessstellen

Bezeichnung Grundwassermessstelle	Rechtswert ETRS 1989 UTM Zone 32N	Hochwert ETRS 1989 UTM Zone 32N	Gemarkung	Filteroberkante [m u. GOK]	Filterunterkante [m u. GOK]
PA2-SON-Boe-0002	531452	5849231	Böhme	5,0	7,0
PA2-SON-Boe-0003	530200	5848142	Böhme	4,0	6,0
PA2-SON-Bot-0001	534892	5881145	Bothel	3,2	5,2
PA2-SON-Bot-0002	534694	5879573	Bothel	3,0	5,0
PA2-SON-Bot-0003	534151	5878514	Bothel	3,0	4,0
PA2-SON-Bro-0001	532829	5883509	Brockel	2,2	3,2
PA2-SON-Bro-0002	534639	5882256	Brockel	1,5	3,5
PA2-SON-Fra-0002	529722	5845512	Frankenfeld	3,0	5,0
PA2-SON-Fra-0003	529350	5844108	Frankenfeld	3,0	5,0
PA2-SON-Fra-0004	530680	5843135	Bosse	2,0	3,0
PA2-SON-Fra-0005	529939	5846378	Bosse	7,0	8,0
PA2-SON-Gil-0002	534468	5840990	Nienhagen	3,0	5,0
PA2-SON-Gil-0004	535689	5839170	Nienhagen	3,0	5,0
PA2-SON-Gil-0005	535940	5838556	Suderbruch	3,0	5,0
PA2-SON-Gil-0006	536194	5836917	Suderbruch	3,0	5,0
PA2-SON-Gil-0007	536214	5835430	Suderbruch	3,0	5,0
PA2-SON-Rod-0001	531269	5841879	Rodewald	3,5	4,5
PA2-SON-Rod-0002	532448	5841795	Rodewald	3,5	4,5
PA2-SON-Sch-0006	534488	5892379	Scheeßel	3,0	5,0
PA2-SON-Sch-0007	534582	5891021	Scheeßel	4,0	6,0
PA2-SON-Sch-0008	534530	5890058	Scheeßel	4,0	5,0
PA2-SON-Sch-0009	534584	5888735	Wester- vesede	4,0	6,0
PA2-SON-Sch-0011	534476	5888441	Bartelsdorf	4,0	5,0
PA2-SON-Sch-0012	534297	5887726	Bartelsdorf	4,0	6,0

Bezeichnung Grundwassermess- stelle	Rechtswert ETRS 1989 UTM Zone 32N	Hochwert ETRS 1989 UTM Zone 32N	Gemarkung	Fil- terober- kante [m u. GOK]	Filter- unter- kante [m u. GOK]
PA2-SON-Sch-0013	533178	5886875	Bartelsdorf	3,2	4,2
PA2-SON-Sch-0015	532679	5884778	Bartelsdorf	3,1	4,1
PA2-SON-Sch-0016	532544	5884773	Bartelsdorf	2,4	3,4
PA2-SON-Vis-0001	534343	5877420	Wittorf	5,5	7,5
PA2-SON-Vis-0002	534622	5876481	Wittorf	5,5	6,5
PA2-SON-Vis-0003	534107	5874969	Wittorf	7,0	9,0
PA2-SON-Vis-0006	533838	5868337	Jeddingen	2,5	3,5
PA2-SON-Vis-0008	533821	5865465	Bleckwedel	4,0	6,0
PA2-SON-Vis-0010	534628	5876070	Wittorf	1,7	2,7
PA2-SON-Wal-0001	533903	5865024	Stellichte	3,5	5,5
PA2-SON-Wal-0002	534228	5863813	Sieverdingen	4,0	6,0
PA2-SON-Wal-0004	531058	5850818	Klein Eilstorf	3,0	5,0
PA2-SON-Wal-0005	532133	5855292	Vethem	4,0	6,0

Die GWM sind im obersten wasserführenden Grundwasserleiter verfiltert. Die Beprobungen der GWM fanden vom 12.12.2022 bis 21.12.2022 statt.

Die vollständigen Analyseergebnisse werden in Anhang 3 aufgelistet. Für die Messstellen PA2-SON-Sch-0015, PA2-SON-Sch-0016 und PA2-SON-Vis-0010 konnten keine Proben genommen werden, da der Grundwasserstand zum Zeitpunkt der Probenahme bis unterhalb der Filterstrecke abgesunken war oder nicht genügend Wasser für eine repräsentative Pumpprobe entnommen werden konnte.

2.6.1 Allgemeine Charakterisierung

Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit wird von einer Reihe von Einflüssen bestimmt, im Wesentlichen von den durchsickerten und durchströmten Medien und Gesteinen. Die geogene Beschaffenheit wird häufig auch durch anthropogen bedingte Prozesse überlagert, was sich in Summe in der hydrochemischen Zusammensetzung widerspiegelt.

Die Grundwassermessstellen befinden sich in insgesamt vier verschiedenen Grundwasserkörpern und repräsentieren unterschiedliche hydrochemische Milieus. Eine Zusammenfassung über die entsprechende Klassifizierung basierend auf den wertgebenden Kationen und Anionen ist in Abbildung 2-8 dargestellt.

Ein Großteil der Proben ist dem Calcium-Magnesium-Chlorid-Sulfat-Typ zugeordnet, der tendenziell junge Grundwässer charakterisiert. Neben Calcium als Hauptkation ist Sulfat in vielen Grundwasserproben anteilmäßig das dominierende Anion. Hohe Sulfatkonzentrationen sind vor allem im Bereich der Aller-Niederung charakteristisch. In der Geest und in der Wümme-Niederung weist die Hauptionen-Zusammensetzung

im Grundwasser eine im Vergleich höhere Diversität bei gleichzeitig geringerer Mineralisation auf.

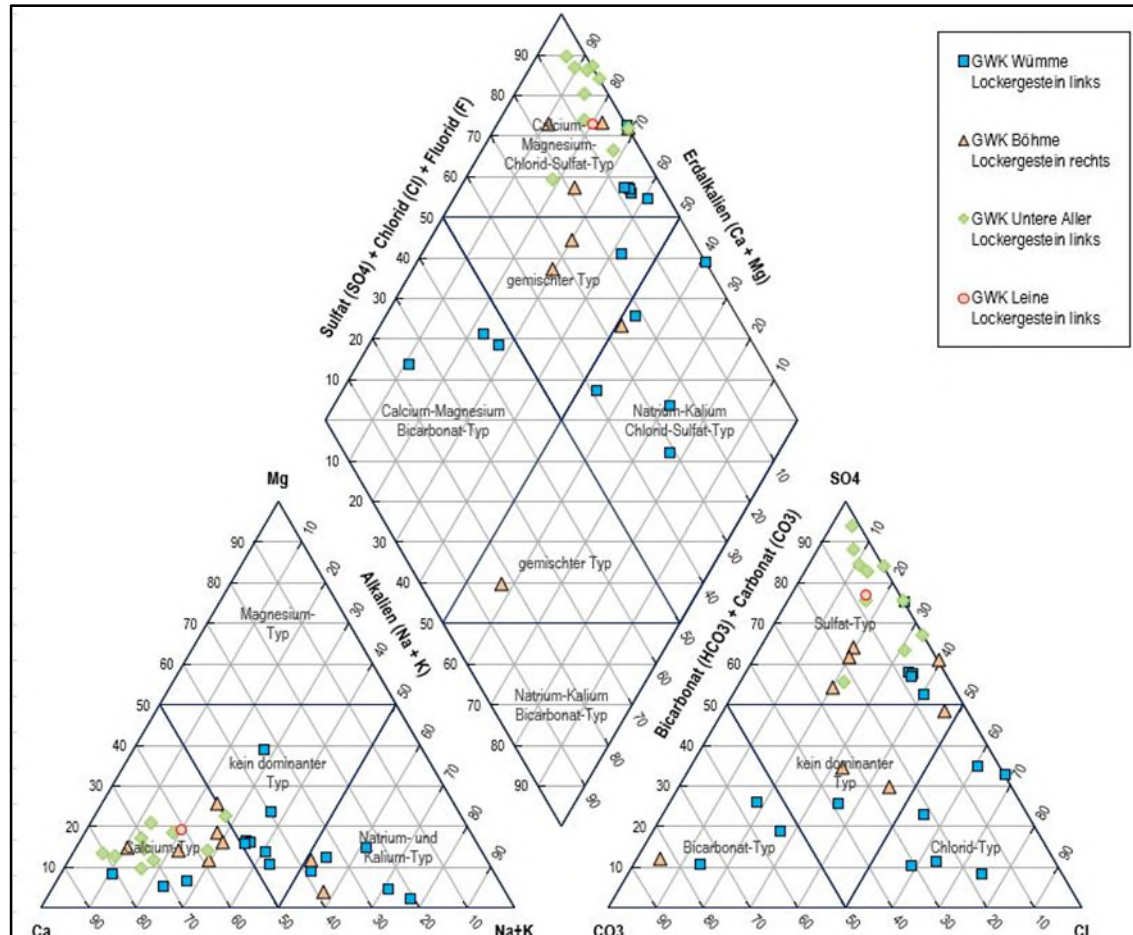


Abbildung 2-8: Hydrogeochemische Klassifizierung der Grundwasserproben im Piper Diagramm

2.6.2 Vor-Ort Parameter

pH-Wert

Der pH-Wert aller Proben schwankt zwischen 4,74 (PA2-SON-Sch-0007) und 8,10 (PA2-SON-Bot-0002). 24 der 34 entnommenen Proben weisen einen pH-Wert im sauren Bereich mit $\text{pH} < 6,5$ auf, drei Proben haben einen pH von < 5 , welche im Bereich der Wümme- bzw. Allerniederung zu verorten sind. Mit einem pH-Wert von $> 7,5$ zeigen drei Messstellen ein schwach basisches Grundwasser. Im Bereich der Ortslagen Brockel und Bothel (km 13+000 bis km 16+000) sind die höchsten pH-Werte zu verzeichnen.

Sauerstoff

Die Messungen des Sauerstoffgehaltes zeigen für 27 Messstellen Konzentrationen von bis zu 0,5 mg/L ein anaerobes Milieu. Der höchste Sauerstoffgehalt wurde an der Messstelle PA2-SON-Wal-0001 mit 7,4 mg/L bestimmt. Geringe Sauerstoffkonzentrationen im flachen Grundwasser können ein Indiz für Sauerstoffverbrauch durch mikrobielle Abbauprozesse sein.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit dient als Summenparameter der Erfassung von freien Ladungsträgern im Wasser, die in der Regel überwiegend aus gelösten Mineralphasen stammen. Die gemessenen Werte reichen von 186 $\mu\text{S/cm}$ (PA2-SON-Wal-0002) bis 1380 $\mu\text{S/cm}$ (PA2-SON-Vis-0003) und liegen damit meist im für oberflächennahes Grundwasser erwartbaren Bereich. Bei den vier Proben mit einer Leitfähigkeit $> 1.000 \mu\text{S/cm}$ sind die Konzentrationen für Chlorid bzw. Sulfat erhöht.

Die Messstelle PA2-SON-Vis-0003 liegt direkt an einer Bundesstraße. Anhand der Konzentrationssignatur mit deutlich erhöhtem Chlorid und mäßig erhöhtem Natrium ist eine Belastung des Grundwassers mit Rückständen von Streusalz zur Straßenenteisung wahrscheinlich. Für die Messstelle PA2-SON-Bot-0002 sind sowohl Chlorid als auch Natriumkonzentration erhöht, was möglicherweise auf eine Salzlösung zurückzuführen ist. Im direkten Umfeld der Messstelle befinden sich keine oberflächennahen Salzlagerstätten, somit ist keine Quelle erkennbar. Die erhöhten Sulfatkonzentrationen an den Messstellen PA2-SON-Gil-0004 und PA2-SON-Gil-0005 weisen im Zusammenhang mit den gleichzeitig auffälligen Eisenkonzentrationen (siehe Kapitel 2.6.4) und nicht vorhandenem Nitrat auf Denitrifikationsprozesse im Anstrom der Messstelle hin. Eine geogene Bildung von Sulfat durch Gipslösung ist im Bereich der Allerniederung potenziell möglich.

2.6.3 Nährstoffe

Stickstoff und Phosphor sind bedeutende Nährstoffe für landwirtschaftlich angebaute Kulturpflanzen, welche vor allem durch Düngung auf Ackerflächen gelangen und über das Sickerwasser in das Grundwasser verfrachtet werden.

Anorganischer Stickstoff liegt gelöst größtenteils als Nitrat, Nitrit oder Ammonium vor.

An 16 der 34 Messstellen ist der Stickstoff überwiegend als Nitrat gebunden. Der Schwellenwert der Grundwasserverordnung (GrwV) für Nitrat beträgt 50,0 mg/L, entsprechend 11,3 mg/L Nitrat-Stickstoff. Dieser Wert wird an fünf der 34 beprobten GWM überschritten. Drei dieser Messstellen befinden sich im Bereich der Allerniederung (bei Böhme und Frankenfeld). Die höchsten Konzentrationen treten an den Messstellen mit den tiefsten Filtern und den niedrigsten Grundwasserständen auf (PA2-SON-Fra-0005 und PA2-SON-Boe-0002). Das Umfeld aller Messstellen wird durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt.

An weiteren 16 der 34 Messstellen liegt der Stickstoff hauptsächlich in Form von Ammonium vor. Eine Überschreitung des Schwellenwerts nach GrwV von 0,5 mg/L wurde an sieben GWM detektiert.

An den verbleibenden zwei der 34 GWM liegen beide Stickstoffspezies in nennenswerten Anteilen vor.

Nitrat wird im Grundwasser unter Ausschluss von Sauerstoff und mit der Verfügbarkeit von Pyrit oder organischem Material bakteriell denitrifiziert und in elementaren Stickstoff (Gas) umgewandelt. Die Denitrifikation führt durch den Verbrauch der Reduktionsmittel zur Freisetzung von Schwefel, der wiederum zu Sulfat umgesetzt wird. Erhöhte Sulfatgehalte, die oberhalb des Schwellenwerts der GrwV von 250 mg/L liegen, sind an vier Messstellen festgestellt worden. Gleichzeitig ist in diesen Wässern kaum Sauerstoff vorhanden und die Bildung von Ammonium wird begünstigt. Die Konzentration von Ammonium liegt an den Messstellen mit schwellenwertüberschreitenden Sulfatkonzentrationen und drei weiteren Messstellen oberhalb des Schwellenwerts von 0,5 mg/L nach GrwV.

Der Nitrit-Gehalt lag nur an 7 GWM oberhalb der Nachweisgrenze, in keinem Fall wurde der Schwellenwert GrwV überschritten.

Ortho-Phosphat konnte an sieben GWM oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Die höchste gemessene Konzentration beträgt 0,5 mg/L, entsprechend 0,2 mg/L Phosphor aus Ortho-Phosphat.

2.6.4 Metalle

Eisen und Mangan

Wenn Eisen und Mangan in hohen Konzentrationen im Grundwasser enthalten sind, fallen diese Metalle häufig als Oxide aus, wenn das Grundwasser mit Sauerstoff in Kontakt kommt. Sie können sowohl durch geogene als auch anthropogene Prozesse in das Grundwasser gelangen. Erhöhte Eisenkonzentrationen können, in Zusammenhang mit ebenfalls erhöhten Sulfatgehalten, auf Denitrifikation, den Abbau von Nitrat mittels u.a. Pyrit, im Grundwasser hinweisen.

An acht der 34 beprobten GWM konnte Eisen (gesamt) mit Konzentrationen unterhalb des Grenzwerts nach Trinkwasserverordnung von 0,2 mg/L nachgewiesen werden. Neun Messstellen weisen eine Eisenkonzentration ab 10 mg/L auf. Die höchste Konzentration wurde mit 79 mg/L an der Messstelle PA2-SON-Gil-0005 bestimmt. Generell werden die höchsten Eisenkonzentrationen schwerpunktmäßig im Raum Gilten in der Allerniederung festgestellt. An den Messstellen PA2-SON-Rod-0002 und PA2-SON-Sch-0006 werden mit 37 bzw. 20 mg/L ebenfalls signifikante Eisenkonzentrationen gemessen.

Die Mangankonzentrationen liegen im Bereich zwischen < 0,01 mg/L bis 1,6 mg/L (PA2-SON-Gil-0004). An drei Messstellen wurde eine Konzentration unterhalb des Grenzwerts nach Trinkwasserverordnung von 0,05 mg/L festgestellt. An den Messstellen mit den höchsten Mangan-Konzentrationen treten auch die höchsten Eisen-Konzentrationen auf.

Spurenelemente

Von einer Vielzahl im Grundwasser vorkommender Spurenelemente wurden Arsen, Blei, Bor, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink in den Grundwasserproben untersucht. Zur Bewertung der Konzentration wurden die jeweils strengeren Grenz- bzw. Schwellenwerte nach Trinkwasserverordnung (TrinkwV) oder nach Grundwasserverordnung (GrwV) herangezogen. An den meisten Messstellen wurden keine Überschreitungen der Referenzwerte festgestellt. An der Messstelle PA2-SON-Vis-0001 liegen die Konzentrationen für Blei und Nickel mit 0,03 bzw. 0,03 mg/L geringfügig oberhalb des jeweiligen Grenzwerts nach TrinkwV. Für insgesamt sechs Messstellen wird der Grenzwert von 0,02 mg/L nach TrinkwV für Nickel überschritten. Die gemessene Maximalkonzentration für diesen Parameter beträgt 0,2 mg/L. Für Cadmium wurde an drei Messstellen der Schwellenwert nach GrwV überschritten, die Konzentrationen liegen aber unterhalb des Grenzwerts nach TrinkwV.

2.6.5 BTEX

Die aromatischen Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol (BTEX) konnten in den Proben nicht nachgewiesen werden

2.6.6 LHKW

Für die Summe der leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (LHKW) gilt der LAWA-GFS von 20 µg/l, sowie ein GFS von 10 µg/l für die beiden Einzelstoffe und die Summe von Tri- und Tetrachlorethen. Die GrwV nennt lediglich einen Schwellenwert von 10 µg/l für die Summe von Tri- und Tetrachlorethen.

An der GWM PA2-SON-Vis-0008 wurde einmalig 1,2-Dichlorpropan mit 2,1 µg/L und somit unterhalb des Grenzwertes für die Summe LHKW gemäß GrwV detektiert. In allen anderen GWM gab es keinen Befund.

2.6.7 PSM

Aus der Stoffgruppe der Pflanzenschutzmittel wurden cis-1,3-Dichlorpropen und trans-1,3-Dichlorpropen untersucht. Beide Stoffe konnten in keiner Probe nachgewiesen werden.

3 Grundwasserkörper und Schutzgebiete

Wie in Kapitel 2.2 bereits beschrieben und in Abbildung 2-2 dargestellt, quert der PFA B1 vier Grundwasserkörper. Im nördlichen Abschnitt quert der PFA B1 das Trinkwasserschutzgebiet Rotenburg-Stadt (WSG-KN 03357039101, WSG Teil 302). Die Schutzzone IIIIB dieses Trinkwasserschutzgebietes wird direkt von der geplanten Kabeltrasse gequert und ein großer Teil seiner Schutzzone IIIIA (WSG Teil 301) liegt noch innerhalb des Untersuchungsgebietes (siehe Anlage 1). Heilquellenschutzgebiete und Quellen werden nicht tangiert bzw. mögliche Betroffenheiten dieser können auf Grund ihrer Lage außerhalb des Wirkungsbereichs ausgeschlossen werden.

In den folgenden Kapiteln erfolgt eine Zusammenfassung des Ist-Zustands der Grundwasserkörper hinsichtlich des mengenmäßigen und chemischen Zustands. Eine weiterführende Beschreibung ist in Teil J – Fachbeitrag zur europäischen Wasserrahmenrichtlinie gegeben.

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung wird anhand der hydrogeologischen Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 – Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung (LBEG (Hrsg.) 1982) beschrieben. In (LBEG (Hrsg.) 1982) wird das Schutzpotenzial summarisch in drei Klassen (gering, mittel und hoch) unterteilt. Die Zuordnung erfolgt durch Betrachtung der Grundwasserüberdeckung (Mächtigkeit und Durchlässigkeit) wie folgt:

- gering
 - < 1 m gering durchlässige Gesteine (Ton, Schluff) oder
 - < 5 m gut durchlässige Gesteine (Fein- bis Mittelsand) oder
 - < 10 m sehr gut durchlässige Gesteine (Grobsand, Kies, klüftiges oder verkarstetes Festgestein)
- mittel
 - 1 – 5 m gering durchlässige Gesteine (Ton, Schluff) oder
 - 5 – 10 m gut durchlässige Gesteine (Fein- bis Mittelsand) oder
 - > 10 m sehr gut durchlässige Gesteine (Grobsand, Kies, klüftiges oder verkarstetes Festgestein)
- hoch
 - > 5 m gering durchlässige Gesteine (Ton, Schluff) oder
 - > 10 m gut durchlässige Gesteine (Fein- bis Mittelsand)

Nach den in der WRRL und in § 4 Grundwasserverordnung definierten Kriterien für einen guten mengenmäßigen Zustand des Grundwassers, darf die langfristige mittlere jährliche Grundwasserentnahme die nutzbare Grundwasserdargebotsreserve nicht übersteigen. Hierbei bildet das mittlere Dargebot in Trockenperioden die Grundlage. Die Abschätzung der Wasserbilanz erfolgt anhand der Daten aus dem Runderlass des Umweltministeriums zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwas-

sers vom 29.5.2015 (MU Niedersachsen) und des Wasserversorgungskonzepts Niedersachsen 1 : 500 000 – gewinnbares Grundwasserdargebot für den IST-Zustand (Bezugsjahr 2015) und 2030 bei trockenen Verhältnissen (LBEG (Hrsg.) 2022).

Im Wasserversorgungskonzept Niedersachsen dient Tabelle 3-1 als nähere Erläuterung von drei Klassen. Anstatt „GW-Dargebot“ wird darin der Begriff „Grundwasserverfügbarkeit“ benutzt:

Tabelle 3-1: Einteilung der Grundwasserverfügbarkeit und des Nutzungsdruckes in Klassen (LBEG (Hrsg.) 2022)

Grundwasser- verfügbarkeit	Nutzungs- druck	Klasse	Klasseneinteilung	
			[m³/Jahr]	[mm]
hoch	gering	1	≥ 50.000	≥ 200
mittel	mittel	2	≥ 25.000 - < 50.000	≥ 100 - < 200
gering	hoch	3	< 25.000	< 100

Als weiteres Kriterium erfolgt die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes über die Bilanzbetrachtung zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung. Beträgt die Förderung mehr als 10% bis 30% der Neubildung, besteht die Möglichkeit bzw. das Risiko, den „guten“ mengenmäßigen Zustand zu gefährden. Hier werden die Daten aus (MU Niedersachsen) berücksichtigt.

Zudem erfolgt die Bewertung des mengenmäßigen und chemischen Zustands anhand der vorläufigen Grundwasserkörpersteckbriefe (Anhang 2 der Unterlage Teil J) zum 3. Bewirtschaftungsplan der WRRL, Jahre 2022-2027 (Datensatz der elektronischen Berichterstattung 2022) sowie projektbezogener Grundwasseranalysen. Die Trasse des PFA B1 liegt größtenteils in den Landkreisen Rotenburg (Wümme) und Heidekreis, streift den Landkreis Nienburg/Weser und endet mit Kilometer 67 im Süden in der Region Hannover. Von daher erfolgt die Betrachtung neben dem Grundwasserkörper ebenfalls für den relevanten Grundwasserteilkörper gemäß (MU Niedersachsen). Trendauswertungen von Grundwasserganglinien und deren Bewertung erfolgen im Teil-J – Fachbeitrag EG-Wasserrahmenrichtlinie.

Eine detaillierte Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit ist in Kapitel 2.6 gegeben. Weitere Details der Bewertung des chemischen Zustands mit Trendbetrachtungen der Grundwasserkörper sind in Teil J – Fachbeitrag EG-Wasserrahmenrichtlinie in Kapitel 5.2.2 gegeben.

3.1 Grundwasserkörper Wümme Lockergestein Links

3.1.1 Ist-Zustandsbeschreibung

3.1.1.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung gemäß (LBEG (Hrsg.) 1982) im Trassenbereich innerhalb des Grundwasserkörpers Wümme Lockergestein Links ist in Abbildung 3-1 dargestellt. Generell zeigt sich, dass in orografisch höher gelegenen

Bereichen von einem hohen Schutzpotenzial auszugehen ist. In Gewässerniederungen hingegen erfolgt die Klassifizierung meist mit gering bis mittel, was auf die geringeren Grundwasserflurabstände zurückzuführen ist.

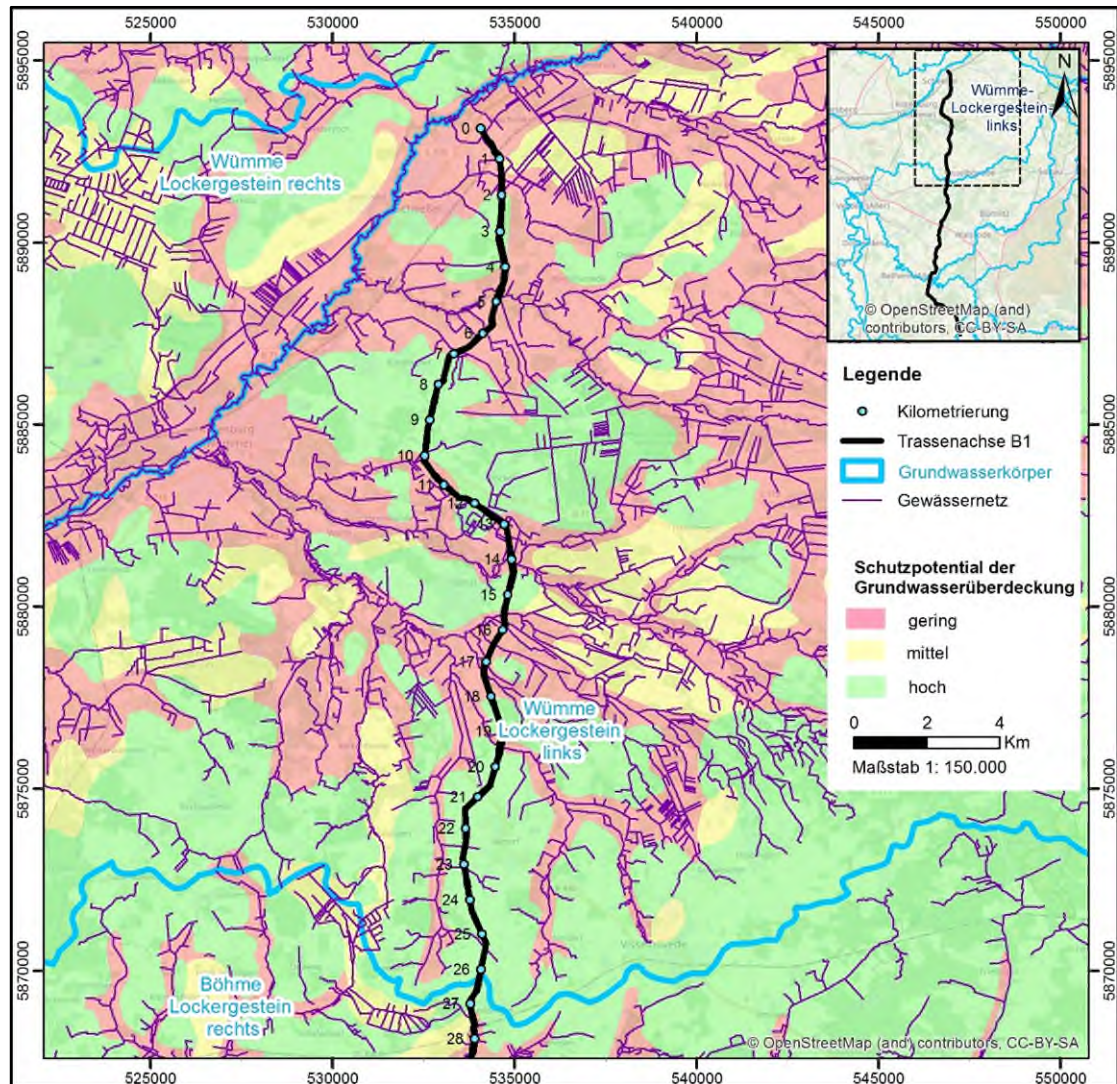


Abbildung 3-1: Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Wümme Lockergestein Links

Rund 58 % der Trassenachse befindet sich in Bereichen mit hohem Schutzpotential (Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Schuttpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf

Klasse	Trassen-kilometer von (ca.)	Trassen-kilometer bis (ca.)	Länge (km)	Länge gesamt (km)	Länge (%)
hoch	1+925	3+820	1,895	15,09	57,66
	7+050	9+950	2,900		
	11+500	12+720	1,220		
	14+350	15+445	1,095		
	18+000	19+220	1,220		
	19+440	26+200	6,760		
gering	0+000	1+910	1,915	11,08	42,34
	3+830	7+030	3,200		
	9+975	11+500	1,525		
	12+740	14+340	1,600		
	15+460	18+020	2,560		
	19+220	19+500	0,280		

3.1.1.2 Abschätzung der Wasserbilanz

Der Grundwasserkörper (GWK) Wümme Lockergestein Links befindet sich anteilig in den Landkreisen Verden, Rotenburg (Wümme), Harburg, Heidekreis und der Stadt Bremen. Nach Berechnungen aus der Verschneidung von Landkreisen mit dem GWK wird für den Teilkörper im Landkreis Rotenburg (Wümme) (ROW), den die geplante B1-Trassenachse queren soll, das gewinnbare Grundwasserdargebot in trockenen Perioden zu 49,23% als mittel und zu 50,77% als gering eingestuft (Tabelle 3-3).

Bei den übrigen anteiligen Landkreisen ist das GW-Dargebot vergleichsweise günstig im Heidekreis mit 70% zu 23% mittel zu gering, im Landkreis Verden 37% zu 63%, im Landkreis Harburg 27% zu 73%. In Bremen wird es als durchweg gering klassifiziert (LBEG (Hrsg.) 2022b) (siehe Abbildung 3-2).

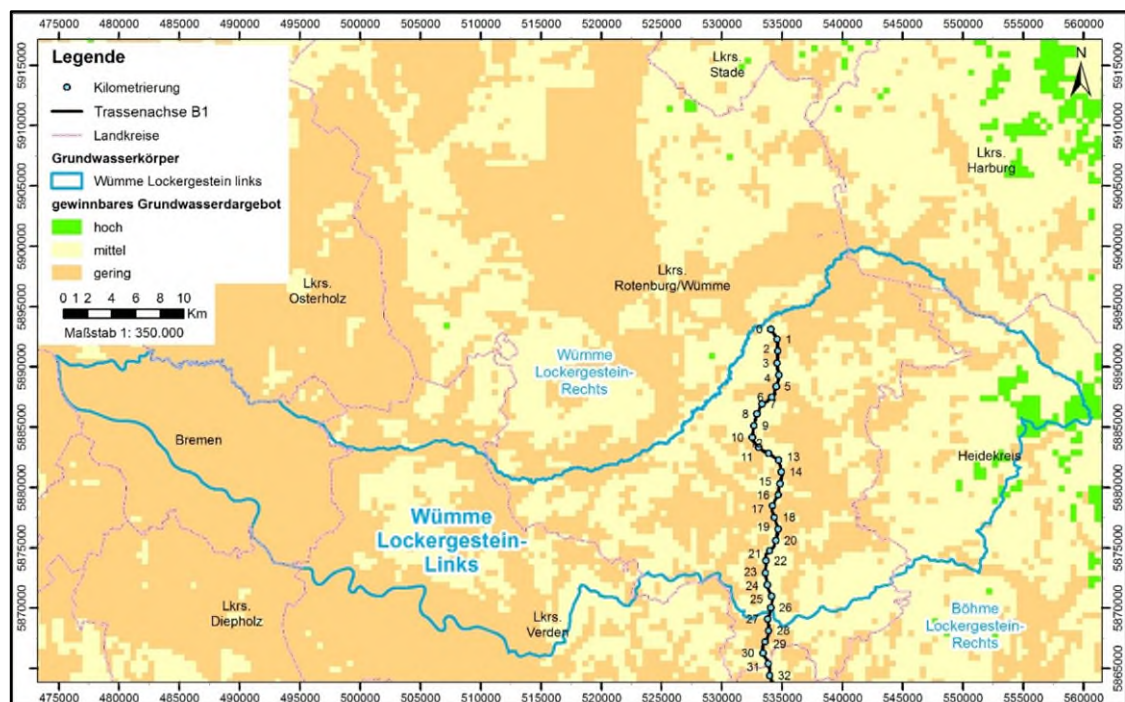


Abbildung 3-2: Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Wümme Lockergestein Links

Gemäß (MU Niedersachsen) und (NLWKN (Hrsg.) 2021) ergeben sich für den Grundwasserkörper bzw. den Teilkörper im Landkreis Rotenburg (Wümme) die in Tabelle 3-3 zusammengefassten Eckdaten.

Tabelle 3-3: Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Wümme Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b; MU Niedersachsen)

	Gesamt	Teilkörper des Landkreises				
		Rotenburg (Wümme)	Heidekreis	Verden	Harburg	Bremen
Fläche des GWK in Niedersachsen [km²]	1212,62					
Flächenanteil des GWK in Niedersachsen [%]	100,00**					
Mittleres Grundwasserangebot, abgeschätzt nach GROWA06v2 [Mio. m³/a]	204,54					
Trockenwetterangebot [Mio. m³/a]	112,81					
Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m³/a]	16,4					
Grundwasserneubildung [Mio. m³/a]	204,5					
Anteil Teilkörper an Fläche GWK in LK [%]		42,4	19,3	21,9	1,1	15,3
Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m³/a]	20,79	8,81	4,01	4,55	0,22	3,20
Nutzbare Dargebot [Mio. m³/a]	37,17					
*Gewinnbares GW-Dargebot, hoch [%]		0,00	7,51	0,00	0,00	0,00
mittel [%]		49,23	69,89	37,13	26,52	0,00
gering [%]		50,77	22,60	62,87	73,48	100,00

* in ArcGIS berechnet auf Grundlage der Verschneidung der Shapes Landkreise und Gewinnbares WDargebot IST für trockene Verhältnisse

**Gebietskörperschaft

3.1.1.3 Mengenmäßiger und chemischer Zustand

Gemäß der Grundwasserkörpersteckbriefe zum 3. Bewirtschaftungsplan wird der mengenmäßige Zustand als gut bewertet. Dies untermauert die Darstellungen in Kapitel 3.1.1.2. Der chemische Zustand wird als schlecht bewertet. Durch Überschreitung des Schwellenwertes nach Anlage 2 GrwV ist der schlechte chemische Zustand auf Nitrat (> 50 mg/l) zurückzuführen. Nach EU-WRRL sind dazu auch Pestizide beiträgend.

Die GWM Riekenbostel und Bothel des NLWKN zeigen beispielsweise in den Jahren 2016 bis 2021 über den Schwellenwert erhöhte Nitratwerte (Anhang 1, Teil J - Fachbeitrag EU-Wasserrahmenrichtlinie). Die Eigenmessungen an den neu errichteten GWM in diesem Bereich (siehe Kapitel 2.6) bestätigen mit Nitratkonzentration von bis zu 26,8 mg/l (PA2-SON-Bot-0001) den Befund.

3.2 Grundwasserkörper Böhme Lockergestein Rechts

3.2.1 Ist-Zustandsbeschreibung

3.2.1.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die Schutzfunktion gemäß (LBEG (Hrsg.) 1982) im Trassenbereich innerhalb des Grundwasserkörpers Böhme Lockergestein Rechts ist in Abbildung 3-3 dargestellt. In diesem Abschnitt herrscht ein überwiegend hohes Schutzpotenzial vor (Tabelle 3-4), das nur fließgewässernah abnimmt. Im südlichen Bereich, in der Aller-Niederung, ist das Schutzpotenzial bedingt durch geringe Flurabstände und fehlende Geschiebeablagerungen durchgehend gering.

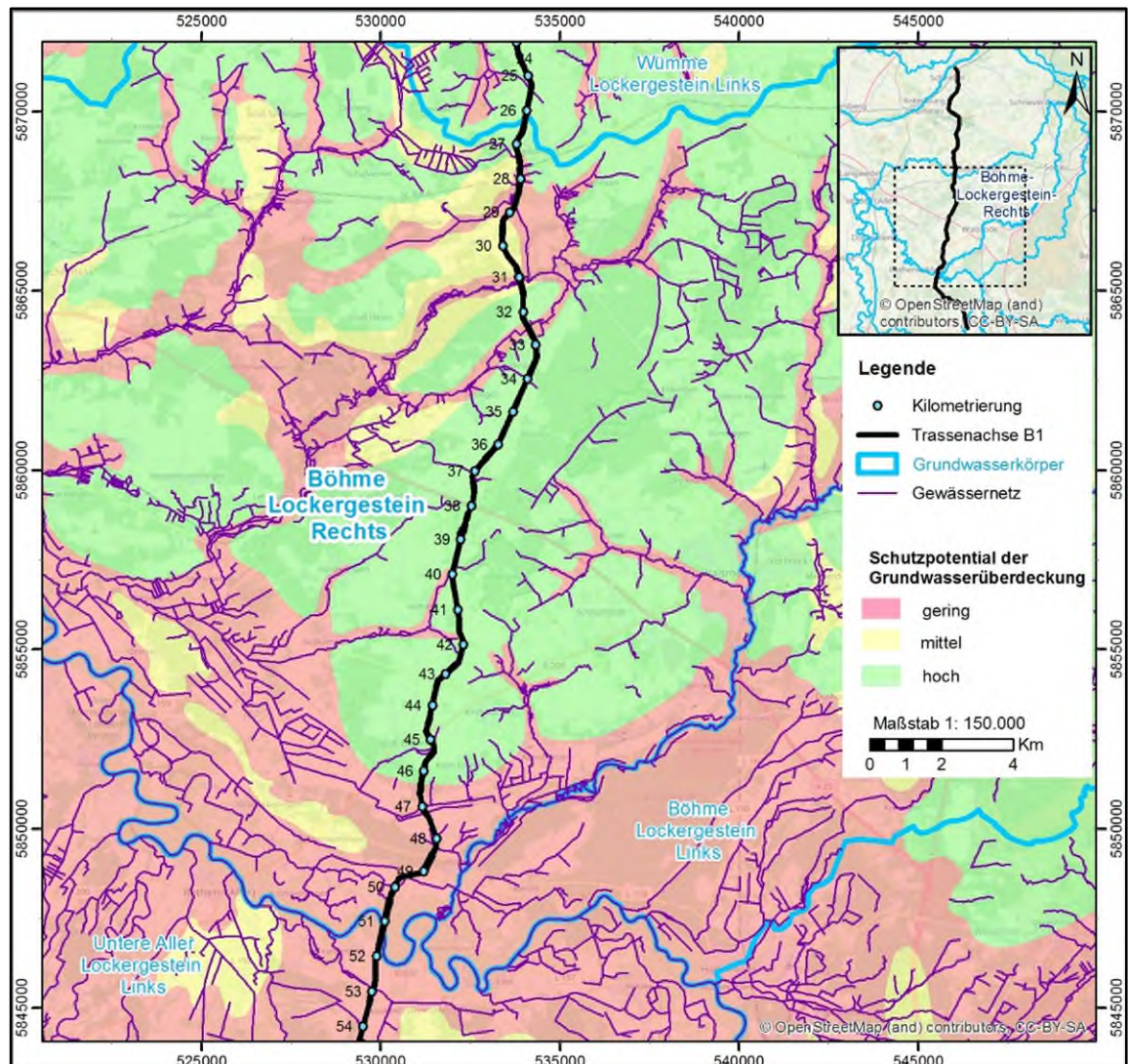


Abbildung 3-3: Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Böhme Lockergestein Rechts

Tabelle 3-4: Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf

Klasse	Trassenki- lometer von (ca.)	Trassenki- lometer bis (ca.)	Länge (km)	Länge ge- samt (km)	Länge (%)
hoch	26+200	27+200	1,00	15,47	61,8
	31+400	32+310	0,91		
	32+810	46+365	13,56		
mittel	27+200	27+350	0,15	2,09	8,4
	29+225	30+965	1,74		
	31+180	31+380	0,20		
gering	27+350	29+235	1,89	7,46	29,8
	30+965	31+185	0,22		
	32+300	32+780	0,48		
	46+390	51+260	4,87		

3.2.1.2 Abschätzung der Wasserbilanz

Ein Großteil des Grundwasserkörpers Böhme Lockergestein Rechts befindet sich im Heidekreis, der westliche Teil im Landkreis Verden. Im zentralen Norden ist ein kleiner Bereich dem Landkreis Rotenburg/Wümme zugeordnet. Aus der Verschneidung von Landkreisen mit dem GWK wird für den Teilkörper im Heidekreis ein mittleres Grundwasserdargebot für 62% der Fläche und ein geringes für 37% der Fläche berechnet (Tabelle 3-5). Im Landkreis Rotenburg (Wümme) verhält es sich ähnlich mit 68% zu 32% mittlerem zu geringem GW-Dargebot und im Landkreis Verden 48% zu 52% (Abbildung 3-4).

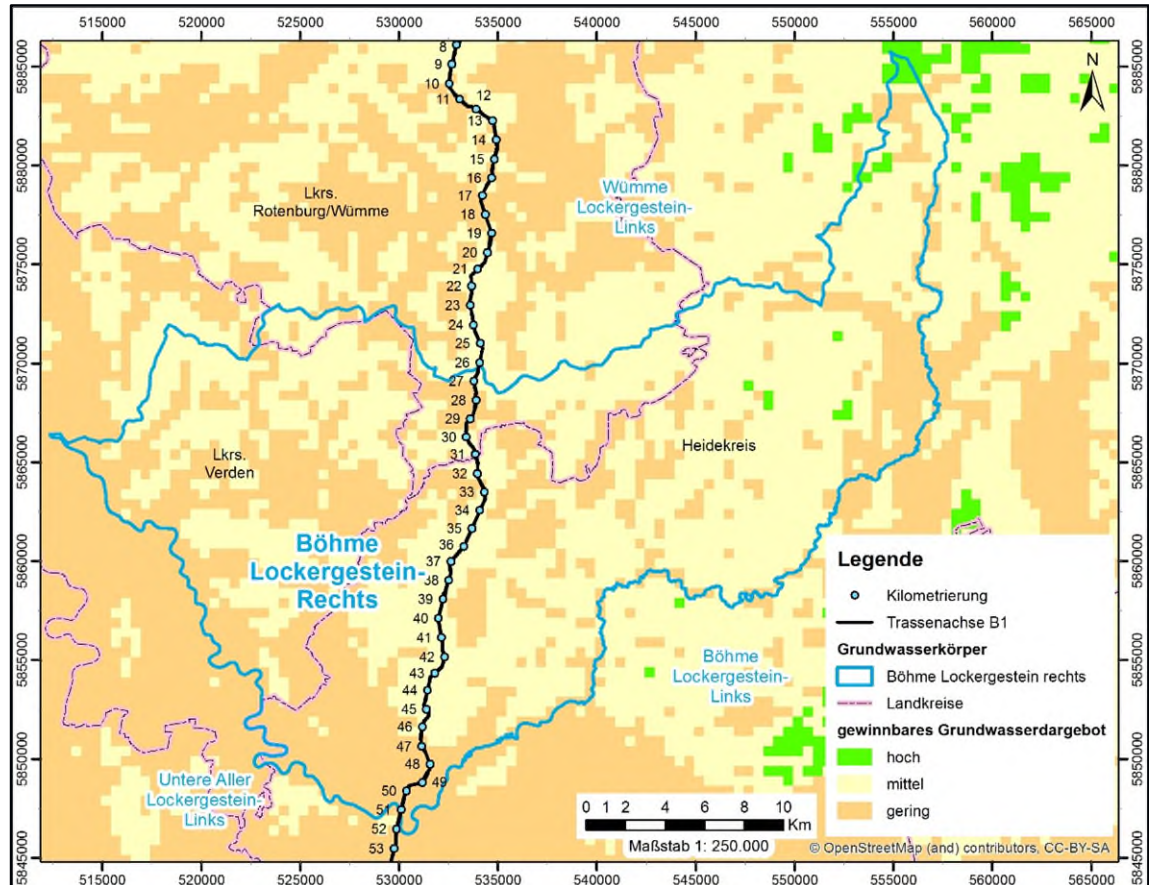


Abbildung 3-4: Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Böhme Lockergestein Rechts (LBEG (Hrsg.) 2022b)

Gemäß (MU Niedersachsen) und (LBEG (Hrsg.) 2022b) ergeben sich für den Grundwasserkörper bzw. den Teilkörper in den 3 Landkreisen die in Tabelle 3-5 zusammengefassten Eckdaten.

Tabelle 3-5: Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Böhme Lockergestein Rechts (LBEG (Hrsg.) 2022b; MU Niedersachsen)

	Gesamt	Teilkörper des Landkreises		
		Rotenburg (Wümme)	Heidekreis	Verden
Fläche des GWK in Niedersachsen [km ²]	700,36			
Flächenanteil des GWK in Niedersachsen [%]	100,00			
Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach GROWA06v2 [Mio. m ³ /a]	144,32			
Trockenwetterdargebot [Mio. m ³ /a]	76,52			
Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m ³ /a]	28,10			
Grundwasserneubildung [Mio. m ³ /a]	144,32			
Anteil Teilkörper an Fläche GWK im LK [%]		9,2	62,8	27,9
Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m ³ /a]	13,51	1,25	8,49	3,77
Nutzbare Dargebot [Mio. m ³ /a]	41,61			
*Gewinnbares GW-Dargebot, hoch [%]		0,00	0,95	0,00
mittel [%]		68,44	62,41	48,45
gering [%]		31,56	36,64	51,55

* in ArcGIS berechnet auf Grundlage der Verschneidung der Shapes Landkreise und Gewinnbares WDargebot IST für trockene Verhältnisse

3.2.1.3 Mengenmäßiger und chemischer Zustand

Gemäß der Grundwasserkörpersteckbriefe zum 3. Bewirtschaftungsplan wird der mengenmäßige Zustand als gut bewertet. Dies untermauert die Darstellungen in Kapitel 3.2.1.2. Der chemische Zustand wird als schlecht bewertet. Durch Überschreitung der Schwellenwerte nach Anlage 2 GrwV ist der schlechte chemische Zustand auf Nitrat (> 50 mg/l) zurückzuführen.

Die GWM des NLWKN Groß Eilstorf zeigt in den Jahren 2016 bis 2021 erhöhte Nitratmesswerte über dem Schwellenwert (Anhang 1, Teil J - Fachbeitrag EU-Wasser-rahmenrichtlinie). Im Rahmen der aktuellen Untersuchungen wurde der Befund bestätigt, es wurden Nitrat-Gehalte von bis zu 108 mg/l bestimmt.

3.3 Grundwasserkörper Untere Aller Lockergestein Links

3.3.1 Ist-Zustandsbeschreibung

3.3.1.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die Schutzfunktion gemäß (LBEG (Hrsg.) 1982) im Trassenbereich innerhalb des Grundwasserkörpers Aller Lockergestein Links ist in Abbildung 3-5 dargestellt. In diesem Abschnitt herrscht bei 81,3% der Trassenteillänge ein geringes Schutzpotenzial vor (Tabelle 3-6).

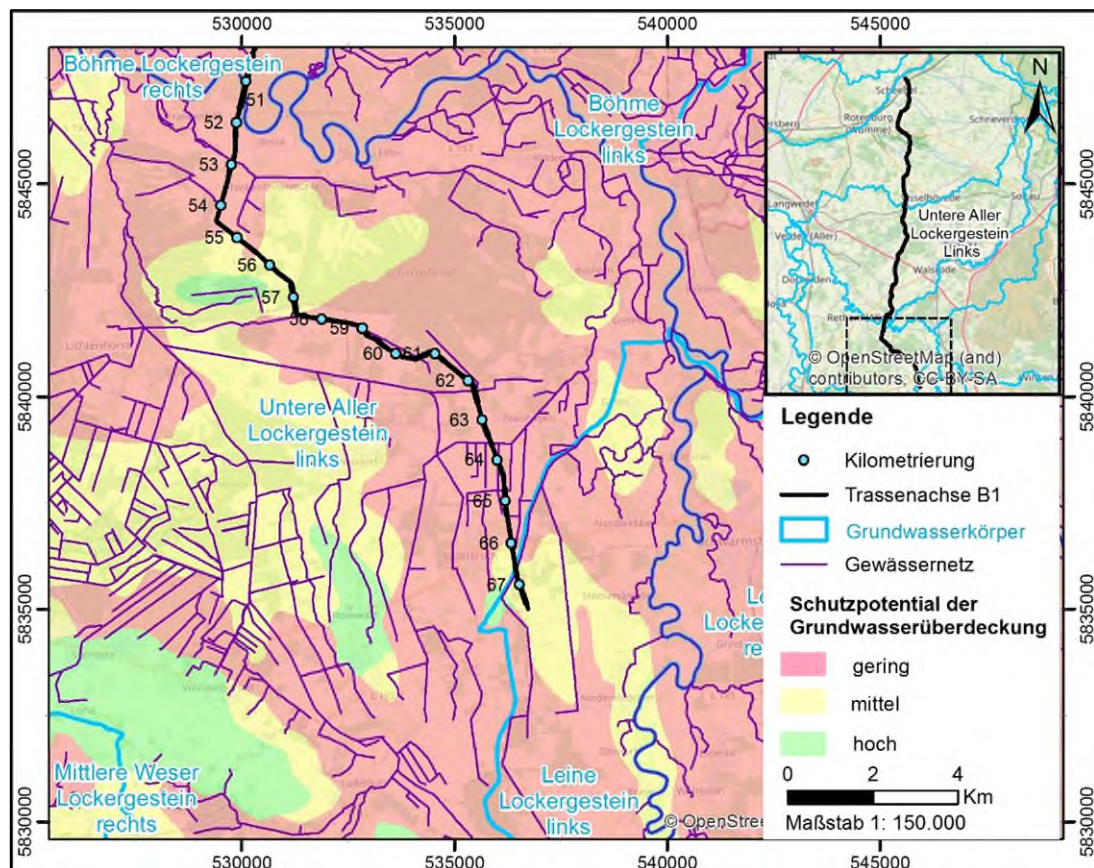


Abbildung 3-5: Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung für den relevanten Bereich innerhalb des Grundwasserkörpers Untere Aller Lockergestein Links

Tabelle 3-6: Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf

Klasse	Trassenkilometer von (ca.)	Trassenkilometer bis (ca.)	Länge (km)	Länge gesamt (km)	Länge (%)
hoch	-	-	0	0	0
mittel	54+800	55+245	0,45	2,87	18,7
	55+575	57+400	1,83		
	65+970	66+570	0,60		
gering	51+260	54+800	3,54	12,44	81,3
	55+245	55+575	0,33		
	57+400	65+970	8,57		

3.3.1.2 Abschätzung der Wasserbilanz

Der Grundwasserkörper Untere Aller Lockergestein Links befindet sich anteilig in den Landkreisen Heidekreis, Nienburg/Weser, Verden und Region Hannover. Aus der Verschneidung von Landkreisen mit dem GWK wird für den Teilkörper im Heidekreis, der von der Trassenachse B1 gekreuzt wird, ein geringes Grundwasserdargebot für 93% der Fläche berechnet (Tabelle 3-7). Für den Landkreis Nienburg, der auf einer Länge von ca. 1.2 km von der Trasse gekreuzt wird, wird ebenso ein geringes Dargebot für ähnlich große Bereiche (91%) kalkuliert und der Landkreis Verden reiht sich ein mit 93% seines Flächenanteils. Bei der Region Hannover ergeben sich Flächenanteile von 63% geringem und 37% mittlerem GW-Dargebot (Abbildung 3-6).

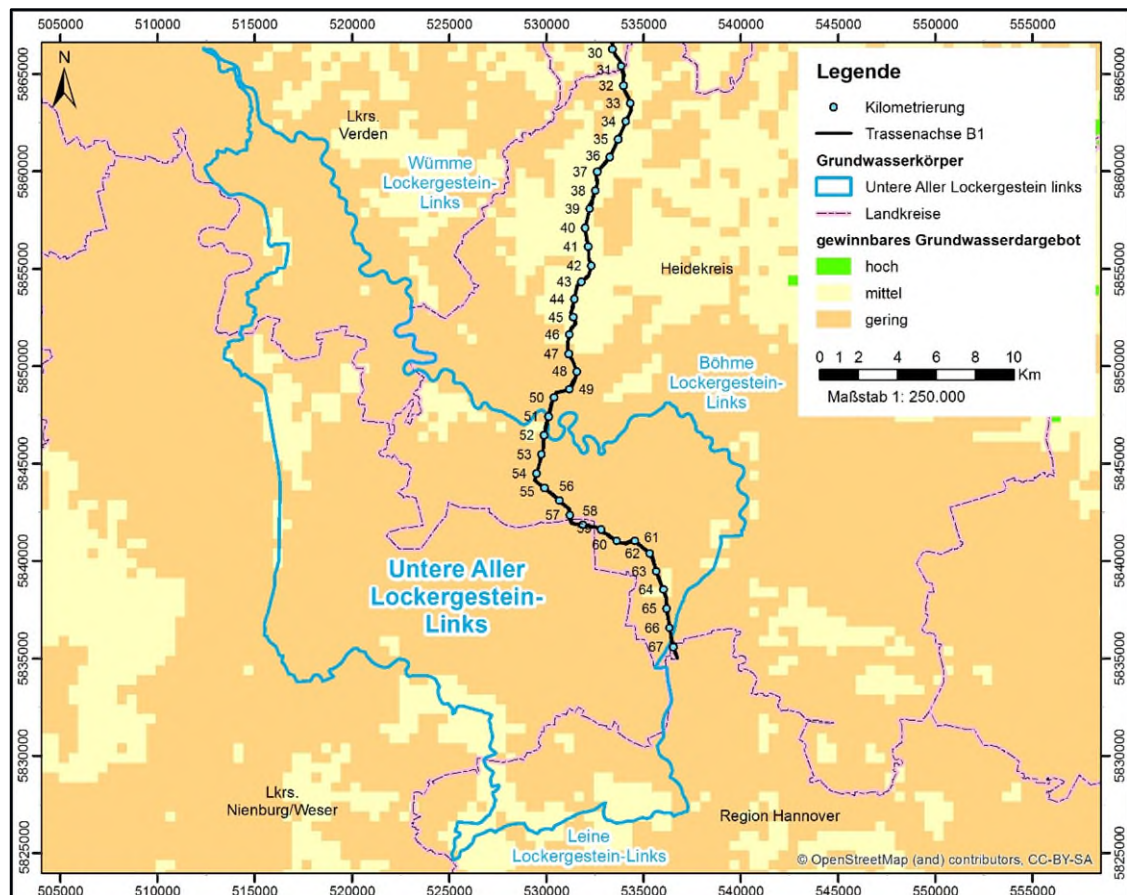


Abbildung 3-6: Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Untere Aller Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b)

Tabelle 3-7: Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Untere Aller Lockergestein Links (MU Niedersachsen; NLWKN (Hrsg.) 2021)

	Ge- samt	Teilkörper des Landkreises/Region			
		Heide- kreis	Nienburg/ Weser	Hanno- ver	Verden
Fläche des GWK in Niedersachsen [km²]	467,54				
Flächenanteil des GWK in Niedersachsen [%]	100,00				
Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach GROWA06v2 [Mio. m³/a]	62,97				
Trockenwetterdargebot [Mio. m³/a]	29,11				
Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m³/a]	7,54				
Grundwasserneubildung [Mio. m³/a]	62,97				
Anteil Teilkörper an Fläche GWK in LK [%]		26,00	48,90	9,10	16,00
Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m³/a]	5,15	1,34	2,52	0,47	0,82
Nutzbare Dargebot [Mio. m³/a]	12,68				
*Gewinnbares GW-Dargebot, hoch [%]		0,00	0,00	0,00	0,00
mittel [%]		7,44	9,44	37,28	3,57
gering [%]		92,56	90,56	62,72	96,43

* in ArcGIS berechnet auf Grundlage der Verschneidung der Shapes Landkreise und Gewinnbares WDargebot IST für trockene Verhältnisse

3.3.1.3 Mengenmäßiger und chemischer Zustand

Gemäß der Grundwasserkörpersteckbriefe zum 3. Bewirtschaftungsplan wird der mengenmäßige Zustand als gut bewertet. Dies untermauert die Darstellungen in Kapitel 3.3.1.2. Der chemische Zustand wird als schlecht bewertet. Durch Überschreitung der Schwellenwerte nach Anlage 2 GrwV ist der schlechte chemische Zustand auf Nitrat (> 50 mg/l) zurückzuführen.

Die GWM des NLWKN Neu Bosse und Rodewald MB I zeigen in den Jahren 2016 bis 2021 zudem wiederkehrend bzw. permanent Nitratkonzentrationen über dem Schwellenwert (> 50 mg/l) (siehe Anhang 1, Teil J - Fachbeitrag EU-Wasserrahmenrichtlinie). Dies bestätigt sich durch die Eigenmessungen mit Nitratwerten bis 180 mg/l, insbesondere in der Gemarkung Frankenfeld.

3.4 Grundwasserkörper Leine Lockergestein Links

3.4.1 Ist-Zustandsbeschreibung

3.4.1.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Die Schutzfunktion gemäß (LBEG (Hrsg.) 1982) im südlichsten Kilometer des Trassenabschnittes B1 innerhalb des Grundwasserkörpers Leine Lockergestein Links ist in Abbildung 3-5 dargestellt. Dieser kurze Abschnitt ist gekennzeichnet von einem mittleren Schutzpotenzial der überdeckenden Einheiten (Tabelle 3-8).

Tabelle 3-8: Schutzzpotenzial der Grundwasserüberdeckung im Trassenverlauf

Klasse	Trassenki- lometer von (ca.)	Trassenki- lometer bis (ca.)	Länge (km)	Länge ge- samt (km)	Länge (%)
hoch	-	-	0	0	0
mittel	66+570	67+600	1,03	1,03	100
gering	-	-	0	0	0

3.4.1.2 Abschätzung der Wasserbilanz

Der Grundwasserkörper Leine Lockergestein Links befindet sich anteilig in den Landkreisen Heidekreis, Nienburg/Weser, Region Hannover und Schaumburg. Aus der Verschneidung von Landkreisen mit dem GWK wird für die Teilkörper im Heidekreis, und der Region Hannover, die von der Trassenachse B1 gekreuzt werden, ein hauptsächlich geringes Grundwasserdargebot für 95% bzw. 97% der Fläche berechnet (Tabelle 3-9). Sowohl für den Anteil im Landkreis Nienburg als auch für den im Landkreis Schaumburg wird durchweg ein geringes GW-Dargebot bei trockenen Verhältnissen berechnet (Abbildung 3-7).

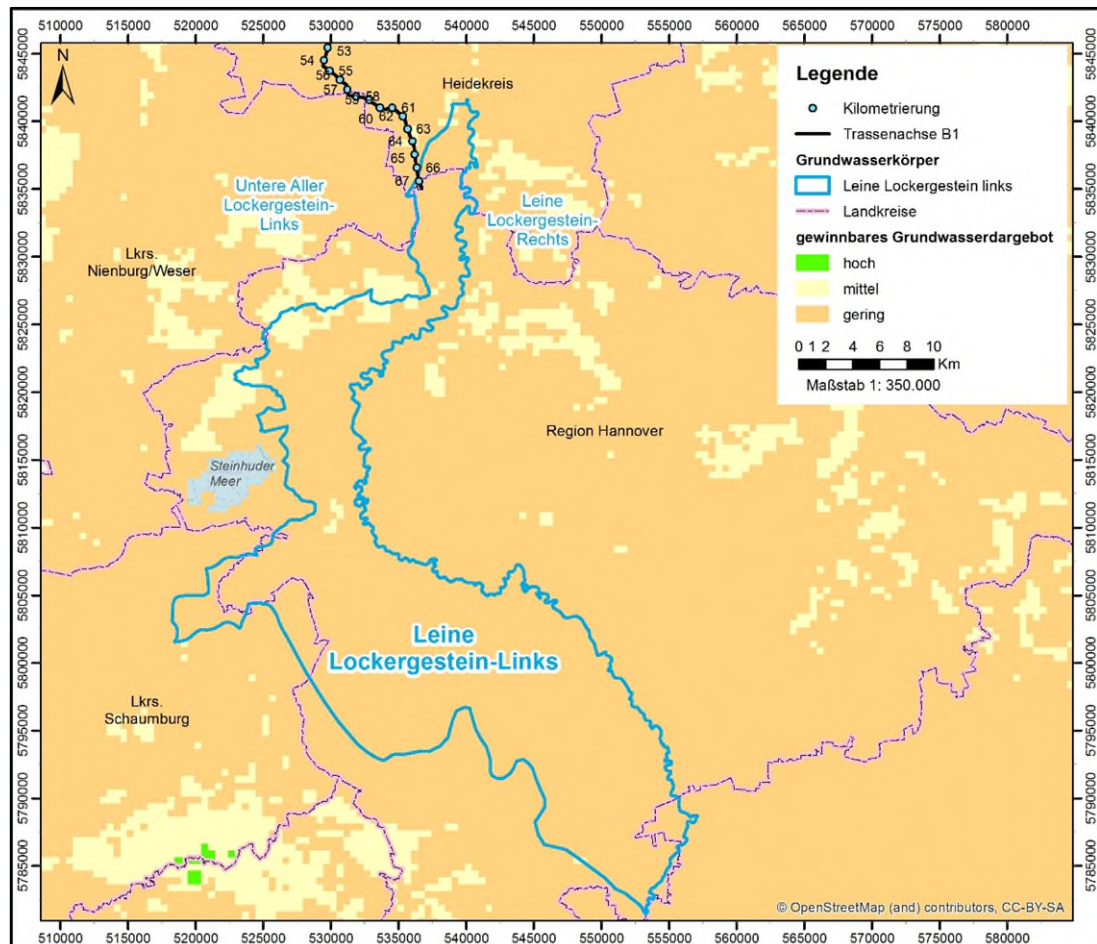


Abbildung 3-7: Gewinnbares Grundwasserdargebot für den Grundwasserkörper Leine Lockergestein Links (LBEG (Hrsg.) 2022b)

Tabelle 3-9: Zusammenfassung wasserbilanzieller Daten für den GWK Leine Lockergestein Links (MU Niedersachsen; NLWKN (Hrsg.) 2021)

	Teilkörper des Landkreises/Region				
	Ge-samt	Hanno-ver	Heide-kreis	Schaum-burg	Nienburg
Fläche des GWK in Niedersachsen [km ²]	606,53				
Flächenanteil des GWK in Niedersachsen [%]	100,00				
Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach GROWA06v2 [Mio. m ³ /a]	72,53				
Trockenwetterdargebot [Mio. m ³ /a]	27,98				
Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m ³ /a]	24,59				
Grundwasserneubildung [Mio. m ³ /a]	72,53				
Anteil Teilkörper an Fläche GWK in Region Hannover [%]		91,40	2,30	5,00	0,10
Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m ³ /a]	0,43	0,39	0,01	0,02	0,00
Nutzbare Dargebot [Mio. m ³ /a]	25,02				
*Gewinnbares GW-Dargebot, hoch [%]		0,00	0,00	0,00	0,00
mittel [%]		3,28	4,71	0,00	0,00
gering [%]		96,72	95,29	99,99	100,00

* in ArcGIS berechnet auf Grundlage der Verschneidung der Shapes Landkreise und Gewinnbares WDargebot IST für trockene Verhältnisse

3.4.1.3 Mengenmäßiger und chemischer Zustand

Gemäß der Grundwasserkörpersteckbriefe zum 3. Bewirtschaftungsplan wird der mengenmäßige Zustand als gut bewertet. Dies untermauert die Darstellungen in Kapitel 3.4.1.2. Der chemische Zustand wird als schlecht bewertet. Durch Überschreitung der Schwellenwerte nach Anlage 2 GrwV ist der schlechte chemische Zustand auf Pestizide zurückzuführen.

3.5 Wasserschutzgebiet Rotenburg-Stadt

3.5.1 Lagebeschreibung

Das WSG Rotenburg-Stadt liegt im PFA B1 und der geplante Trassenkorridor kreuzt das WSG in der Trinkwasserschutzzone (TWSZ) IIIB von Nordosten nach Süden zwischen Trassenkilometer km 7+200 und km 9+800 (siehe Abbildung 3-8 und Anlage 1). Das WSG (Schutzzonen II und IIIA) liegt teilweise im Stadtzentrum der Stadt Rotenburg (Wümme) und im Osten der Stadt (Abbildung 3-8).

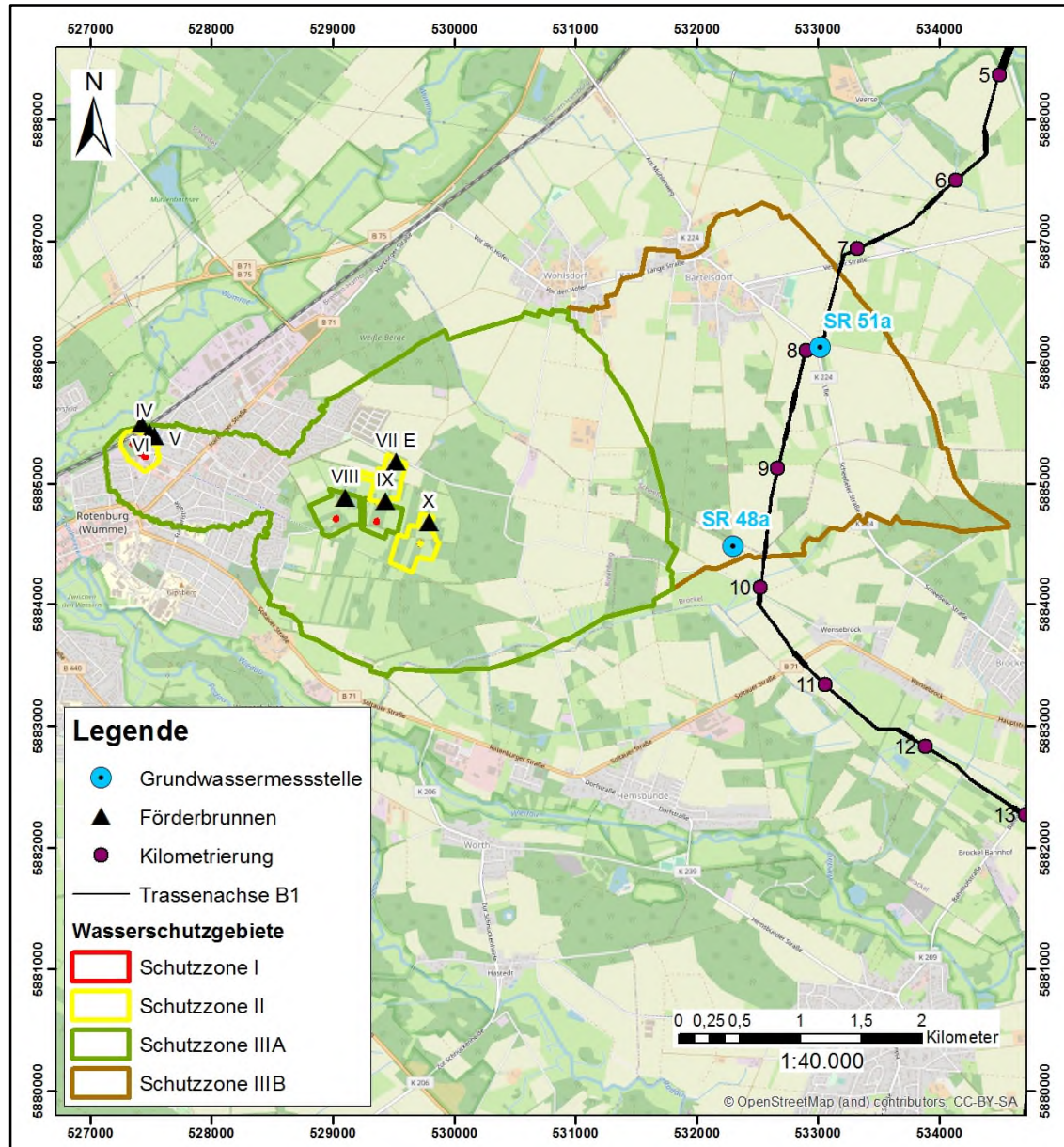


Abbildung 3-8: Lage des WSG Rotenburg-Stadt mit den verschiedenen Schutz-zonen, den Förderbrunnen und Grundwassermessstellen

3.5.2 Geologie

Die Stadt Rotenburg und das WSG Rotenburg-Stadt liegen an der „Rotenburger Rinne“. Dabei handelt es sich um eine elsterzeitliche Rinnenstruktur, die sich von Nordosten nach Südwesten erstreckt. Sie ist durch Schmelzwasserströme der abtauenden Gletscher während der Elsterkaltzeit entstanden. Das Schmelzwasser erodierte das tertiäre Material und füllte die Rinne mit jüngeren, elsterzeitlichen glazifluvialen Sedimenten auf. Auf Höhe der Rinnenoberkante stehen westlich der Brunnen in den TWSZ IIIA und IIIB im Hangenden der grundwasserleitenden Sedimente drenthezeitliche Grundwasserhemmer an. Diese bestehen aus mehreren Metern mächtigen Geschiebemergel, -lehm, Schluff und Ton (LBEG (Hrsg.) 2011a). Im Bereich der Förderbrunnen befindet sich ein weichselzeitlicher Porengrundwasserleiter aus Sand und Kies (siehe Tabelle 2-1). Die Quartärbasis befindet sich im WSG auf Höhen zwischen – 200 m NHN bis – 50 m NHN.

3.5.3 Hydrogeologie

Im nördlichen Bereich der Querung der Trasse mit dem WSG ist oberflächennah mit einer Mächtigkeit von 0,30 bis 0,70 m ein geringmächtiger ungespannter Porengrundwasserleiter (L1) ausgebildet. Im Liegenden befindet sich ein Grundwasserhemmer aus Beckenablagerungen (H3) über dem wasserwirtschaftlich erschlossenen Hauptgrundwasserleiter aus Fein- bis Mittelsand. Da sich die Grundwasserdrukfläche auf Höhe des Grundwasserhemmers befindet, ist das Grundwassergespannt. Ab Trassenkilometer km 8+400 in Richtung Süden nimmt die Mächtigkeit der oberflächennahen Sandauflage zu und erreicht Mächtigkeiten von 1,50 m bis 4,50 m. Auch im südlichen Bereich der TWSZIII befindet sich der Grundwasserhemmer über dem Hauptgrundwasserleiter im Liegenden des obersten Porengrundwasserleiters. Der Grundwasserkörper, aus dem die Brunnen der Stadtwerke Rotenburg fördern, ist Wümme Lockergestein Links.

Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) sind aus Auffüllversuchen und Siebungen für den Bereich der Trasse in der TWSZ IIIB bekannt. Auffüllversuche an den GWM PA2-SON-Sch-0015 und Sch-0016 ergaben k_f -Werte von $1,56 \cdot 10^{-4}$ m/s bzw. $1,87 \cdot 10^{-5}$ m/s. Sch-0015 ist im Fein- bis Mittelsand bei einer Tiefe von 3,10 bis 4,10 m verfiltert. Der geringere k_f -Wert bei PA2-SON-Sch-0016 ist durch die Verfilterung zwischen 2,40 und 3,40 m im Feinsand zu erklären.

Die k_f -Werte ermittelt durch Siebanalysen bei der BGU werden in Abbildung 3-9 als Tiefe der Probenahme in m u. GOK über die k_f -Werte dargestellt.

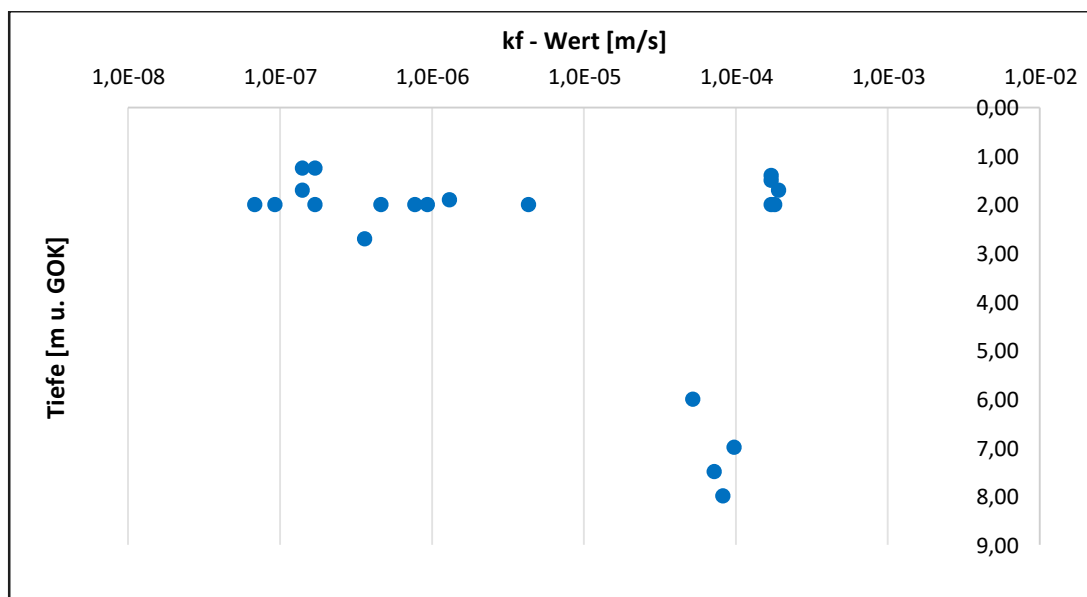


Abbildung 3-9: Durchlässigkeitsbeiwert in Abhängigkeit von der maximalen Tiefe der Probenahme

Es zeigt sich, dass die k_f -Werte in den drei Einheiten jeweils ähnlich sind. Die Proben aus dem obersten Grundwasserleiter (L1) weisen die höchsten k_f -Werte auf, da es sich um Fein- bis Mittelsand handelt (mittlere Durchlässigkeit gemäß (LBEG (Hrsg.) 2011a)). Proben entnommen aus den Tiefen des Grundwasserhemmers ergeben die geringsten k_f -Werte, die auf eine geringe bis sehr geringe Durchlässigkeit gemäß (LBEG (Hrsg.) 2011a) schließen lassen. Die k_f -Werte des Hauptgrundwasserleiters und damit die Proben aus den größten Tiefen, lassen sich gemäß (LBEG (Hrsg.) 2011a, S. 21) einer mäßigen Durchlässigkeit zuordnen, da hier vor allem Feinsand ansteht.

Das Grundwasser aus dem Hauptgrundwasserleiter ist in der TWSZ IIIB und damit im Bereich der Trassenkreuzung mit dem WSG nicht an Oberflächengewässer angebunden. Entwässerungsgräben gibt es im östlichen Bereich des WSG, um das schwebende Grundwasser in der Sandauflage zu dränieren. Die Gräben fließen außerhalb des WSG in den Bartelsdorfer Kanal. Westlich von Rotenburg (Wümme) und ebenfalls außerhalb des WSG strömt das Grundwasser der Wümme zu.

Für die Grundwasserbeschaffenheit im hydrogeologischen Teilraum Wümme Niederung liegen Hintergrundwerte vor, die durch natürliche Bedingungen im Grundwasser vorkommen. Der Hintergrundwert von Eisen beträgt 5,3 mg/l (LBEG (Hrsg.) 2022c), von Sulfat 140,7 mg/l (LBEG (Hrsg.) 2022d) und von Chlorid 70,4 mg/l (LBEG (Hrsg.) 2022e). Das Grundwasser ist nicht versalzen. Diese Werte können nicht mit der Grundwasserbeschaffenheit in eigenen gebauten GWM im WSG verglichen werden, da keine Analyseergebnisse vorliegen. Die innerhalb des Trinkwasserschutzgebiets errichteten GWM PA2-SON-Sch-0015 und Sch-0016 waren zum Zeitpunkt der Probenahme am 13.12.2022 trocken, sodass keine Proben entnommen werden konnten.

Die Rohwasseranalysen der Brunnen IV, V, VI, VIII, IX und X zeigen im April 2021 im Mittel Chloridkonzentrationen von 81,0 mg/l, Eisenkonzentrationen von 1,63 mg/l und Sulfatkonzentrationen von 39,3 mg/l. Pflanzenschutzmittel und deren Abbauprodukte wurden in den beprobten Brunnen IX und X nicht nachgewiesen (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2021a). Die Trinkwasseranalyse des Reinwassers vom Oktober 2022 der Stadtwerke Rotenburg (Wümme) ergab keine Überschreitung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung. Die Chloridkonzentration beträgt 55 mg/l, die Eisenkonzentration < 0,02 mg/l und Sulfat wurde mit 42 mg/l nachgewiesen. Die Konzentrationen sind damit geringer als die angegebenen Hintergrundwerte (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2022).

3.5.3.1 Grundwasser-Dynamik

Das Grundwasser im WSG Rotenburg-Stadt strömt vom Zentrum der TWSZ IIIB, wo sich eine Grundwasserscheide befindet, in Richtung Westen zu den Förderbrunnen und in Richtung Nordosten auf die Veerse bzw. die Wümme zu. Der horizontale Gradient des Grundwassers in westliche Richtung beträgt ca. 3,4‰ für annähernd mittlere Verhältnisse.

Im Bereich der Trasse ist der vertikale Gradient wechselnd. Bei Wasserführung im oberen Grundwasserleiter bzw. nach intensiven Grundwasserneubildungsereignissen ist er nach unten gerichtet. Nach längeren Zeiträumen mit einer negativen klimatischen Wasserbilanz (Sommer und Herbst), kann der obere Porengrundwasserleiter temporär und stellenweise ungesättigt sein.

3.5.3.2 Flurabstand und Grundwasserstände

Im oberen Porengrundwasserleiter liegen ungespannte Verhältnisse vor. Bei MHGW kommt es zu einer Teilsättigung im Hangenden des Grundwasserhemmers, wodurch sich die Flurabstände verringern. Nach einer Begehung des Geländes und der Fließgewässer kann davon ausgegangen werden, dass bei zu geringen Flurabständen das schwebende Grundwasser durch lokal vorhandene Drainagen Vorflutern zugeleitet wird. Somit wird der obere Porengrundwasserleiter bei hohen Grundwasserständen in Teilen entwässert.

Der Flurabstand bezogen auf den Hauptgrundwasserleiter ist die Unterkante des Grundwasserhemmers. Diese wurde bei 4,30 m bis 7,30 m unter GOK erbohrt. Die Grundwasserdruckfläche bzw. die Grundwasseroberfläche befindet sich innerhalb des Hemmers und im südlichen Bereich der TWSZ IIIB teilweise darüber und beträgt

1,00 m bis 3,60 m unter GOK. Für die Bauwasserhaltung muss entlang der Trasse in der TWSZ III das Grundwasser im oberen Grundwasserstockwerk abgesenkt werden (siehe Anlage 7).

Daten zu Grundwasserständen in der TWSZ liegen für die GWM SR 48a in der TWSZ II und für SR 51a in der TWSZ IIIA (siehe Abbildung 3-8) zwischen Oktober 2018 und März 2023 vor. Es sind keine Daten für den Zeitraum Januar 2021 bis Februar 2022 vorhanden (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2023a). Beide GWM sind im Hauptgrundwasserleiter verfiltert. Die Abbildung 3-10 stellt die Grundwasserganglinien beider GWM dar. Es zeigen sich typisch schwankende Grundwasserstände, die in beiden GWM ähnlich verlaufen. Im hydrologischen Winterhalbjahr steigen die Grundwasserstände und im Verlauf des Sommerhalbjahres nehmen sie ab.

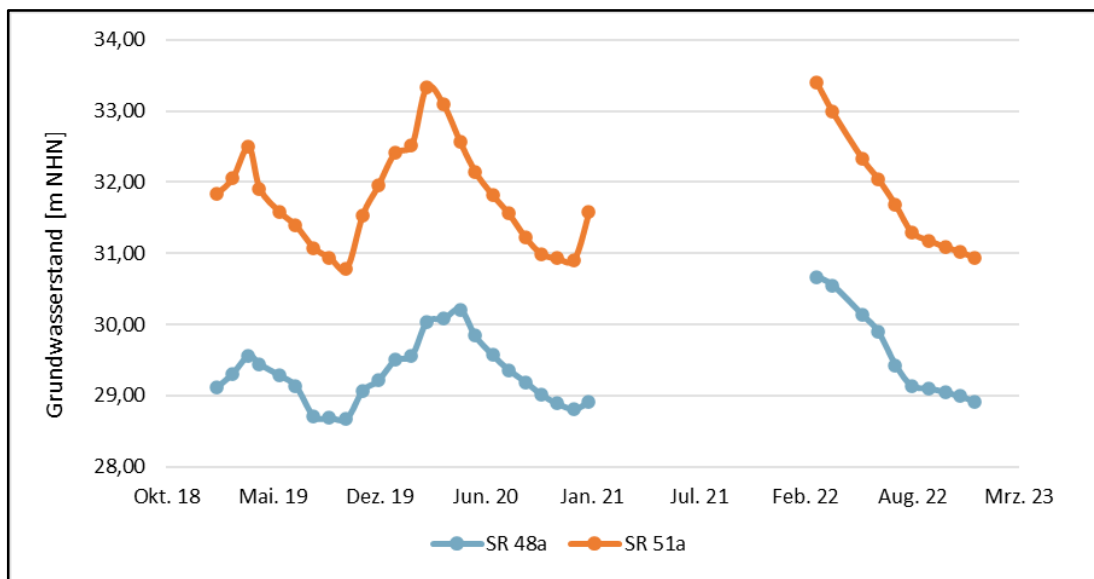


Abbildung 3-10: Grundwasserganglinie in den GWM SR 48a und SR 51a von Oktober 2018 bis März 2023

3.5.3.3 Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung im gesamten WSG Rotenburg-Stadt für 1991 bis 2020 variiert zwischen Grundwasserzehrung (< 0 mm/a) und 400 mm/a (LBEG (Hrsg.) 2022a). Entlang der geplanten Trasse zwischen km 7+700 und km 8+900 ist die Grundwasserneubildung sehr gering mit $> 50 - 100$ mm/a. Südlich und nördlich davon ist die Neubildung mit bis zu 400 mm/a höher. Zur Grundwasserzehrung kommt es in der Umgebung der Brunnen VII – X östlich der Stadt.

Wie in 3.5.3.2 erwähnt, kann davon ausgegangen werden, dass versickerndes Wasser in der TWSZ IIIB nur teilweise zur Grundwasserneubildung im Hauptgrundwasserleiter beiträgt, da ein Großteil durch die Drainagen im oberen Porengrundwasserleiter Vorflutern zugeleitet wird und damit aus dem WSG abfließt.

3.5.3.4 Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung

Das Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung ist nach (LBEG (Hrsg.) 1982) gering in der gesamten TWSZ I und größtenteils in der TWSZ II. In der TWSZ IIIA ist das Schutzpotenzial im westlichen und südwestlichen Bereich gering, im Norden und Nordosten zur Grenze zur TWSZ IIIB ist es hoch. In nahezu der gesamten TWSZ IIIB und im gesamten Bereich des geplanten Trassenkorridors ist das Schutzpotenzial hoch, da der Grundwasserhemmer den Hauptgrundwasserleiter im Liegenden vor

Einflüssen von der Oberfläche schützt. In Bereichen, in denen sich er Grundwasserhemmer oberflächennah befindet, kann seine Mächtigkeit bei der Aushebung des Kabelgrabens temporär verringert werden, wodurch die Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung temporär herabgesetzt wird.

3.5.4 Wasserfassungen

Die Wasserfassungen im WSG Rotenburg-Stadt werden von den Stadtwerken Rotenburg (Wümme) GmbH betrieben. Das WSG wurde nach der Verordnung vom Landkreis Rotenburg (Wümme) am 02.10.2013 festgesetzt. Bei den Wasserfassungen handelt es sich um 7 Brunnen (IV, V, VI, VII, VIII, IX und X), die der öffentlichen Wasserversorgung dienen. Diese liegen auf den folgenden Flurstücken im Bereich der Flur 11 bzw. 40:

- Flur 11, Gemarkung Rotenburg:
 - Flurstück 152/12, Brunnen IV, V und VI und im Gebiet „Ahlisdorfer Moor“
- Flur 40, Gemarkung Rotenburg/Wümme:
 - Flurstück 25, Brunnen VII
 - Flurstück 38, Brunnen VIII
 - Flurstück 45, Brunnen IX
 - Flurstück 61, Brunnen X

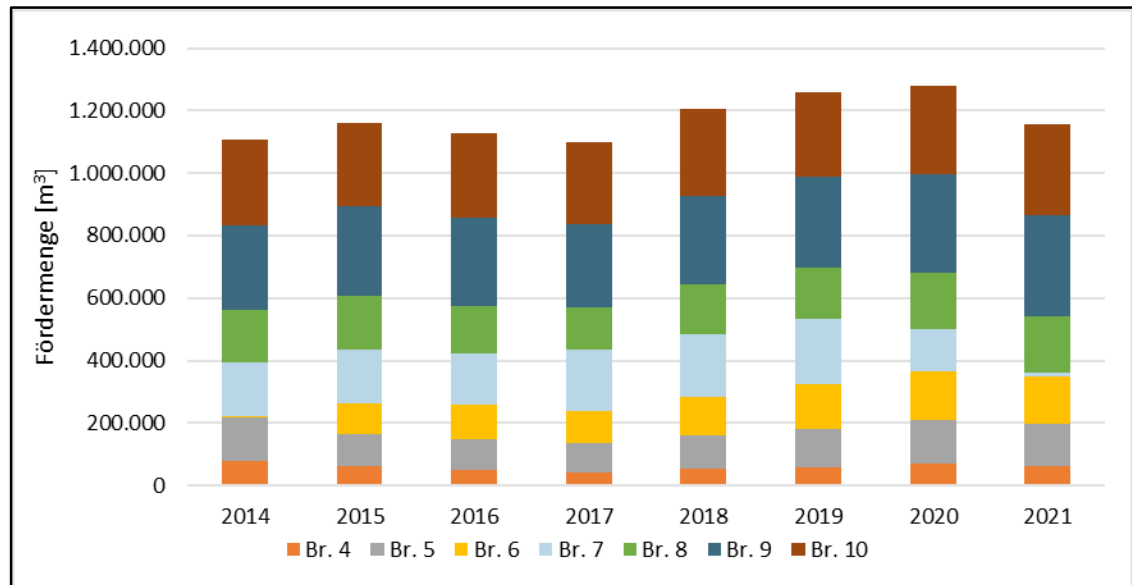
Die Grenzen der TWSZ I, II, IIIA und IIIB sind in der Schutzgebietsverordnung des WSG Rotenburg-Stadt beschrieben (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2013). Allgemeine Daten zu den Brunnen sind in der folgenden Tabelle 3-10 zusammengetragen (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2023b).

Tabelle 3-10: Ausbaudaten und mittlere Fördermenge der Brunnen im WSG Rotenburg-Stadt

Brunnen	Rechtswert	Hochwert	Ausbautiefe [m u. GOK]	Filter OK [m u. GOK]	Filter UK [m u. GOK]	Mittlere Fördermenge (2017-2021) [m³/a]
IV	3.527.496	5.887.170	40,0	17,0	36,0	57.145
V	3.527.536	5.887.141	27,7	21,5	27,5	120.028
VI	3.527.433	5.887.246	28,0	22,0	27,0	134.936
VII E	3.529.528	5.886.928	148,0	130,0	146,0	150.130
VIII	3.529.110	5.886.630	135,5	121,5	135,5	164.696
IX	3.529.443	5.886.607	143,0	119,0/139,0	129,0/143,0	296.027
X	3.529.803	5.886.427	92,0			277.699

Die Gesamtfördermenge der 7 Brunnen beträgt im Mittel 1.200.660 m³/a. Die Fördermenge aus Brunnen VI ist von rd. 1.000 m³ in 2014 auf rd. 153.000 m³ in 2021 angestiegen und aus Brunnen VII ist die Entnahme von rd. 175.000 auf rd. 11.000 m³ gesunken (siehe Abbildung 3-11). Die Fördermengen aus den anderen Brunnen unterliegen nur geringen jährlichen Schwankungen (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2021b).

Abbildung 3-11: Fördermengen aus den Brunnen des WSG Rotenburg-Stadt von 2014-2021



3.6 Quellen und Heilquellen

Kapitel für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt nicht relevant.

3.7 Eigenwasserversorgungen

Im Untersuchungsgebiet konnten insgesamt 302 wasserrechtliche Erlaubnisse zur Entnahme, Zutageförderung und Ableiten von Grundwasser mittels der Wasserbucheinträge (NLWKN (Hrsg.) 2022) und Abfragen bei den zuständigen Behörden und Beregnungsverbänden recherchiert werden. Diese sind in Anhang 1 dargestellt und sind größtenteils im südlichen Teil des PFA B1 gelegen. Weitere Grundwassernutzungen (z.B. Niederschlagsversickerungen) finden keine Berücksichtigung, da negative Auswirkungen nicht zu erwarten sind. Um mögliche Betroffenheiten abzuschätzen, wurden für diese Entnahmepunkte mittels numerischen Grundwasserströmungsmodell die Einzugsgebiete (siehe Kapitel 4.3.1.6), sowie bauwasserhaltungsbedingte Grundwasserabsenkungen (Teil L6.3 - Wasserhaltungskonzept) berechnet. Die Rechenergebnisse sind in Anlage 7 dargestellt. Es konnten 136 Grundwasserentnahmepunkte identifiziert werden, bei denen eine baumaßnahmenbezogene Absenkung > 0,1 m und/oder die jeweiligen Einzugsgebiete von der Trasse durchschnitten werden identifiziert. In Anhang 1 bzw. Kapitel 4.3.1.10 werden die möglichen Betroffenheiten näher beschrieben und interpretiert.

4 Auswirkungsprognose

4.1 Technische Planung

Eine detaillierte Vorhabensbeschreibung ist der Unterlage Teil C „Technik und Planung“ zu entnehmen. Maßnahmen, die sich direkt oder indirekt auf das Grundwasser auswirken können, sind:

- Bodeneingriffe bei offener Bauweise (Kabelgräben und Muffengruben)
- HDD Bohrungen oder Pressungen bei geschlossener Bauweise
- Wasserhaltungsmaßnahmen zur Herstellung trockener Baugruben (Grundwasserentnahme und stellenweise Wiedereinleitung über Verrieselungsflächen)
- Überbauungen und Versiegelungen
- Baustelleneinrichtung und Zuwegung sowie Baustellenbetrieb
- Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels

Weitere Details, wie zum Beispiel die Zielwasserstände, Bereiche mit offenen Kabelgräben, Lokationen der Muffengruben und HDD-Bohrungen, sind in Teil L06-3 „Wasserhaltungskonzept“ Anlage 1 und Anhang 1 aufgeführt. In Anlage 7 sind mögliche Versiegelungsflächen (Zuwegung und Arbeitsfläche, Kabelabschnittsstation) dargestellt. Die jeweilige räumliche Ausdehnung der Maßnahmen wird in Tabelle 4-2 beschrieben. Es sind dauerhafte Zuwegungen und vier Linkboxen geplant.

4.2 Darstellung Wirkfaktoren der Baumaßnahme auf das Schutzgut Wasser

Die durch ein Vorhaben hervorgerufenen Auswirkungen auf das Schutzgut Grundwasser, können in baubedingte, anlagenbedingte und betriebsbedingte Wirkfaktoren unterschieden werden.

Baubedingte Wirkfaktoren sind in der Regel auf die Bauphase beschränkt (temporär) und beziehen sich auf den Baustellenbetrieb.

Anlagebedingte Wirkfaktoren ergeben sich direkt durch die geplante Nutzung und umfassen alle durch Bauflächen und Baukörper dauerhaft verursachten Veränderungen. Sie sind folglich zeitlich unbegrenzt und greifen in das örtliche Wirkungsgefüge ein.

Betriebsbedingte Wirkfaktoren sind alle durch den täglichen Betrieb bzw. die Funktion einer baulichen Anlage verursachten Veränderungen, die möglicherweise dauerhafte Auswirkungen haben können. Betriebsbedingte Wirkfaktoren werden durch den Betrieb des Erdkabels verursacht. Zusätzlich werden unter betriebsbedingten Wirkfaktoren auch solche verstanden, die infolge von Wartungs- und Reparaturarbeiten entstehen.

In diesem Kapitel werden die maßgebenden bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkfaktoren inkl. Wirkprozesse (gemäß Unterlage Teil F „UVP-Bericht – Auswirkungen“ in Kapitel 4.1, Tabelle 2 zum Schutzgut Wasser) dargestellt.

In der nachfolgenden Tabelle 4-1 werden die Wirkfaktoren auf das Schutzgut Grundwasser zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Wirkfaktoren (Schutzgut Wasser)

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellen-/Schutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Wirkfaktoren
Alle oben genannten GWK / WSG Rotenburg / Eigenwasserversorgung	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Bodenschichten mittels mechanischen Löseverfahren)	3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes 3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse 6-1 Stickstoff- und Phosphorverbindungen / Nährstoffeintrag
	Baustelleneinrichtung und Zuwegung (Temporäre Bastraßen, Benutzung von Baumaschinen mit Verbrennungsmotoren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)	6-3 Überbauung / Versiegelung 3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes 3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse 6-2 Organische Verbindungen 6-3 Schwermetalle
	Geschlossene Bauweise durch HDD-Bohrungen (temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörterung von Grundwasserhemmern und Bildung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)	3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse 6-2 Organische Verbindungen
	Wasserhaltungsmaßnahmen (temporäre Grundwasserentnahme und Verrieselung)	3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse 6-2 Organische Verbindungen 6-3 Schwermetalle
	Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels (zeitlich nicht begrenzte Nutzung der Anlage)	1-1 Überbauung / Versiegelung 3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes 3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-5 Veränderung der Temperaturverhältnisse

4.3 Baubedingte Auswirkungen

Auswirkungen auf die Grundwasserkörper, dem Wasserschutzgebiet Rotenburg sowie einzelner genehmigter Grundwasserentnahmen sind in Tabelle 4-2 zusammengefasst.

Tabelle 4-2: Auswirkungen aufgrund von Baumaßnahmen

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen- /Heilquel- lenchutzge- biet/Eigen- wasserver- sorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Aus- dehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
GWK Wümme Lo- ckergestein Links	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Boden- schichten mittels me- chanischen Lösever- fahren)	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 3,0 m Tiefe und ca. 5,0 bis 30,0 m Breite an Grabenoberkante. Die Fläche variiert je nach Bauab- schnitt zwischen ca. 21 m ² und 5.903 m ² . Die Ge- samtfläche für die Kabelgräben im GWK beträgt ca. 263.000 m ² . Aushub im Bereich der Muffengruben bei ca. 2,35 m und einer jeweiligen Fläche von ca. 390 m ² bis 430 m ² . Insgesamt im GWK ca. 12.100 m ² . Än- derung von Grund- wasserbeschaffen- heiten erfolgen im Abstrom. Durch Vermischungsef- fekte räumlich be- grenzt je nach hyd- rogeologischen Ge- gebenheiten.	Temporäre Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberde- ckung, bei Aufschluss des Grundwassers vollstän- dige Reduzierung des Schutzpotenzials (siehe Kapitel 3). Eine temporäre Dränagewirkung, insbe- sondere bei geneigter Grabensohle, ist möglich. Durch Änderung des Bo- dengefüges kann es zu einer Veränderung des Bodenwasserhaushalts kommen, was sich auf die Grundwasserneubildung auswirken kann. Durch Schädigung von beste- henden Dränagen kann es lokal zu Auswirkungen auf den Boden- Wasser- haushalt bzw. das Grund- wasserangebot kommen. Die Grundwasserbeschaf- fenheit kann sich auf Grund veränderter Fließ- wege, Nitrat- und Phos- phatauswaschung, und Freilegen des Grundwas- sers ändern.
	Baustelleneinrich- tung und Zuwegung (Temporäre Baustra- ßen, Benutzung von Baumaschinen mit Verbrennungsmoto- ren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)	Arbeitsstreifen (ca. 1,6 Mio. m ² , Zuwe- gungen (ca. 158.000 m ²) und BE-Flächen	Es kann zu Bodenverdich- tungen und Versiegelun- gen kommen. Dies hat ei- nen Einfluss auf den Oberflächenabfluss und somit auf die Grundwas- serneubildung. Daher kann es indirekt lokale Auswirkungen auf hydrau- lische Verhältnisse geben. Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wasserge- fährdenden Stoffen (z.B.

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
			Schmier- und Hydrauliköle sowie Kraftstoffen) kommen.
	Geschlossene Bauweise durch HDD-Bohrungen (temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörterung von Grundwasserhemmern und Bildung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)	Länge insgesamt ca. 6.400 m, HDD-Tiefen zwischen 6 m und 22 m	Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträgen ins Grundwasser kommen. Es kann punktuell zur Bildung neuer hydraulischer Fließwege kommen, die ggf. unterschiedliche Grundwasserleiter hydraulisch miteinander verbinden.
	Wasserhaltungsmaßnahmen (temporäre Grundwasserentnahme)	Fläche mit Absenkung von: $>2 \text{ m} = 64.300 \text{ m}^2$ $>1,5 \text{ m} = 513.500 \text{ m}^2$ $>1,0 \text{ m} = 2,13 \text{ Mio m}^2$ $>0,5 \text{ m} = 5,08 \text{ Mio m}^2$ $>0,25 \text{ m} = 10,74 \text{ Mio m}^2$ $>0,1 \text{ m} = 23,47 \text{ Mio m}^2$ Die maximale Reichweite rechtwinkelig der Trassenachse beträgt bis zu ca. 850 m (0,1 m Absenkung) und 600 m (0,25 m Absenkung)	Durch die berechnete temporäre Entnahme von rd. 1 Mio. m^3 Grundwasser (siehe Teil L6.3) bilden sich Absenke-trichter, was sich temporär auf den Boden- Wasserhaushalt auswirkt. Dies kann zu Setzungen, Betroffenheiten von grundwasserabhängigen Landökosystem und Nutzungen Dritter führen. Das Grundwasserdargebot des Grundwasserkörpers wird temporär beeinflusst. Durch die Änderung hydrodynamischer Verhältnisse kann es zu Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit kommen, insbesondere, wenn innerhalb des Einzugsgebietes Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen bestehen (Verschleppung von Schadstoffen).
	Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels (zeitlich nicht begrenzte Nutzung der Anlage)	Schutzstreifen, BE-Flächen	Durch Bodenverdichtungen und Versiegelung kommt es zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung. Im Kabelbereich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und des Grundwassers,

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen- /Heilquel- lenchutzge- biet/Eigen- wasserver- sorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Aus- dehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
			was sich auf die Grund- wasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann. Anlagen- bedingt kann es durch das Kabel sowie den ein- gebauten Bettungsmateri- alien zu dauerhaften Drä- nage- oder Stauwirkun- gen kommen. Durch ober- irdische Anlagenteile (Linkboxen, Zuwegungen) kann es zu einer Reduzie- rung der Grundwasser- neubildung kommen.
GWK Böhme Lockerge- stein Rechts	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Boden- schichten mittels me- chanischen Lösever- fahren)	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 3,0 m Tiefe und ca. 5,0 bis 24,0 m Breite an Gra- benoberkante. Die Fläche variiert je nach Bauabschnitt zwischen ca. 28 m ² und 5.750 m ² . Die Gesamtfläche für die Kabelgräben im GWK beträgt ca. 247.000 m ² . Aushub im Bereich der Muffengruben bei ca. 2,35 m und einer jeweiligen Fläche von ca. 391 m ² bis 432 m ² . Insgesamt im GWK ca. 10.450 m ² . Än- derung von Grund- wasserbeschaffen- heiten erfolgen im Abstrom. Durch Vermischungsef- fekte räumlich be- grenzt je nach hyd- rogeologischen Ge- gebenheiten.	Temporäre Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberde- ckung, bei Aufschluss des Grundwassers vollstän- dige Reduzierung des Schutzpotenzials (siehe Kapitel 3). Eine temporäre Dränagewirkung, insbe- sondere bei geneigter Grabensohle, ist möglich. Durch Änderung des Bo- dengefüges kann es zu einer Veränderung des Bodenwasserhaushalts kommen, was sich auf die Grundwasserneubildung auswirken kann. Durch Schädigung von beste- henden Dränagen kann es lokal zu Auswirkungen auf den Boden- Wasser- haushalt bzw. das Grund- wasserdargebot kommen. Die Grundwasserbeschaf- fenheit kann sich auf Grund veränderter Fließ- wege, Nitrat- und Phos- phatauswaschung, und Freilegen des Grundwas- sers ändern.

Grundwas- serkör- per/Wasser- /Quellen- /Heilquel- lenchutzge- biet/Eigen- wasserver- sorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Aus- dehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
	Baustelleneinrich- tung und Zuwegung (Temporäre Baustra- ßen, Benutzung von Baumaschinen mit Verbrennungsmoto- ren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)	Arbeitsstreifen (ca. 1,5 Mio. m ² , Zuwe- gungen (ca. 123.000 m ²) und BE-Flächen	Es kann zu Bodenverdich- tungen und Versiegelun- gen kommen. Dies hat ei- nen Einfluss auf den Oberflächenabfluss und somit auf die Grundwas- serneubildung. Daher kann es indirekt lokale Auswirkungen auf hydrau- lische Verhältnisse geben. Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wasserge- fährdenden Stoffen (z.B. Schmier- und Hydraulik- öle sowie Kraftstoffen) kommen.
	Geschlossene Bau- weise durch HDD- Bohrungen (temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörter- ung von Grundwas- serhemmern und Bil- dung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)	Länge insgesamt ca. 6.800 m, HDD- Tiefen zwischen 6 m und 33 m	Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträgen ins Grundwasser kommen. Es kann punktuell zur Bil- dung neuer hydraulischer Fließwege kommen, die ggf. unterschiedliche Grundwasserleiter hyd- raulisch miteinander ver- binden.
	Wasserhaltungsmaß- nahmen (temporäre Grundwas- serentnahme)	Fläche mit Absen- kung von: >2 m = 100 m ² >1,5 m = 5600 m ² >1,0 m = 56.000 m ² >0,5 m = 755.000 m ² >0,25 m = 2,85 Mio. m ² >0,1 m = 6,95 Mio. m ² Die maximale Reichweite recht- winkelig der Tras- senachse beträgt von bis zu ca. 950	Durch die berechnete temporäre Entnahme von rd. 1 Mio. m ³ Grundwas- ser (siehe Teil L6.3) bil- den sich Absenktichter, was sich temporär auf den Boden- Wasserhaus- halt auswirkt. Dies kann zu Setzungen, Betroffen- heiten von grundwasser- abhängigen Landökosys- tem und Nutzungen Drit- ter führen. Das Grund- wasserdargebot des Grundwasserkörpers wird temporär beeinflusst. Durch die Änderung hyd- rodynamischer Verhält- nisse kann es zu Ände- rungen in der Grundwas- serbeschaffenheit kom- men, insbesondere, wenn

Grundwas- serkör- per/Wasser- /Quellen- /Heilquel- lenchutzge- biet/Eigen- wasserver- sorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Aus- dehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
		m (0,1 m Absen- kung) und 550 m (0,25 m Absen- kung)	innerhalb des Einzugsge- bietes Altlasten oder Alt- lastenverdachtsflächen bestehen (Verschleppung von Schadstoffen).
	Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Stark- stromkabels (zeitlich nicht be- grenzte Nutzung der Anlage)	Schutzstreifen, BE- Flächen	Durch Bodenverdichtun- gen und Versiegelung kommt es zu einer Verrin- gerung der Grundwasser- neubildung. Im Kabelbe- reich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und des Grundwassers, was sich auf die Grund- wasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann. Anlagen- bedingt kann es durch das Kabel sowie den ein- gebauten Bettungsmateri- alien zu dauerhaften Drä- nage- oder Stauwirkun- gen kommen. Durch ober- irdische Anlagenteile (Linkboxen, Zuwegungen) kann es zu einer Reduzie- rung der Grundwasser- neubildung kommen.
Untere Aller Lockerge- stein Links	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Boden- schichten mittels me- chanischen Lösever- fahren)	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 3,0 m Tiefe und ca. 5,0 bis 18,0 m Breite an Gra- benoberkante. Die Länge variiert zw- ischen 4 m und 1.070 m. Die Flä- che variiert je nach Bauabschnitt zw- ischen ca. 22 m ² und 6000 m ² . Die Gesamtfläche für die Kabelgräben im GWK beträgt ca. 147.000 m ² . Aushub im Bereich der Muffengruben bei ca. 2,35 m und	Temporäre Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberde- ckung, bei Aufschluss des Grundwassers vollstän- dige Reduzierung des Schutzpotenzials (siehe Kapitel 3). Eine temporäre Dränagewirkung, insbe- sondere bei geneigter Grabensohle, ist möglich. Durch Änderung des Bo- dengefüges kann es zu einer Veränderung des Bodenwasserhaushalts kommen, was sich auf die Grundwasserneubildung auswirken kann. Durch Schädigung von beste- henden Dränagen kann es lokal zu Auswirkungen

Grundwas- serkör- per/Wasser- /Quellen- /Heilquel- lenchutzge- biet/Eigen- wasserver- sorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Aus- dehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
		einer jeweiligen Fläche von ca. 391 m ² bis 432 m ² . Insgesamt im GWK ca. 3.750 m ² . Ände- rung von Grund- wasserbeschaffen- heiten erfolgen im Abstrom. Durch Vermischungsef- fekte räumlich be- grenzt je nach hyd- rogeologischen Ge- gebenheiten.	auf den Boden- Wasser- haushalt bzw. das Grund- wasserdargebot kommen. Die Grundwasserbeschaf- fenheit kann sich auf Grund veränderter Fließ- wege, Nitrat- und Phos- phatauswaschung, und Freilegen des Grundwas- sers ändern.
	Baustelleneinrich- tung und Zuwegung (Temporäre Baustra- ßen, Benutzung von Baumaschinen mit Verbrennungsmoto- ren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)	Arbeitsstreifen (ca. 873.000 m ² , Zuwe- gungen (ca. 129.000 m ²) und BE-Flächen	Es kann zu Bodenverdich- tungen und Versiegelun- gen kommen. Dies hat ei- nen Einfluss auf den Oberflächenabfluss und somit auf die Grundwas- serneubildung. Daher kann es indirekt lokale Auswirkungen auf hydrau- lische Verhältnisse geben. Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wasserge- fährdenden Stoffen (z.B. Schmier- und Hydraulik- öle sowie Kraftstoffen) kommen.
	Geschlossene Bau- weise durch HDD- Bohrungen (temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörte- rung von Grundwas- serhemmern und Bil- dung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)	Länge insgesamt ca. 5.300 m, HDD- Tiefen zwischen 6 m und 33 m	Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträgen ins Grundwasser kommen. Es kann punktuell zur Bil- dung neuer hydraulischer Fließwege kommen, die ggf. unterschiedliche Grundwasserleiter hydrau- lisch miteinander ver- binden.
	Wasserhaltungsmaß- nahmen (temporäre Grundwas- serentnahme)	Fläche mit Absen- kung von: >2 m = 19.600 m ² >1,5 m = 49.000 m ² >1,0 m = 1,32 Mio. m ²	Durch die berechnete temporäre Entnahme von rd. 1 Mio. m ³ Grundwas- ser (siehe Teil L6.3) bil- den sich Absenktichter, was sich temporär auf den Boden- Wasserhaus- halt auswirkt. Dies kann

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
		<p>>0,5 m = 5,66 Mio. m²</p> <p>>0,25 m = 12,30 Mio. m²</p> <p>>0,1 m = 25,53 Mio. m²</p> <p>Die maximale Reichweite rechtwinkelig der Trassenachse beträgt bis zu ca. 2.000 m (0,1 m Absenkung) und 1.200 m (0,25 m Absenkung)</p>	zu Setzungen, Betroffenheiten von grundwasserabhängigen Landökosystem und Nutzungen Dritter führen. Das Grundwasserdargebot des Grundwasserkörpers wird temporär beeinflusst. Durch die Änderung hydrodynamischer Verhältnisse kann es zu Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit kommen, insbesondere, wenn innerhalb des Einzugsgebietes Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen bestehen (Verschleppung von Schadstoffen).
	<p>Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels</p> <p>(zeitlich nicht begrenzte Nutzung der Anlage)</p>	Schutzstreifen, BE-Flächen	Durch Bodenverdichtungen und Versiegelung kommt es zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung. Im Kabelbereich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und des Grundwassers, was sich auf die Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann. Anlagenbedingt kann es durch das Kabel sowie den eingebauten Bettungsmaterialien zu dauerhaften Dränage- oder Stauwirkungen kommen. Durch oberirdische Anlagenteile (Linkboxen, Zuwegungen) kann es zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung kommen.
Leine Lockergestein Links	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Bodenschichten mittels mechanischen Löseverfahren)	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 2,5 m Tiefe und ca. 5,0 bis 17,0 m Breite an Grabenoberkante.	Temporäre Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, bei Aufschluss des Grundwassers vollständige Reduzierung des Schutzpotenzials (siehe

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellen-schutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
		<p>Die Länge variiert zwischen 4 m und 1.070 m. Die Fläche variiert je nach Bauabschnitt zwischen ca. 8,5 m² und 1.160 m². Die Gesamtfläche für die Kabelgräben im GWK beträgt ca. 6.800 m².</p> <p>Aushub im Bereich der Muffengruben bei ca. 2,35 m und einer jeweiligen Fläche von ca. 391 m² bis 403 m². Insgesamt im GWK ca. 794 m². Änderung von Grundwasserbeschafftheiten erfolgen im Abstrom. Durch Vermischungseffekte räumlich begrenzt je nach hydrogeologischen Gegebenheiten.</p>	<p>Kapitel 3). Eine temporäre Dränagewirkung, insbesondere bei geneigter Grabensohle, ist möglich. Durch Änderung des Bodengefüges kann es zu einer Veränderung des Bodenwasserhaushalts kommen, was sich auf die Grundwasserneubildung auswirken kann. Durch Schädigung von bestehenden Dränagen kann es lokal zu Auswirkungen auf den Boden- Wasserhaushalt bzw. das Grundwasserdargebot kommen. Die Grundwasserbeschaffenheit kann sich auf Grund veränderter Fließwege, Nitrat- und Phosphatauswaschung, und Freilegen des Grundwassers ändern.</p>
	<p>Baustelleneinrichtung und Zuwegung</p> <p>(Temporäre Baustraßen, Benutzung von Baumaschinen mit Verbrennungsmotoren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)</p>	<p>Arbeitsstreifen (ca. 78.700 m², Zuwegungen (ca. 3.300 m²) und BE-Flächen</p>	<p>Es kann zu Bodenverdichtungen und Versiegelungen kommen. Dies hat einen Einfluss auf den Oberflächenabfluss und somit auf die Grundwasserneubildung. Daher kann es indirekt lokale Auswirkungen auf hydraulische Verhältnisse geben. Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wassergefährdenden Stoffen (z.B. Schmier- und Hydrauliköle sowie Kraftstoffen) kommen.</p>
	<p>Geschlossene Bauweise durch HDD-Bohrungen</p>	<p>Länge insgesamt ca. 660 m, HDD-Tiefen zwischen 8 m und 16 m</p>	<p>Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträgen ins Grundwasser kommen. Es kann punktuell zur Bildung neuer hydraulischer</p>

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
	(temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörterung von Grundwasserhemmern und Bildung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)		Fließwege kommen, die ggf. unterschiedliche Grundwasserleiter hydraulisch miteinander verbinden.
	Wasserhaltungsmaßnahmen (temporäre Grundwasserentnahme)	Fläche mit Absenkung von: $>2 \text{ m} = 0 \text{ m}^2$ $>1,5 \text{ m} = 960 \text{ m}^2$ $>1,0 \text{ m} = 3.800 \text{ m}^2$ $>0,5 \text{ m} = 29.000 \text{ m}^2$ $>0,25 \text{ m} = 325.000 \text{ m}^2$ $>0,1 \text{ m} = 1,25 \text{ Mio. m}^2$ Die maximale Reichweite rechtwinkelig der Trassenachse beträgt bis zu ca. 730 m (0,1 m Absenkung) und 300 m (0,25 m Absenkung)	Durch die berechnete temporäre Entnahme von rd. 1 Mio. m^3 Grundwasser (siehe Teil L6.3) bilden sich Absenktichter, was sich temporär auf den Boden- Wasserhaushalt auswirkt. Dies kann zu Setzungen, Betroffenheiten von grundwasserabhängigen Landökosystem und Nutzungen Dritter führen. Das Grundwasserdargebot des Grundwasserkörpers wird temporär beeinflusst. Durch die Änderung hydrodynamischer Verhältnisse kann es zu Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit kommen, insbesondere, wenn innerhalb des Einzugsgebietes Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen bestehen (Verschleppung von Schadstoffen).
	Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels (zeitlich nicht begrenzte Nutzung der Anlage)	Schutzstreifen, BE-Flächen	Durch Bodenverdichtungen und Versiegelung kommt es zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung. Im Kabelbereich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und des Grundwassers, was sich auf die Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann. Anlagenbedingt kann es durch das Kabel sowie den eingebauten Bettungsmateri-

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
			alien zu dauerhaften Dränage- oder Stauwirkungen kommen. Durch oberirdische Anlagenteile (Linkboxen, Zuwegungen) kann es zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung kommen.
WSG Rotenburg	Bodeneingriffe (Temporärer Abtrag der oberen Bodenschichten mittels mechanischen Löseverfahren)	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 2,5 m Tiefe und ca. 5,0 bis 13,0 m Breite an Grabenoberkante. Die Länge variiert zwischen 6 m und 600 m. Die Fläche variiert je nach Bauabschnitt zwischen ca. 35 m ² und 3.500 m ² . Die Gesamtfläche für die Kabelgräben im GWK beträgt ca. 27.500 m ² . Aushub im Bereich der Muffengruben bei ca. 2,35 m und einer jeweiligen Fläche von ca. 391 m ² bis 403 m ² . Insgesamt im GWK ca. 1.600 m ² . Änderung von Grundwasserbeschaffheiten erfolgen im Abstrom. Durch Vermischungseffekte räumlich begrenzt je nach hydrogeologischen Gegebenheiten.	Temporäre Verringerung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung, bei Aufschluss des Grundwassers vollständige Reduzierung des Schutzpotenzials (siehe Kapitel 3). Eine temporäre Dränagewirkung, insbesondere bei geneigter Grabensohle, ist möglich. Durch Änderung des Bodengefüges kann es zu einer Veränderung des Bodenwasserhaushalts kommen, was sich auf die Grundwasserneubildung auswirken kann. Durch Schädigung von bestehenden Dränagen kann es lokal zu Auswirkungen auf den Boden- Wasserhaushalt bzw. das Grundwasserdargebot kommen. Die Grundwasserbeschaffenheit kann sich auf Grund veränderter Fließwege, Nitrat- und Phosphatauswaschung, und Freilegen des Grundwassers ändern.
	Baustelleneinrichtung und Zuwegung (Temporäre Baustraßen, Benutzung von Baumaschinen mit	Arbeitsstreifen (ca. 189.000 m ² , Zuwegungen (ca. 12.100 m ²) und BE-Flächen	Es kann zu Bodenverdichtungen und Versiegelungen kommen. Dies hat einen Einfluss auf den Oberflächenabfluss und somit auf die Grundwasserneubildung. Daher

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
	Verbrennungsmotoren, Lagerung von wassergefährdenden Stoffen)		kann es indirekt lokale Auswirkungen auf hydraulische Verhältnisse geben. Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wassergefährdenden Stoffen (z.B. Schmier- und Hydrauliköle sowie Kraftstoffen) kommen.
	Geschlossene Bauweise durch HDD-Bohrungen (temporärer Einsatz von Bohrspülungen, mögliche Durchörterung von Grundwasserhemmern und Bildung neuer hydraulischer Wegsamkeiten)	Länge insgesamt ca. 520 m, HDD-Tiefen zwischen 6 m und 8 m	Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträgen ins Grundwasser kommen. Es kann punktuell zur Bildung neuer hydraulischer Fließwege kommen, die ggf. unterschiedliche Grundwasserleiter hydraulisch miteinander verbinden.
	Wasserhaltungsmaßnahmen (temporäre Grundwasserentnahme)	<p>Fläche mit Absenkung von:</p> <p>>2 m = 2.100 m²</p> <p>>1,5 m = 55.000 m²</p> <p>>1,0 m = 270.000 m²</p> <p>>0,5 m = 670.000 m²</p> <p>>0,25 m = 1,25 Mio. m²</p> <p>>0,1 m = 2,08 Mio. m²</p> <p>Die maximale Reichweite rechtwinkelig der Trassenachse beträgt von bis zu ca. 600 m (0,1 m Absenkung) und 300 m (0,25 m Absenkung)</p>	Durch die berechnete temporäre Entnahme von rd. 1 Mio. m ³ Grundwasser (siehe Teil L6.3) bilden sich Absenkrichter, was sich temporär auf den Boden- Wasserhaushalt auswirkt. Dies kann zu Setzungen, Betroffenheiten von grundwasserabhängigen Landökosystem und Nutzungen Dritter führen. Das Grundwasserangebot des Grundwasserkörpers wird temporär beeinflusst. Durch die Änderung hydrodynamischer Verhältnisse kann es zu Änderungen in der Grundwasserbeschaffenheit kommen, insbesondere, wenn innerhalb des Einzugsgebietes Altlasten oder Altlastenverdachtsflächen bestehen (Verschleppung von Schadstoffen).

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenchutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Baumaßnahme (Art, Dauer, Quantität und Qualität)	Räumliche Ausdehnung	Auswirkungen (ohne Schutzmaßnahmen)
	Betrieb und Wartung eines unterirdisch verlegten Starkstromkabels (zeitlich nicht begrenzte Nutzung der Anlage)	Schutzstreifen, BE-Flächen	Durch Bodenverdichtungen und Versiegelung kommt es zu einer Verringerung der Grundwasserneubildung. Im Kabelbereich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und des Grundwassers, was sich auf die Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann. Anlagenbedingt kann es durch das Kabel sowie den eingebauten Bettungsmaterialien zu dauerhaften Drainage- oder Stauwirkungen kommen. Durch oberirdische Anlagenteile (Linkboxen, Zuwegungen) kann es zu einer Reduzierung der Grundwasserneubildung kommen.

4.3.1 Grundwasserkörper

In diesem Kapitel werden mögliche Auswirkungen näher erläutert und quantifiziert. Hierbei werden Auswirkungen lediglich auf die Grundwasserkörper, Grundwasserteilkörper sowie genehmigte Entnahmen Dritter beschrieben. Weitere, lokalere hydrogeologische Auswirkungen auf andere Schutzgüter sind in den Fachgutachten Teil G – Natura 2000 – Verträglichkeitsprüfungen, Teil H – Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag, Teil I – Landschaftspflegerischer Begleitplan, Teil L02 – Bodenschutzkonzept, L06.3 – Wasserhaltungskonzept gegeben.

4.3.1.1 Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung

Aufgrund der engen räumlichen Ausdehnung der Maßnahme im Verhältnis zur Größe der betroffenen Grundwasserkörper und der nur vorübergehenden Dauer von Bodeneingriffen und Wasserhaltungsmaßnahmen, wird von lediglich geringen Auswirkungen durch Verringerung des Schutzpotenzials ausgegangen (Wirkfaktoren 3-1, 3-2). Dies wird in Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 deutlich.

Tabelle 4-3: Relative Betrachtung der Fläche von Auswirkungen

Grundwasserkörper	Fläche Grundwasser-körper [km²]	Fläche Boden-eingriffe [km²]	Fläche Boden-eingriffe [%]	Fläche Absenkt-richter [km²]	Fläche Grundwasser-absen-kung [%]
Wümme Lockergestein Links	1.212,4	0,26	0,021	10,74	0,886
Böhme Lockergestein Rechts	700,2	0,25	0,036	2,85	0,407
Untere Aller Lockergestein Links	467,5	0,15	0,032	12,30	2,631
Leine Lockergestein Links	606,6	0,01	0,001	0,35	0,058

Im Ist-Zustand befinden sich rd. 45% (bzw. 30,6 km) des Bauvorhabens in Bereichen mit einem hohen Schutzpotenzial. In diesen Bereichen kann zum Teil für den Bauzustand durch Verringerung der Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung eine temporäre Abstufung des Schutzpotenzials auf „mittel“ erfolgen. Rd. 9% (bzw. 6,0 km) der Trassenachse befindet sich in Bereichen mit mittlerem Schutzpotenzial. Hier kann zum Teil durch Verringerung der Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung eine temporäre Abstufung auf „gering“ während der Bauphase erfolgen. In Bereichen mit einem geringen Schutzpotenzial befinden sich rd. 46% (bzw. 31,0 km) der Trassenachse. In Bereichen mit offener Bauweise kommt es hier zur weiteren Verringerung des Schutzpotenzials. Ausnahme bilden hier Abschnitte mit geschlossener Bauweise (HDD-Verfahren) mit einer insgesamten Länge von rd. 19 km.

4.3.1.2 Wasserbilanz

Die Auswirkungen der zeitlich limitierten Grundwasserentnahme (Wirkfaktoren 3-3, 3-4) zwecks Bauwasserhaltung auf den mengenmäßigen Zustand der Grundwasserkörper ist im Vergleich der Gesamtbilanz der einzelnen Grundwasserkörper gering (Tabelle 4-4). Das nutzbare Grundwasserdargebot wird, auch nicht temporär, überschritten (Vergleich Teil J).

Tabelle 4-4: Mengenmäßige Auswirkungen

Grundwasserkörper	GWN des GWK [Mio. m³/a] *	Entnahmen [Mio. m³/a] *	Anteil der genehmigten Entnahmen an GWN [%]	Entnahmen zur Wasserhaltung [Mio. m³]	Anteil der genehmigten Entnahmen und WH an GWN [%]
Wümme Lockergestein Links	204,5	16,38	8,01%	2,7	9,33%
Böhme Lockergestein Rechts	144,3	28,10	19,47%	2,59	21,27%
Untere Aller Lockergestein Links	63,0	7,54	11,97%	5,28	20,35%
Leine Lockergestein Links	72,5	24,59	33,92%	0,35	34,40%

*gemäß (MU Niedersachsen)

Für drei Grundwasserkörper fallen, mit Ausnahme des Grundwasserkörpers Leine Lockergestein Links, weniger als 30% der Grundwasserneubildung auf Grundwasserentnahmen.

Tabelle 4-5 stellt die nutzbare Dargebotsreserve der Grundwasserteilkörper gemäß (MU Niedersachsen) der berechneten Entnahmen durch die Bauwasserhaltung gegenüber, welche für die wasserrechtlichen Genehmigung relevant sind (vgl. Unterlage K02). Durch die Wasserentnahmen zur Bauwasserhaltung der offenen Kabelgräben und Muffengruben können demnach die nutzbaren Dargebotsreserven der Grundwasserteilkörper Untere Aller Lockergestein Links und Leine Lockergestein Links im Landkreis Heidekreis (LK HK) temporär überschritten werden. Durch eine Verrieselung des geförderten Grundwassers vor Ort, kann dieser Effekt geringfügig für den GWK Untere Aller Lockergestein Links verringert werden.

Tabelle 4-5: Temporäre mengenmäßige Auswirkungen auf Teilkörper

Grundwasserteilkörper	Teilkörper Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m³/a]	Entnahmen zur Wasserhaltung [Mio. m³]	Verrieselungsmengen [Mio. m³]	Nettoentnahme [Mio. m³]	Anteil der Nettoentnahme an der nutzbaren Dargebotsreserve GWN [%]
Wümme Lockergestein Links LK ROW	8,81	2,7	0,65	2,05	23,27%
Böhme Lockergestein Rechts LK ROW	1,25	0,82	0	0,82	65,60%
Böhme Lockergestein Rechts LK HK	8,49	1,77	1,26	0,51	6,00%
Untere Aller Lockergestein Links LK HK	1,34	4,65	0,13	4,52	
Untere Aller Lockergestein Links LK Ni	2,52	0,57	0	0,57	22,6%
Leine Lockergestein Links LK HK	0,01	0,29	0	0,29	
Leine Lockergestein Links RH	0,39	0,059	0	0,06	15,13%

Eine Verringerung der Grundwasserneubildung und resultierende Effekte auf den mengenmäßigen Zustand der Grundwasserkörper kann erfolgen durch:

- Bodenverdichtung innerhalb des Arbeitsstreifens und der Zuwegung (Wirkfaktoren 1-1, 3-1)
- Versiegelung (Wirkfaktor 1-1)
- Erhöhung der Bodentemperatur im Betriebszustand (Wirkfaktor 3-5)

Es kann insgesamt von einer Fläche von ca. 4,5 km² für Zuwegungen und den Arbeitsstreifen ausgegangen werden. Die Verringerung des Grundwasserdargebotes unter Annahme einer zeitlich unbegrenzten, vollständigen Neuversiegelung dieser Flächen ist für die einzelnen Grundwasserkörper in Tabelle 4-6 zusammengefasst. Die in der rechten Spalte aufgeführten Grundwasserneubildungsreduzierungen stellen eine Überschätzung dar, weil ein Teil des Niederschlagswassers durch erhöhten Oberflächenabfluss an anderer Stelle grundwasserneubildungswirksam wird.

Tabelle 4-6: Temporäre Verringerung der Grundwasserneubildung

Grundwasserkörper	Fläche Grundwasserkörper [km ²]	GWN des GWK [Mio. m ³ /a]	Durchschnittliche GWN [Mio. m ³ /km ² * a]	Fläche Arbeitsstreifen [km ²]	Fläche Zuwegungen [km ²]	GWN auf Versiegelten Flächen [Mio. m ³ /a]	Reduzierung GWN [%]
Wümme Lockergestein Links	1.212,4	204,5	0,169	1,60	0,16	0,297	1,452
Böhme Lockergestein Rechts	700,2	144,3	0,206	1,50	0,123	0,334	2,318
Untere Aller Lockergestein Links	467,5	63,0	0,135	0,87	0,129	0,135	2,143
Leine Lockergestein Links	606,6	72,5	0,120	0,08	0,0033	0,010	0,136

Eine dauerhafte Verringerung der Grundwasserneubildung erfolgt voraussichtlich durch die betriebsbedingte Bodenerwärmung sowie durch eine Kabelabschnittsstation (KAS-Station). Die KAS-Station befindet sich innerhalb des Grundwasserkörpers Böhme Lockergestein Rechts. Gemäß mGROWA (Forschungszentrum Jülich (Hrsg.) 2014) beträgt die durchschnittliche Grundwasserneubildung für die Zeitreihe 1981 bis 2010 an diesem Standort 250 – 300 mm/a. Unter der Annahme, dass keine Niederschlagsversickerung erfolgt, resultiert eine Reduzierung der Grundwasserneubildung bei einer versiegelten Fläche von ca. 11.000 m² von 3300 m³/a. Dies entspricht 0,002% der gesamten Grundwasserneubildung des Grundwasserkörpers.

Unter der konservativen Annahme eines Wegfallens der Grundwasserneubildung um ca. 50% in einem 20 m breiten Streifen durch Bodenerwärmung bei flacher Verlegung (offene Bauweise), ergibt sich die in Tabelle 4-7 zusammengefasste Reduzierung der Grundwasserneubildung für die einzelnen Grundwasserkörper.

Tabelle 4-7: Dauerhafte mögliche Grundwasserneubildungsreduzierung

Grundwasserkörper	Fläche Grundwasser-körper [km ²]	GWN des GWK [Mio. m ³ /a]	Durchschnittl. GWN [Mio. m ³ /km ² * a]	Länge Starkstrom-kabel [km]	Fläche GWN-Reduzierung (km ²)	GWN auf erwärmten Flächen [Mio. m ³ /a]	Reduzierung GWN [‰]
Wümme Lockergestein Links	1.212,4	204,5	0,169	26,2	0,524	4,42E-02	0,22
Böhme Lockergestein Rechts	700,2	144,3	0,206	25,0	0,250	2,58E-02	0,18
Untere Aller Lockergestein Links	467,5	63,0	0,135	15,3	0,153	1,03E-02	0,16
Leine Lockergestein Links	606,6	72,5	0,120	1,1	0,011	6,57E-04	0,01

Insgesamt und kumulativ betrachtet ist die maximal zu erwartende Reduzierung der Wasserbilanz für den Bauzustand sowie den Betriebszustand in Bezug auf den mengenmäßigen Zustand der Grundwasserkörper vernachlässigbar gering. Zusammenfassend ist eine dauerhafte Verschlechterung der einzelnen Grundwasserkörper hinsichtlich des mengenmäßigen Zustands voraussichtlich nicht zu besorgen, da sich die Grundwasserentnahme zur Bauwasserhaltung lediglich temporär erfolgt und die maximal zu erwartende Reduzierung der Grundwasserneubildung vernachlässigbar gering ist.

Die nutzbare Dargebotsreserve der Grundwasserteilkörper Untere Aller Lockergestein Links und Leine Lockergestein Links kann temporär durch die Bauwasserhaltungsmaßnahmen überschritten werden. Dies ergaben die modellbasierten Rechenergebnisse (Vergleich Teil L06-3). Die Rechenergebnisse basieren auf initialen Grundwasserständen im Bereich des mittleren hohen Grundwassers, sind also repräsentativ für eine Bauausführung im Winter/Frühjahr. Ein großer Teil der Baumaßnahme wird vermutlich zu Zeiten durchgeführt, in denen Grundwasserstände kleiner als der Bemessungswasserstand (mittlerer hoher Grundwasserstand) vorherrschen. Hieraus resultiert eine geringere Gesamtentnahme zwecks Bauwasserhaltung.

4.3.1.3 Einzugsgebiet der Wasserhaltungen

Die Einzugsgebietsgröße hängt neben der Entnahmedauer von folgenden Faktoren ab:

- Grundwasserneubildung
- Durchlässigkeitsbeiwerte und Aquifermächtigkeit
- Notwendiger Grundwasserabsenkbetrag
- Grundwassergradient
- Speicherkoeffizient

Das Einzugsgebiet einzelner Bauwasserhaltungen wurde modelltechnisch berechnet. In der folgenden Beschreibung werden die Isochronen der jeweils 17 Tage dauernden Entwässerungen mit einem Sicherheitsfaktor von 2 berücksichtigt, also die 34-Tage Isochronen. Das Einzugsgebiet der einzelnen Wasserhaltungen ist auf Grund der

zeitlichen Begrenzung der Grundwasserentnahme sowie der relativ geringen Absenkbeträge räumlich auf maximal 90 m beidseitig des Vorhabens limitiert. Signifikante, regionale Auswirkungen sind daher unwahrscheinlich.

4.3.1.4 Dränagewirkungen und Änderung von Grundwasserfließmechanismen

Die Anlage von Kabelgräben und Muffengruben kann insbesondere in wasserstauendem Untergrund bei geneigter Grabensohle zu Dränwirkungen führen (Wirkfaktoren 3-1, 3-3). Im Falle, dass das Kabelbettungsmaterial einen höheren Durchlässigkeitsbeiwert aufweist als das anstehende Gestein, wirkt das Bettungsmaterial dränierend. Darüber hinaus kann es durch eine Schädigung vorhandener Dränagen zu ansteigenden Grundwasserständen und somit zur lokalen Änderung von Grundwasserfließwegen und des Bodenwasserhaushalts kommen (Wirkfaktor 3-3). Da im Vorhabensbereich auf Grund der großteils geringen Grundwasserflurabstände und überwiegend landwirtschaftlichen Nutzung ein Großteil der betroffenen Flächen dräniert wird, sind zur Aufrechterhaltung der bestehenden Dränagen Schutzmaßnahmen zu treffen. Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten ist es wahrscheinlich, dass in Teilabschnitten eine Dränwirkung durch den Kabelgraben entsteht. Zur Verminderung einer Dränagewirkung müssen Schutzmaßnahmen getroffen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsdrainagen sowie Bereiche in denen die Kabelgräben und Muffengruben in bindige Deckschichten einbinden sind in Tabelle 7-29 und Tabelle 7-28 im Teil F- UVP Bericht gegeben.

Durch HDD-Bohrungen besteht die Möglichkeit, dass Grundwasserhemmer durchörtet und in der Folge verschiedene Grundwasserleiter punktuell hydraulisch miteinander verbunden werden (Wirkfaktoren 3-3, 3-4). Dies führt, je nach vertikalem Gradienten, lokal zu veränderten Fließwegen. Bei nicht ausgeführter Bohrlochdichtung zwischen Schutzrohr und Bohrlochwand, könnte bei einem abwärts gerichteten Gradienten z.B. Grundwasser aus einem schwebenden Grundwasserleiter in den regionalen obersten Hauptgrundwasserleiter strömen. Dies führt lokal zu einer Änderung von Druckhöhen und Grundwasserbeschaffenheit. Insbesondere in Bereichen, in denen die grundwasserstockwerkstrennende Schicht geringmächtig ausgebildet ist, besteht hier, je nach HDD-Tiefe, ein erhöhtes Risiko. Die Auswirkungen wären auf Grund der lokalen Eingriffe eher gering. Zudem können mit der Bohrspülung wassergefährdende Stoffe (Wirkfaktor 6-2) in Grundwasserleiter eingetragen werden. Bei der Ausführung der Bohrung sind daher Schutzmaßnahmen zu treffen.

4.3.1.5 Grundwasserbeschaffenheit

Es besteht die Möglichkeit, dass während der Bauphase wassergefährdende Stoffe durch austretende Schmier- und Hydrauliköle sowie Kraftstoffe mit dem Sickerwasser ins Grundwasser gelangt (Wirkfaktoren 6-2, 6-3). Das Risiko für die Grundwasserkörper steigt durch die temporäre Verringerung des Grundwasserschutzpotenzials im Bereich der Kabelgräben.

Vorausgesetzt es erfolgt ein fachgerechter Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und alle Baufahrzeuge sind in einem technisch einwandfreien Zustand, sind Stoffeinträge ins Grundwasser unwahrscheinlich. Sollte es dennoch zu Havarien kommen, sind Schutzmaßnahmen erforderlich.

Im nördlichen Bereich des PFA B1 kreuzt der geplante Trassenverlauf nitratsensible Gebiete. Im Bereich von Scheeßel bis auf Höhe Visselhövede liegt die Baumaßnahme fast durchgehend auf Flächen mit grenzwertnahen oder -überschreitenden Nitratkonzentrationen im Grundwasser bzw. einem erhöhten Eintragspotential in die gesättigte Zone. Vorrangig betrifft dies landwirtschaftlich genutzte Flächen. Durch

Veränderung der Bodenstruktur und eine beschleunigte Mineralisation durch Erwärmung kann es lokal zu zeitlich begrenzten Erhöhungen von Nitratauswaschungen kommen (Wirkfaktor 6-1). Aufgrund der engen räumlichen Ausdehnung der Maßnahme im Verhältnis zur Größe der betroffenen Grundwasserkörper sowie der geringen Rodungsfläche von Wäldern (mittels HDD unterquert), bei der potenziell eine verhältnismäßig große Nitratfracht mobilisiert werden kann, wird ein zusätzlicher Nitratreintrag als marginal bewertet.

Wie in Kapitel 2.1 beschrieben, ist der tiefere Untergrund des Niedersächsischen Tieflands u.a. durch Salzdiapire und marine Ablagerungen geprägt. Aus diesen geologischen Gegebenheiten resultiert, dass süßwassererfüllte Grundwasserleiter in Niedersachsen nur bis zu einer Tiefe von maximal 300 m anzutreffen sind. Durch Grundwasserabsenkungen im Rahmen der Bauwasserhaltung kann es durch Druckminderung zu einem Aufstieg höher mineralisierten Grundwassers kommen. In Abbildung 4-1 ist zu erkennen, dass gemäß (LBEG (Hrsg.) 1987) im Trassenverlauf mehrere Salzstrukturen gekreuzt werden. Diese haben eine Tiefenlage von meist > 100 m, sodass sie für das Vorhaben direkt keine Rolle spielen. Jedoch ist laut (LBEG (Hrsg.) 1987) lokal mit einer Versalzung des tieferen Grundwasserleiters zu rechnen. Dies betrifft insbesondere einen Abschnitt zwischen km 54+000 und km 57+000. In diesem Bereich ist keine wirksame Stockwerkstrennung vorhanden. Aufgrund der erwarteten vergleichsweise kurzen Pumpzeiten ist ein förderinduzierter Salzwasseraufstieg durch die herbeigeführte Druckentlastung nicht wahrscheinlich.

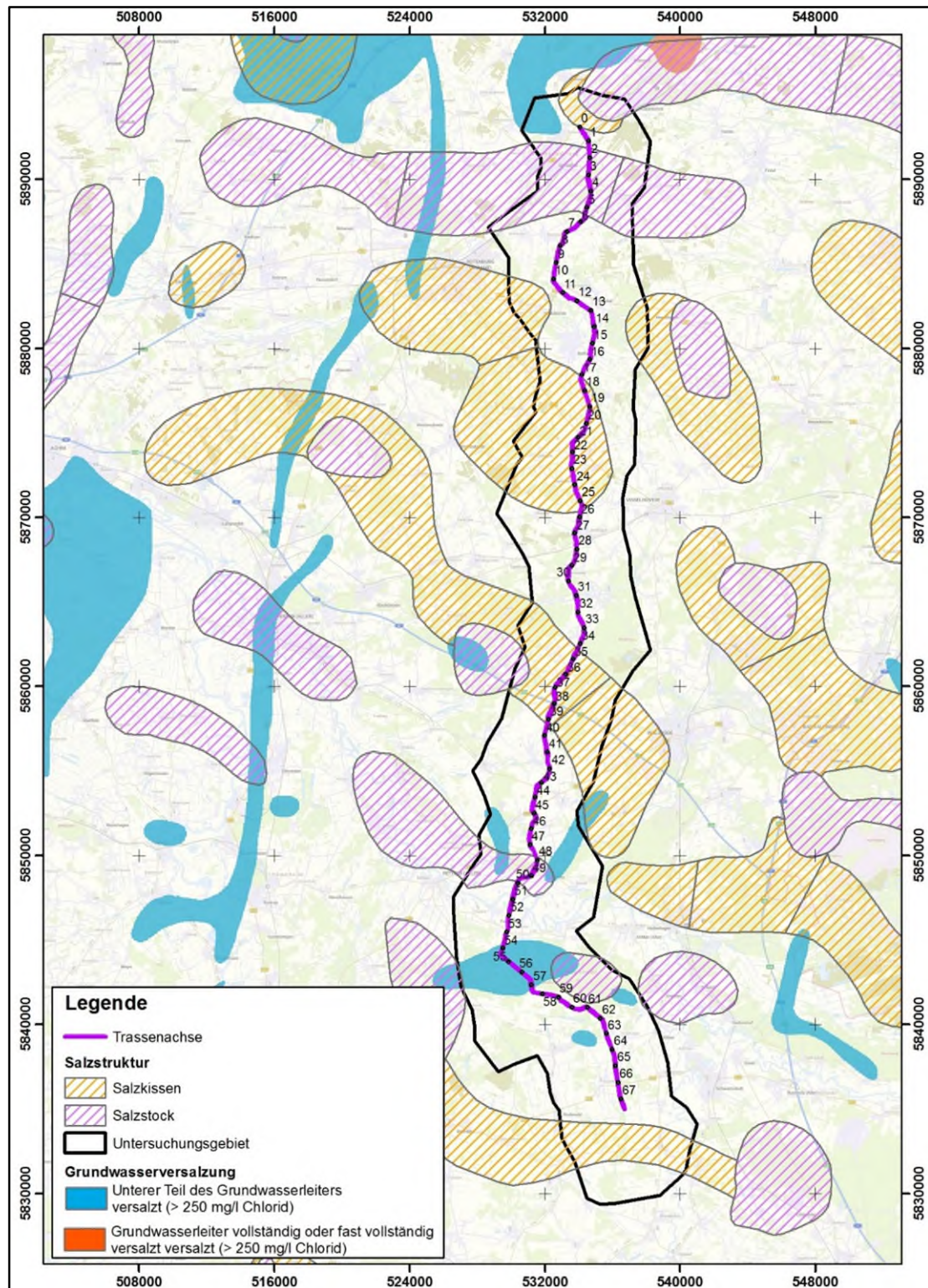


Abbildung 4-1: Versalzung gemäß (LBEG (Hrsg.) 1987) im Bereich des Planfeststellungsabschnitts B1

4.3.1.6 Altlasten und Altlastenverdachtsflächen

Für diesen Trassenabschnitt finden sich Einträge im Altlastenkataster. Durch temporäre Änderungen der Grundwasserströmungsverhältnisse im Einflussbereich der Bauwasserhaltungen kann es zur Mobilisierung bzw. Verlagerung von altlastenspezifischen Stoffen mit dem Grundwasser kommen (Wirkfaktoren 6-2, 6-3). Insgesamt konnten 28 Altlasten, die möglicherweise im hydrogeologischen Einflussbereich der Bauwasserhaltungen liegen identifiziert werden. Diese teilen sich auf in:

- 9 Bohrschlammgruben
- 2 Gleisanlagen
- 4 Erdölbohrungen
- 2 Altablagerungen
- 9 Erdölsondenplätze
- 1 Erdöl – Betriebsfläche
- 1 Altlastenverdachtsfläche

Für die Bewertung des Risikos des Grundwassers durch Altlastenverdachtsflächen (ALVF) wurde in einem separaten Dokument (Erfassung und Bewertung von Altlastenverdachtsflächen im Bereich der Trassenführung im PFA B1, noch in Erstellung) eine Risikobewertung vorgenommen. Anhand der Ergebnisse der modellbasierten Berechnungen (Absenktichter, Strömungslinien und Fließzeit) wurde den relevanten ALVF auf Grundlage eines Wahrscheinlichkeits- und Schwere-Rankings während der Bauwasserhaltung ein resultierendes Risiko zugewiesen. Eine ALVF gilt als nicht relevant für den Grundwasserpfad, wenn die Fließzeit eines Wassermoleküls $> 10 \cdot X$ (X = Betriebsdauer der BWH für einen Grabenabschnitt laut Vorgabe des Vorhabenträgers = 17 d) bzw. der Absenktichter lokal an der Altlastenverdachtsfläche < 25 cm beträgt. Dementsprechend wurden alle ALVF nach diesen Kriterien geprüft.

Die Altlastenbewertung hat ergeben, dass sieben ALVF in den Bereich der 170 d-Isochrone bei der phasenweise durchzuführenden BWH und fünf davon in die 17 d-Isochrone der BWH fallen. Dazu gehören

- 2 Gleiskörper, für die kein spezifischer Verdacht (keine Störfälle) ausgewiesen sind (mittleres Risiko),
- 3 Bohrschlammgruben aus der Erdöl- Erdgas Erkundung bzw. -förderung (geringes bis mittleres Risiko) und
- 2 Erdölsondenplätze (geringes bis mittleres Risiko).

Die Bewertung hinsichtlich des Risikos des Grundwasserpfades durch Altlastenverdachtsfläche wird in Kapitel 4.4.1.3 vorgenommen.

4.3.1.7 Grundwasserabhängige Landökosysteme

Drei grundwasserabhängige Landökosysteme werden von der Trasse gekreuzt. Diese sind in Tabelle 4-8 zusammengefasst.

Tabelle 4-8: Von der Trasse gekreuzte grundwasserabhängige Landökosysteme

Name	Natura2000 EU-Kennzahlen	Relevanter GWK	Trassen km von	Trassen km bis
Wümmeniederung	2723-331	Wümme Lockergestein Links	4+670 13+910	4+890 14+180
Lehrde und Eich	3022-331	Böhme Lockergestein Rechts	30+930	31+200
Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker	3021-331	Böhme Lockergestein Rechts	50+400	51+200
Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker	3021-331	Untere Aller Lockergestein Links	51+200	51+500

Die grundwasserabhängigen Landökosysteme werden mittels HDD unterquert. Hierbei kann es zu Ausbläsern kommen, die neue hydraulische Wegsamkeiten herstellen (Wirkfaktor 3-3) sowie Stoffe bis an die Geländeoberfläche transportieren (Wirkfaktor 6-2). Zudem kommt es voraussichtlich durch benachbarte Bauwasserhaltungen zu temporären Grundwasserabsenkungen zwischen 0,5 m und 0,7 m (Wirkfaktor 3-3). Keine Absenkung wurde im Bereich der Kreuzung des grundwasserabhängigen Landökosystems Lehrde und Eich berechnet. Abbildung 4-2 bis Abbildung 4-6 zeigen die modelltechnisch berechneten Absenkverhalten im Randbereich der grundwasserabhängigen Landökosysteme Wümmeniederung und Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker.

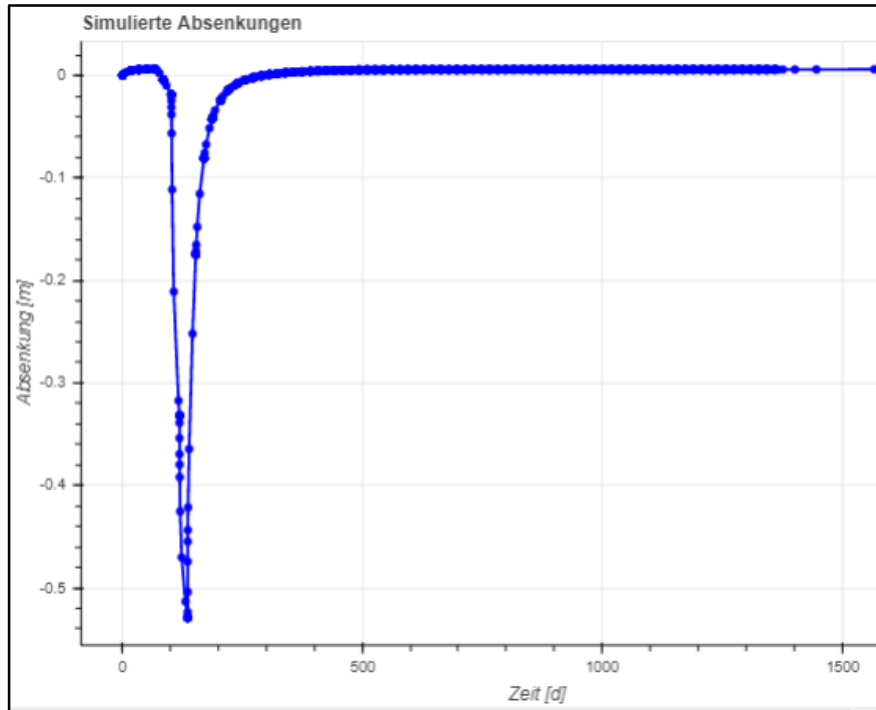


Abbildung 4-2: Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 4+670 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung

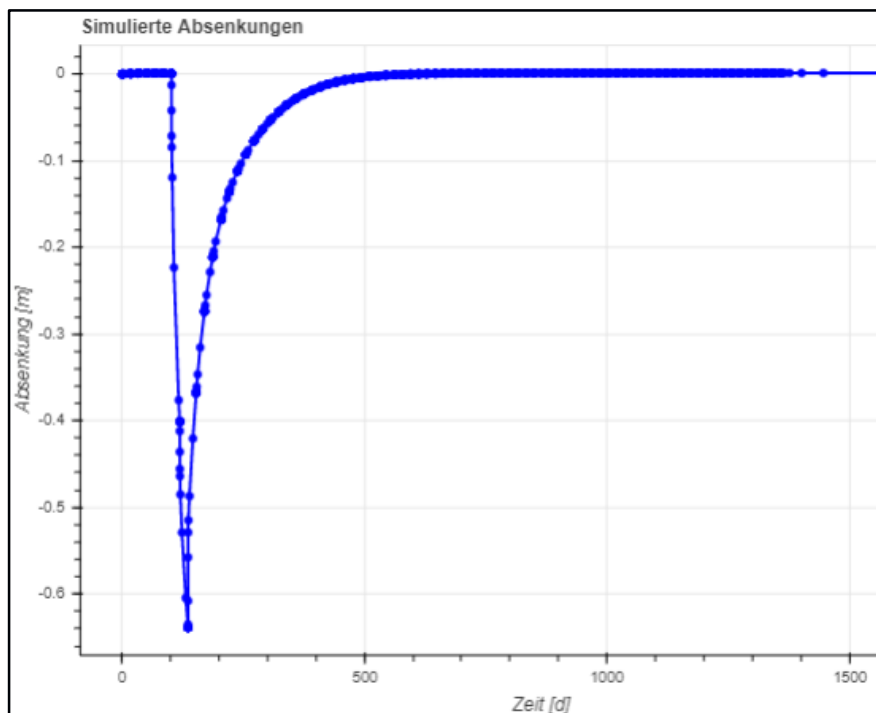


Abbildung 4-3: Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 4+890 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung

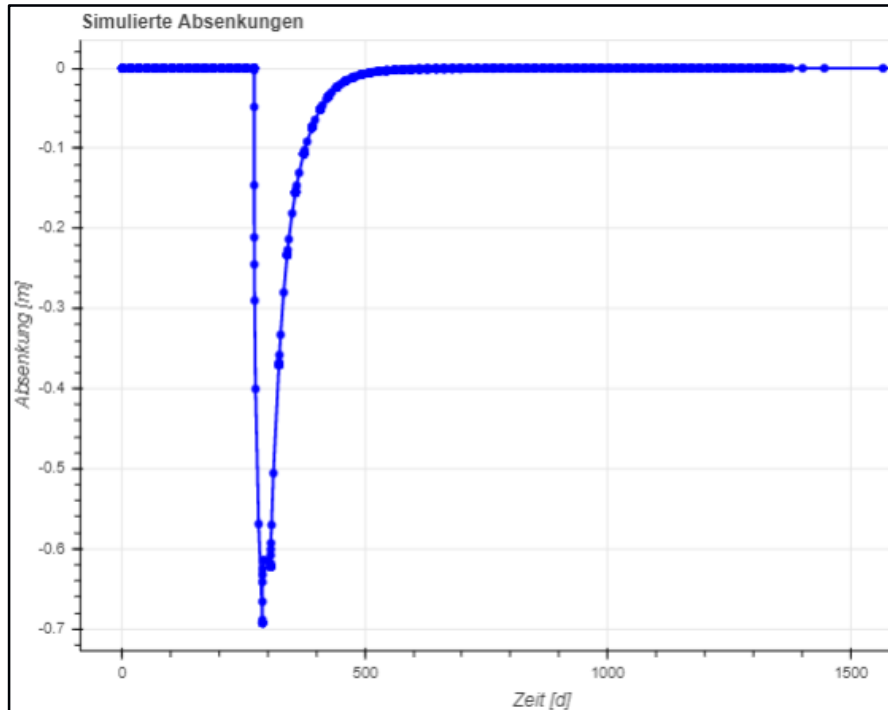


Abbildung 4-4: Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 13+910 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung

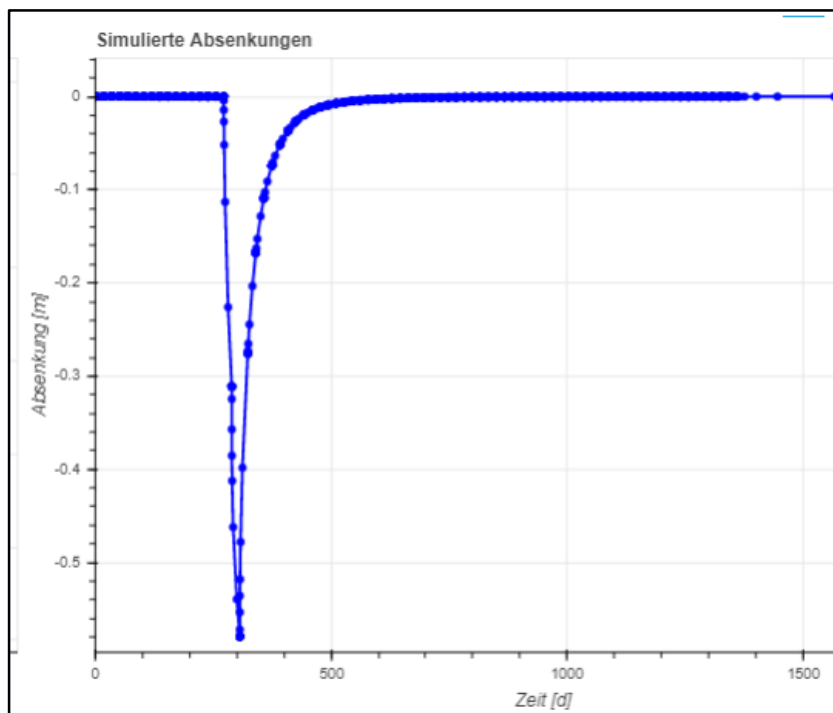


Abbildung 4-5: Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 14+180 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Wümmeniederung

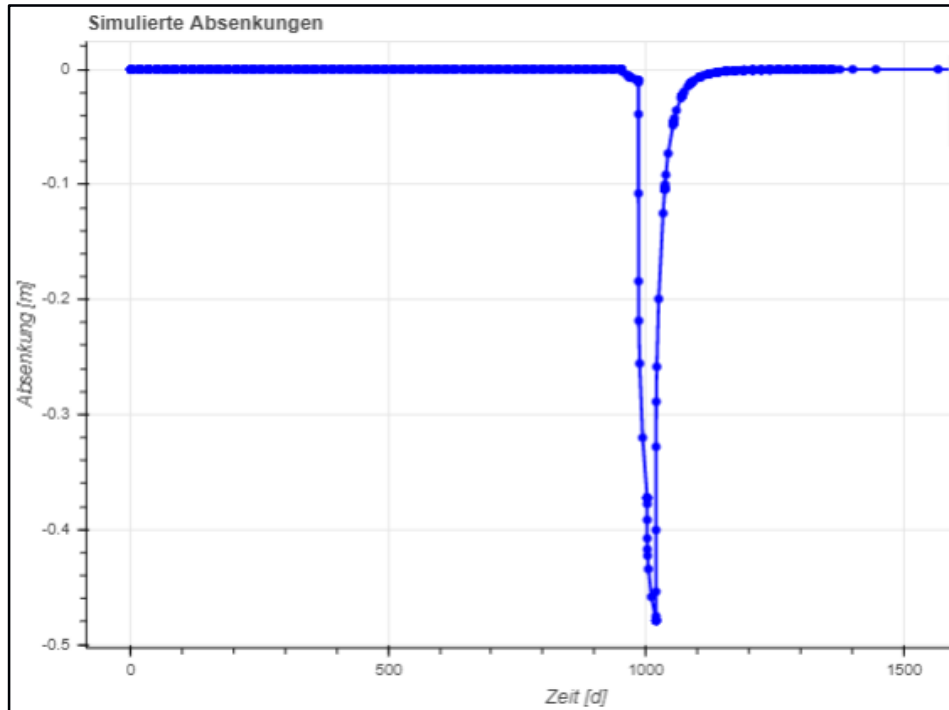


Abbildung 4-6: Berechnete Absenkung und Wiederanstieg bei ca. km 50+400 im Randbereich des grundwasserabhängigen Landökosystems Aller (mit Barnbruch), untere Leine, untere Oker

Es ist zu erkennen, dass sich nach Beendigung der benachbarten Wasserhaltungsmaßnahmen der durch das Vorhaben unbeeinflusste Grundwasserstand innerhalb von 2 bis 4 Monaten nahezu komplett wieder einstellt. Der natürliche jahreszeitliche Schwankungsbereich der Grundwasserdruckfläche liegt basierend auf den Eigennmessungen im Bereich der grundwasserabhängigen Landökosysteme zwischen 1,16 m (PA2-SON-SCH-0009) und 2,37 m (PA2-SON-FRA-0005). Die für mittlere hohe Grundwasserstände berechnete Absenkung befindet sich somit innerhalb des natürlichen Schwankungsbereichs. Sollten zum Zeitpunkt der Maßnahmendurchführung niedrigere Grundwasserstände vorherrschen, verringert sich der resultierende Absenkbetrag sowie die Reichweite. Negative Auswirkungen sind daher unwahrscheinlich.

Um das Risiko von Betroffenheiten zu minimieren sind Schutzmaßnahmen hinsichtlich der HDD-Bohrungen sowie der benachbarten Bauwasserhaltungen erforderlich.

4.3.1.8 Wasserschutzgebiet Wasserwerk Rotenburg

4.3.1.8.1 Prüfung, ob vom Vorhaben voraussichtlich Verbote der Schutzgebietsverordnung verletzt werden und Auswirkungsprognose

Gemäß § 4 der Verordnung über die Festsetzung des WSG Wasserwerk Rotenburg (Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH 2013) sind in der Zone IIIB folgende projektrelevante Maßnahmen genehmigungspflichtig bzw. verboten (Tabelle 4-9).

Tabelle 4-9: Prüfung relevanter Verbotstatbestände und Genehmigungspflichtige Maßnahmen im WSG Rothenburg (Wümme)

Nr. § 4 WSGV	Verbot /Genehmigungspflichtig	Verbotstatbestand	Handlungen/Bau- maßnahmen	Verstoß/Ge- nehmi- gungs- pflicht liegt vor / Nicht Vor
1.2	Verbot	Einleiten und Versickern von Abwasser in den Untergrund unterhalb der belebten Bodenzone von sonstigem Schmutzwasser und abfließendem Niederschlagswasser von Verkehrsflächen oder mit diesen vergleichbaren Flächen (gewerbliche/landwirtschaftliche Betriebs- und Hofflächen)	Versickerungen von Abwasser unterhalb der belebten Bodenzone sind nach derzeitigem Kenntnisstand in der Genehmigungsplanung nicht vorgesehen.	nein
14	Verbot	Umgang mit wassergefährdenden Stoffen im Sinne des § 62 Abs. 3 WHG außerhalb von Anlagen, Vorrichtungen oder Behältnissen, aus denen ein Eindringen in den Boden nicht möglich ist	Die Betankung und Wartung von Baumaschinen erfolgen außerhalb des WSG.	nein
21.1	Verbot	Bauen von Straßen soweit die Maßnahmen nicht den „Richtlinien für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wassergewinnungsgebieten (RiStWag in der zur Zeit gültigen Fassung)“ entsprechen	Zuwegungen mit einer Gesamtlänge < 1 km sind geplant. Die RiStWag wird berücksichtigt. Das Bauen von land- oder forstwirtschaftlichen Wirtschaftswegen ist gemäß Nr. 21.3 erlaubt.	nein
23.1	Verbot	Verwendung von Materialien im Straßen-, Wege-, Wasser- oder Landschaftsbau, wenn diese Materialien auswaschbare wassergefährdende Stoffe oder Beimengungen enthalten oder die Inhaltsstoffe durch Umwandlung wassergefährdend wirken können	Im Straßen-, Wege-, Wasser- oder Landschaftsbau werden keine betreffenden Materialien eingesetzt.	nein
1.3.3	Genehmigungspflichtig	Verrieseln oder Versickern von abfließendem Niederschlagswasser von Verkehrsflächen oder mit diesen vergleichbaren Flächen (gewerbliche/ landwirt-	Verrieselung/Versickerung von Niederschlagswasser über die belebte Bodenzone von Arbeitsstreifen	Ja

Nr. § 4 WSGV	Verbot /Genehmigungspflichtig	Verbotstatbestand	Handlungen/Bau- maßnahmen	Verstoß/Ge- nehmigungspflicht liegt vor / Nicht Vor
		schaftliche Betriebs- und Hofflächen) über die belebte Bodenzone	(ca. 180.000 m ²) und Zuwegungen (ca. 9.400 m ²).	
23.2	Genehmigungspflichtig	Verwendung von Materialien im Straßen-, Wege-, Wasser- oder Landschaftsbau, wenn diese Materialien die Anforderungen nach LAGA M20 (Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall: „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen“) einhalten	Ob betreffende Materialien beim Bau der Zuwegungen verwendet werden sollen, ist nach derzeitigem Kenntnisstand noch offen.	Ja
32	Genehmigungspflichtig	Arbeiten, die so tief in den Boden eindringen (Erdaufschlüsse), dass sie sich unmittelbar oder mittelbar auf die Bewegung, die Höhe oder die Beschaffenheit des Grundwassers auswirken können	Herstellung der offenen Kabelgräben und Muffengruben, Bauwasserhaltungsmaßnahmen, HDD-Bohrungen	Ja
33	Genehmigungspflichtig	Bodenabbau oder Erdaufschlüsse, durch die die Grundwasserüberdeckung auf Dauer vermindert wird	Eine Verringerung der Grundwasserüberdeckung erfolgt nach derzeitigem Kenntnisstand lediglich temporär.	Nein

Verbotsverletzungen im Hinblick auf die Wasserschutzgebietsverordnung liegen nicht vor. Für die beschränkt zulässigen Maßnahmen 1.3.3, 23.2 sowie 32 sind wasserrechtliche Genehmigungen einzuholen (vgl. Teil K02).

4.3.1.8.2 Prüfung der Voraussetzungen für die Befreiung im Sinne des § 52 Abs. 1 Satz 2 (Alt. 1 und Alt. 2) WHG – Vorzugstrasse nach übergreifendem Alternativenvergleich

§ 52 Abs. 1 Satz 2 (Alt. 1 und Alt. 2) WHG regelt den Umgang mit besonderen Anforderungen in WSG, die sich aus der WSGV für gemäß § 51 WHG festgesetzte WSG ergeben. Demnach können durch behördliche Entscheidung bestimmte Handlungen verboten oder für nur eingeschränkt zulässig erklärt werden.

Die zuständige Behörde kann gemäß § 52 WHG, Abs. 1 von Verboten, Beschränkungen sowie Duldungs- und Handlungspflichten eine Befreiung erteilen, wenn der Schutzzweck nicht gefährdet wird oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern.

Eine solche Befreiung wird benötigt, sobald die Trasse durch ein festgesetztes WSG verläuft und dies mit Verbotsverletzungen verbunden ist.

Da es sich bei der Schutzzone IIIB des WSG Rotenburg Stadt um ein offiziell festgesetztes WSG handelt, ist für die in Kapitel 4.3.1.8.1 identifizierten, relevanten Handlungsverbote und -beschränkungen im Rahmen der Planfeststellung eine Befreiung im Sinne des § 52 WHG zu beantragen. Eine Befreiung von den geltenden Handlungsverboten- und Beschränkungen kann gem. § 52 WHG erwirkt werden, wenn nachgewiesen wird, dass das geplante Vorhaben den Schutzzweck, d.h. die Sicherung der jeweiligen Trinkwasserfassung bzw. die Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung nicht gefährdet oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern.

In Kapitel 3.1.1.1 wurde das Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung für den Bereich des Trinkwasserschutzgebiets mit hoch bewertet. Dies resultiert aus einem im Bereich der Schutzzone verbreitet vorhandenen Grundwasserhemmer zwischen dem oberen und dem wasserwirtschaftlich bedeutsamen Grundwasserleiter. Es liegt eine effektive hydraulische Trennung vor, sodass ein direkter Stoffaustausch weitgehend unterbunden wird. Laut den erfolgten geotechnischen Erkundungen ist der Grundwasserhemmer von ausreichender Mächtigkeit und wird aller Voraussicht nach durch die Baumaßnahme nicht durchteuft werden. Ausnahme hierbei sind einzelne HDD-Bohrungen, die punktuell die hydraulische Trennschicht durchörtern können. Die HDD-Bohrungen werden in einer Art und Weise ausgeführt, dass nach Einbau des Kabels kein durchlässiger Ringraum in der Bohrung verbleibt. Dies verhindert eine längerfristige hydraulische Verbindung unterschiedlicher Grundwasserleiter.

Nach Abschluss der Baumaßnahme wird der entnommene Boden in identischer Horizontabfolge wiedereingebaut. Hierbei wird die ursprüngliche Lagerungsdichte wiederhergestellt. Die Wahrscheinlichkeit einer negativen quantitativen oder qualitativen Beeinträchtigung der Bezugspunkte Grundwasser und Trinkwasser im Sinne des § 52 WHG wird somit insgesamt als gering eingestuft.

Im Bereich des Trinkwasserschutzgebiets findet keine Versickerung von anfallendem Förderwasser statt. Anfallendes Niederschlagswasser von Verkehrsflächen wird über die belebte Bodenzone versickert und durch technische Maßnahmen von der aufgeschlossenen Baugrube ferngehalten.

Bei Umsetzung der in Kapitel 4.4 aufgeführten vorsorgenden Schutzmaßnahmen während der Baumaßnahme im WSG kann das bestehende geringe Schutzzweckgefährdungsrisiko im Sinne des § 52 WHG weiter reduziert werden.

Die geringe Wahrscheinlichkeit einer Schutzzweckgefährdung kann unter Einhaltung und konsequenter Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen während der Bauzeit so weit reduziert werden, dass eine Gefährdung des Schutzzweckes im Sinne des § 52, Abs. 1 WHG durch das Bauvorhaben SuedLink mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

4.3.1.8.3 Bewertung einer Befreiung aufgrund überwiegender Belange des Allgemeinwohls, § 52 Abs. 1, Satz 2 Alt. 2 WHG – Vorzugstrasse nach übergreifendem Alternativenvergleich

Im Fall einer Verbotsverletzung bzw. im Falle einer festgestellten Schutzzweckgefährdung kommt neben der Befreiung wegen fehlender Schutzzweckgefährdung gemäß § 52 Abs. 1 Satz 2 Alt. 1 WHG eine Befreiung aufgrund überwiegender Gründe des Allgemeinwohls gemäß § 52 Abs. 1 Satz 2 Alt. 2 WHG in Betracht. Dabei handelt es sich um einen – von der fehlenden Schutzzweckgefährdung zu trennenden – Befreiungstatbestand. Eine Abwägung gemäß dem Allgemeinwohltatbestand ist vor diesem Hintergrund nur erforderlich, wenn eine Schutzzweckgefährdung auf Grundlage der

oben dargestellten hydrogeologisch-wasserwirtschaftlichen Untersuchung nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann.

Vor dem Hintergrund der langjährigen Fließzeit des Grundwassers vom Einzugsgebiet innerhalb der Zone IIIB bis zum Förderbrunnen besteht selbst im ungünstigen Havariefall keine Gefahr für die Versorgungssicherheit der zu versorgenden Gemeinden, da nachsorgende Maßnahmen ergriffen werden können.

Mit Blick auf das Vorhaben SuedLink ist festzuhalten, dass es sich um ein Vorhaben handelt, dessen energiewirtschaftliche Notwendigkeit und vordringlicher Bedarf durch § 1 Abs. 1 BBPIG i. V. m. Nr.1 der Anlage zum BBPIG gesetzlich festgestellt sind. § 1 Satz 3 NABEG stellt zudem gesetzlich ausdrücklich klar, dass die Realisierung der erfassten Stromleitungen, also auch des SuedLink, aus Gründen eines überragenden öffentlichen Interesses und im Interesse der öffentlichen Sicherheit erforderlich ist.

4.3.1.9 Quellen und Heilquellen

Kapitel für den gegenständlichen Planfeststellungsabschnitt nicht relevant.

4.3.1.10 Eigenwasserversorgung

4.3.1.10.1 Prüfung, ob durch das Vorhaben Eigenwasserversorgungen betroffen sind

Eine Betroffenheit von Eigenwasserversorgungsanlagen ergibt sich zum einen aus der Lage innerhalb des Absenkbereichs der Bauwasserhaltung, zum anderen aus der Lage und Ausdehnung dessen unterirdischen Einzugsgebieten und ob diese von dem Vorhaben durchquert werden (siehe Tabelle 4-10).

Tabelle 4-10: Zusammenfassung möglicherweise betroffene Eigenentnahmen

Berechnete Absenkung (m)	Trasse kreuzt Einzugsgebiet	Berechnete Fließzeit von Trasse zu Brunnen	Anzahl	Schwere der Auswirkung vor Schutzmaßnahmen
< 0,1	ja	1 – 50a	5	gering
0,1 – 0,25	nein	–	56	gering
0,1 – 0,25	ja	1 – 50a	6	gering
0,1 – 0,25	ja	< 1a	1	gering
0,25 – 0,5	nein	–	22	gering
0,25 – 0,5	ja	1 – 50a	12	gering
0,25 – 0,5	ja	< 1a	1	mittel
0,5 – 1,0	nein	–	9	gering
0,5 – 1,0	ja	1 – 50a	16	gering
0,5 – 1,0	ja	< 1a	7	mittel
> 1	ja	< 1a	1	mittel

Die maximalen berechneten Absenkungen in den 136 Brunnen der identifizierten Eigenentnahmen sind kleiner als die saisonalen sowie langzeitlichen Schwankungen der Grundwasserdruckfläche und daher ist die Schwere der Auswirkungen als gering bewertet. Es ist davon auszugehen, dass sich ein vom Vorhaben unbeeinflusster Grundwasserstand nach Beendigung der Bauwasserhaltung innerhalb von wenigen Monaten einstellen wird. Dies legen Modellrechnungen (siehe Teil L6.3) nahe. Alle Grundwasserentnahmepunkte sind als virtuelle Grundwassermessstellen im Modell integriert worden, um mögliche berechnete Absenkungen quantifizieren zu können. Berechnungsbrunnen, die nach derzeitigem Kenntnisstand in tertiären Braunkohlesanden verfiltert sind, wurden im quartären Hauptgrundwasserleiter berücksichtigt, da diese unterhalb der Modellunterkante im Modell nicht dargestellt werden konnten.

Eine Kreuzung der Trassenachse mit den unterirdischen Einzugsgebieten der einzelnen Wasserrechte kann zu folgenden Auswirkungen führen:

- Durch Verringerung der Grundwasserneubildung im Trassenbereich vergrößert sich das jeweilige Einzugsgebiet entsprechend. Hierdurch ist eine geringfügige Änderung der Grundwasserbeschaffenheit nicht ganz auszuschließen.
- Durch Stoffeinträge (Nitrat auswaschung, wassergefährdende Stoffe) kann die Grundwasserbeschaffenheit kompromittiert werden.

Generell sind signifikante Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit, insbesondere bei Berücksichtigung des Rechtszweckes (keine Trinkwasserversorgung) unwahrscheinlich. Eine maßgebliche Veränderung der Einzugsgebiete der Entnahmepunkte ist nicht zu besorgen. Die Schwere der Auswirkung vor den in Kapitel 4.4 aufgeführten Schutzmaßnahmen, wird bei Fließzeiten von < 1 Jahr jedoch als „mittel“ bewertet, da eine Umsetzung von nachsorgenden Maßnahmen auf Grund der zeitlichen Limitation ggf. nicht umsetzbar ist. Anhang 1 fasst alle möglicherweise betroffenen Entnahmepunkte tabellarisch zusammen.

Weitere baubedingte Auswirkungen auf Grund der Lage einzelner Wasserfassungen innerhalb des Arbeitsstreifens können sein:

- Beschädigung der Wasserfassung
- Temporärer erschwerte Zugänglichkeit zur Wasserfassung

Dies gilt für die in Tabelle 4-11 zusammengefassten Fassungsanlagen:

Tabelle 4-11: Zusammenfassung Wasserfassungen im Arbeitsstreifen

Rechtsinhaber	UTM - Rechts	UTM-Hoch	Bezeichnung	Minimale Distanz zur Trassenachse (m)
BR Walsrode	531141,81	5850825,84	Klein Eilstorf-1	29
BV Rethem	530315,192	5848247,11	44	12,6
BV Rethem	530839,61	5842962,79	3222HY0335 Frankenfelder- mühle-4	14,8

4.3.1.10.2 Maßnahmen zur Verringerung/Vermeidung des Konfliktpotentials

Es werden zielführende Schutzmaßnahmen (Kapitel 4.4) umgesetzt, die eine Beeinflussung der Grundwasserbeschaffenheit minimieren. Weitere Maßnahmen zur Verringerung/Vermeidung des Konfliktpotenzials bei betroffenen Entnahmestellen können sein:

- Maßnahmenbegleitendes Monitoring des Grundwasserstandes sowie der Grundwasserbeschaffenheit in betroffenen Brunnen inklusive Erstbeprobung vor Baubeginn.
- Angebot von Kompensationsmaßnahmen bei nicht tolerierbarer Auswirkung des Bauvorhabens bzw. notwendig werden Außerbetriebnahme betroffener Brunnen. Dies setzt eine Beweissicherung voraus.

4.4 Schutzmaßnahmen

Zur Minimierung bzw. Vermeidung von bauvorhabenbedingten Auswirkungen sind vorsorgende Schutzmaßnahmen vorgesehen. Diese sind in Tabelle 4-12 zusammengefasst und in Kapitel 4.4.1 näher beschrieben.

Tabelle 4-12: Vorsorgende Schutzmaßnahme(n)

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenschutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Bezeichnung	Schutzmaßnahme(n)	Zugeordnete Wirkfaktoren
Alle betroffenen Grundwasserkörper und Wasserrechte	GW1	Niederschlagsversickerung abseits der Baugrube	1-1, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4
	GW2	Wiederherstellung von Dränagesystemen bzw. Funktionserhalt der bestehenden Dränage	3-3, 3-4
	GW3	Lastverteilungsplatten und Lockerung des Bodens sowie Rekultivierung	1-1, 3-1, 3-3
	GW4	Bei Bodeneingriffen werden die Bodenhorizonte getrennt ausgehoben und je Horizont so gelagert, dass eine Vermischung ausgeschlossen werden kann.	3-1, 3-3
	GW5	Wiederbepflanzung des Arbeitsstreifens und Schutzstreifens	1-1, 6-1
	GW6	Umweltbaubegleitung, Bodenkundliche Baubegleitung, Betankungskonzepte, Bindemittel etc.	3-4, 6-2, 6-3, 3-1, 3-3
	GW7	Tonsperren zur Minimierung der Dränagewirkung des Bettungsmaterials	3-1, 3-3
	GW8	Minimierung der notwendigen Zeit in dem die einzelnen Wasserhaltungen aktiv sind	3-3, 3-4
	GW9	Ausführung der HDD-Bohrungen in einer Art, dass kein durchlässiger Ringraum in der Bohrung entsteht	3-3, 3-4
	GW10	Aufbereitung des geförderten Grundwassers vor Wiedereinleitung.	3-4
	GW11	Verwendung von biologisch abbaubaren Betriebsstoffen (z.B. Hydrauliköl, Diesel) in den Baumaschinen und Fahrzeugen und Vorhalten von Ölauffangwannen, -Bindemittel, etc.	3-4
	GW12	Einsatz von Maschinen entsprechend dem Stand der anerkannten Regeln der Technik, sodass die Gefahr der Verunreinigung für das Grundwasser (z. B. durch Schmier- oder Kraftstoffeintrag) reduziert ist.	3-4
	GW13	Vorsorgliches Mitführen von Ölbindemitteln auf jeder Baumaschine	3-4
	GW14	Beginn der Entwässerung vor Bodenaushub	3-4

Grundwasserkörper/Wasser-/Quellen-/Heilquellenschutzgebiet/Eigenwasserversorgung	Bezeichnung	Schutzmaßnahme(n)	Zugeordnete Wirkfaktoren
	GW15	Versickerung von gefördertem Grundwasser	3-3
Trinkwasserschutzgebiet Rotenburg Stadt	WSG1	Lagerung und Umschlag von Betriebsmitteln (Treibstoffe, Schmiermittel usw.) außerhalb des Schutzgebiets	3-4
	WSG2	Bei bau- oder witterungsbedingten längeren Stillstandzeiten Abstellen der Maschinen außerhalb des WSG oder in Ausnahmefällen auf (über-sandeter) Untergrundfolie/Dichtungsmatte.	3-4
	WSG6	Vorhalten von flüssigkeitsdichten Mulden zur Ergreifung von Erstmaßnahmen	3-4
	WSG7	Beim Bau und der Ertüchtigung von Zuwegungen innerhalb des WSG werden nur autochthone Baustoffe aus natürlichen und anderen mineralischen Stoffen eingesetzt, die den wasserwirtschaftlichen Anforderungen genügen	3-4
	WSG8	Überwachung der Maßnahmen durch hydrogeologische Fachbauleitung	3-1, 3-3. 3-4
	WSG9	Versickerung des anfallenden Wassers von Verkehrsflächen außerhalb der Baugrube über die belebte Bodenzone	3-3, 3-4
	WSG10	Ausbau der notwendigen Zufahrtswege entsprechend der Anforderungen nach RiStWag	3-4

Nachsorgende Maßnahmen können in Form von Kompensationsangeboten oder Sanierungen erfolgen.

4.4.1 Grundwasserkörper, Wasserschutzgebiet, Quelle, Heilquelle und Eigenwasserversorgung

4.4.1.1 Maßnahmen hinsichtlich Grundwasserdargebot

Für die Errichtung von KAS-Stationen und anderer versiegelter und überbauter Flächen wird von einer Versickerung der Niederschlagswässer auf dem Betriebsgelände, welches nicht vollständig versiegelt wird, ausgegangen. Durch diese Maßnahmen bleibt das Niederschlagswasser in demselben Einzugsgebiet und eine Reduzierung der Grundwasserneubildung kann weitgehend vermieden werden.

Es wird sichergestellt, dass sämtliche Dränagesysteme, die durch die Baumaßnahme beschädigt wurden, wiederhergestellt werden. In Bereichen, in denen die Durchlässigkeit des anstehenden Gesteins geringer ist als die des Bettungsmaterials, werden nach Bedarf Tonsperren im Bettungsmaterial eingebaut. Präferentielle Fließpfade und eine mögliche Dränwirkung des Kabelgrabens sollen dadurch vermieden werden.

Die Bauzeit wird so kurz wie möglich gehalten, um die Entnahmemengen zu minimieren. Dazu wird in der Planung berücksichtigt, dass in Bereichen in denen hohe Zuflussraten prognostiziert werden eine Wasserhaltung möglichst im Sommer bzw. Herbst stattfinden. Da zu diesen Zeiten im jahreszeitlichen Verlauf eher Grundwassertiefstände herrschen, können die Auswirkungen durch die Wasserhaltung minimiert werden. In sensiblen Bereichen wie grundwasserabhängigen Ökosystemen kann eine teilweise Wiedereinleitung ins Grundwasser erfolgen.

Auf den gegenüber Verdichtung empfindlichen Böden ist der Einsatz von Lastverteilungsplatten vorgesehen, die nach Abschluss der Baumaßnahme wieder rückgebaut werden. Generell erfolgt nach Abschluss der Baumaßnahme eine Lockerung des Bodens.

Die Bodenhorizonte werden getrennt ausgehoben und je Horizont getrennt so gelagert, dass eine Vermischung vermieden wird. Die Lagerung erfolgt im Regelfall im Arbeitsstreifen. Nach Verlegung der Kabel wird der Boden wieder schichtengerecht eingebaut mit dem Ziel, die ursprüngliche Bodenstruktur wiederherzustellen.

Die HDD-Bohrungen werden in einer Art und Weise ausgeführt, dass nach Einbau des Kabels kein durchlässiger Ringraum in der Bohrung verbleibt und Ausbläser vermieden werden. Dies verhindert eine längerfristige hydraulische Verbindung unterschiedlicher Grundwasserleiter.

Eine Reinfiltration unweit der Bauwasserhaltung des anfallenden Wassers verringert die Reichweite der Absenktrichter und resultiert im Bereich der Versickerungsflächen in einer höheren Grundwasserneubildung.

Zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen wird ein Havarie-/Notfallkonzept erstellt.

4.4.1.2 Maßnahmen hinsichtlich Grundwasserbeschaffenheit

Für die Bauphase wird ein Betankungskonzept erstellt. Dies besagt z.B., dass eine Betankung von Baufahrzeugen auf nicht versiegelten Flächen untersagt ist. Zudem ist das Vorhalten von Bindemitteln auf der Baustelle vorgegeben, dass im Falle einer Leckage sofort reagiert, und die ausgetretene Flüssigkeit aufgenommen werden kann.

In Bereichen, in denen eine Bauwasserhaltung erfolgt, wird eine Dränage in der Tiefe des Absenkziels verlegt, bevor die Erstellung des Kabelgrabens beginnt. Eine Freilegung von Grundwasser wird so vermieden.

Eine Aufbereitung des geförderten Grundwassers erfolgt in Bereichen, in denen eine Schadstoffbelastung vorliegt bzw. eine Einleitung in Oberflächengewässer bzw. Versickerung ins Grundwasser aus qualitativer Sicht nicht möglich ist. Dies ist insbesondere hinsichtlich Sauerstoff, Eisen und Mangan sowie pH-Wert zu berücksichtigen. Im Falle einer Verunreinigung des Förderwassers mit Kohlenwasserstoffverbindungen (Altlasten) kann eine Aufbereitung mittels Aktivkohlefiltern erfolgen.

Eine Rekultivierung innerhalb des Arbeitsstreifens sowie temporären Zufahrtswegen bindet überschüssigen Stickstoff und limitiert eine Nitratauswaschung.

Es wird eine Umweltbaubegleitung und bodenkundliche Baubegleitung erfolgen, die die Umsetzung der Schutzmaßnahmen überprüft.

4.4.1.3 Maßnahmen hinsichtlich Altlasten

In Kapitel 4.3.1.6 wurden Altlasten, die ein potenzielles Risiko für die Grundwasserbeschaffenheit darstellen, ermittelt. Generell ist anzuführen, dass hinsichtlich der Faktoren, die für die Dauer der jeweiligen Wasserhaltungen angesetzt worden sind, ein signifikanter Sicherheitszuschlag angesetzt wurde.

Die Gleiskörper werden aufgrund ihrer Lage als mittleres Risiko (hohe Eintrittswahrscheinlichkeit) eingestuft, jedoch ist das tatsächliche Risiko angesichts der vermutlich fehlenden Quellstärke eher geringer.

Für die Bohrschlammgruben ist generell mit einer hohen Quellstärke zu rechnen. Allerdings zeugen alle bisherigen Untersuchungen an Bohrschlammgruben in Niedersachsen, dass lediglich mit einer erhöhten Salzfracht im Grundwasser zu rechnen ist.

Da die BWH nur sehr lokal wirkt und über vergleichsweise kurze Pumpzeiten in Betrieb ist, lassen sich mit dem aktuellen Stand keine förderinduzierten, größeren Risiken bzgl. der Verlagerungen von Schadstofffahnen ableiten. Dieser Auswertung liegt zudem zu Grunde, dass bislang weder Untersuchungen zu den genannten ALVF bekannt sind noch Schadstofffahnen ausgehend von den bekannten ALVF identifiziert wurden, die während der BWH relevant werden könnten.

Auf Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes sind keine weiteren Untersuchungen notwendig. Die Notwendigkeit der Vorhaltung und des Einsatzes von Grundwasserreinigungsanlagen wird in der Unterlage L06.3 - Wasserhaltungskonzept erörtert.

4.4.2 Monitoring Beweissicherung

Die 37 im Zuge des Vorhabens errichteten Grundwassermessstellen dienen als Messnetz und ermöglichen Grundwasserstandsmessungen sowie Grundwasserprobenahmen zur laborseitigen Analyse des Grundwassers. Die Ziele des Grundwassermonitorings sind:

- Erkundung/ Vorausplanung für eine effizientere Umsetzung
- Bestandsaufnahme (Grundwasserdynamik/-Beschaffenheit) vor Baubeginn
- Monitoring der Grundwasserdynamik/-Beschaffenheit während des Baus
- Monitoring des langfristigen Einflusses des Kabels auf die Grundwasserbeschaffenheit sowie Grundwasserstände

Eine Überprüfung des quantitativen und qualitativen Zustands des Grundwassers, vor allem an grundwasserabhängigen Ökosystemen und anderen sensiblen Bereichen ist vorgesehen. Die Parameter sind projektspezifisch ausgewählt und können lokal je nach Auffälligkeiten bzw. Anforderungen angepasst werden.

4.5 Zusammenfassung

Aufgrund der engen räumlichen Ausdehnung der Maßnahme im Verhältnis zur Größe der betroffenen Grundwasserkörper und der nur vorübergehenden Dauer von Bodeneingriffen und Wasserhaltungsmaßnahmen ist für die Grundwasserkörper sowie dem Wasserschutzgebiet Rothenburg (Wümme) nicht mit signifikanten Auswirkungen zu rechnen. Auch für die in diesem Gutachten recherchierten Grundwasserentnahmen Dritter sind signifikante Auswirkungen unwahrscheinlich oder können ausgeschlossen werden. Restrisiken von Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit können anhand der Schutzmaßnahmen weiter minimiert, bzw. eliminiert werden. Tabelle 4-13 fasst die baubedingten Wirkfaktoren, Schutzmaßnahmen sowie die Auswirkungen zusammen.

Tabelle 4-13: Zusammenfassende Übersicht zu vorhabenbedingten Auswirkungen und Schutzmaßnahmen

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen-/Heil- quellenchutzge- biet/Eigenwas- serversorgung	Referenz / Anhang	Baubedingte Auswir- kungen (vor Schutz- maßnahmen)	Benennung. Wirkfaktor	Schutz- maß- nahmen	Räumliche Ausdehnung mit Schutz- maßnahmen	Auswirkung mit Schutzmaßnahmen	
						Quantitativ	Qualitativ
Alle oben ge- nannten Grund- wasserkörper und Eigenwas- serversorgungen	Kapitel 4, Anhang 1	Temporäre Verringe- rung der Schutzfunktion	3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes	GW4	Aushub im Bereich der Kabelgräben zwischen 1,65 m und 3,0 m Tiefe und ca. 5,0 bis 30,0 m Breite an Graben- oberkante. Die Fläche variiert je nach Bauabschnitt zwischen ca. 9 m ² und 6.000 m ² . Die Gesamtfläche im GWK für die Kabelgräben beträgt ca. 663.800 m ² . Aushub im Bereich der Muffengruben zwischen 2,35 m und 3,0 m und einer jeweiligen Fläche von ca. 390 m ² .bis 432 m ² . Insgesamt ca. 27.000 m ² .	gering	gering
		Temporäre Dränage- wirkung insbesondere bei geneigter Graben- sohle	3-3 Veränderung der hydrologi- schen / hydrody- namischen Ver- hältnisse	GW2	Kabelgraben	gering	gering
		Verringerung der Grundwasserneubil- dung durch Änderung des Bodengefüges und Morphologischen Ver- änderungen sowie Bo- denverdichtungen und Versiegelungen	3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes 1-1 Überbauung / Versiegelung	GW1, GW3, GW4, GW5	Arbeitsstreifen und Zuwegungen	gering	gering
		Beschädigung von be- stehenden Dränagen	3-3 Veränderung der hydrologi-	GW2	Keine dauerhafte Ausdehnung	gering	gering

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen-/Heil- quellenschutzge- biet/Eigenwas- serversorgung	Referenz / Anhang	Baubedingte Auswir- kungen (vor Schutz- maßnahmen)	Benennung. Wirkfaktor	Schutz- maß- nahmen	Räumliche Ausdehnung mit Schutz- maßnahmen	Auswirkung mit Schutzmaßnahmen	
						Quantitativ	Qualitativ
			schen / hydrody- namischen Ver- hältnisse				
		Veränderung der Grundwasserbeschaf- fenheit durch Nitrat- und Phosphatauswa- schung	6-1 Stickstoff- und Phosphor- verbindungen / Nährstoffeintrag	GW5	Abstrom, vermutlich lokal begrenzt, de- nitrifizierende Effekte in Abhängigkeit anderer hydrochemischer Gegeben- heiten	gering	gering
		Veränderung der Grundwasserbeschaf- fenheit durch Freile- gung des Grundwas- sers	3-4 Veränderung der hydrochemi- schen Verhält- nisse	GW14	Abstrom, vermutlich lokal begrenzt, auf den Nahbereich durch chemische Ver- mischungs- und Gleichgewichtsreakti- onen	Gering	gering
		Durch den Einsatz von Baumaschinen kann es zu Eintrag von wasser- gefährdenden Stoffen (z.B. Schmier- und Hydrauliköle sowie Kraftstoffen kommen	6-2 Organische Verbindungen 6-3 Schwerme- talle	GW6, GW11, GW12, GW13	Abstrom	gering	gering
		Mit der Bohrspülung kann es zu Stoffeinträ- gen ins Grundwasser kommen. Es kann zur Bildung neuer hydrauli- scher Fließwege kom- men, die ggf. unter- schiedliche Grundwas- serleiter verbinden.	3-3 Veränderung der hydrologi- schen / hydrody- namischen Ver- hältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemi- schen Verhält- nisse	GW9	punktuell	gering	gering

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen-/Heil- quellenchutzge- biet/Eigenwas- serversorgung	Referenz / Anhang	Baubedingte Auswir- kungen (vor Schutz- maßnahmen)	Benennung. Wirkfaktor	Schutz- maß- nahmen	Räumliche Ausdehnung mit Schutz- maßnahmen	Auswirkung mit Schutzmaßnahmen	
						Quantitativ	Qualitativ
			6-2 Organische Verbindungen				
		Ausbildung von tempo- rären Absenkrüchern in denen sich temporär der Boden- Wasser- haushalt ändern kann. Dies kann u.a. zu Set- zungen, Betroffenhei- ten von grundwasser- abhängigen Landöko- system führen. Der mengenmäßige Zu- stand des Grundwas- serkörpers wird tempo- rär beeinflusst	3-3 Veränderung der hydrologi- schen / hydrody- namischen Ver- hältnisse	GW8, GW15	0,1 m Absenkung maximal bis ca. 2.000 m Entfernung der Trassenachse 0,25 m Absenkung maximal bis ca. 1.200 m Entfernung der Trassenachse	Gering (GWK Wümme Lockerge- stein Links, Böhme Lo- ckergestein Rechts) Mittel (GWK Un- tere Aller Lockerge- stein Links, Leine Lo- ckergestein Links)	gering
		Durch die Änderung hydrodynamischer Ver- hältnisse kann es zu Änderungen in der Grundwasserbeschaf- fenheit kommen, insbe- sondere wenn inner- halb des Einzugsgebiet- es Altlasten oder Alt- lastenverdachtsflächen bestehen.	3-4 Veränderung der hydrochemi- schen Verhält- nisse 6-2 Organische Verbindungen 6-3 Schwerme- talle	GW8	Innerhalb der Einzugsgebiete der Was- serhaltungsmaßnahmen	gering	mittel

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen-/Heil- quellenchutzge- biet/Eigenwas- serversorgung	Referenz / Anhang	Baubedingte Auswir- kungen (vor Schutz- maßnahmen)	Benennung. Wirkfaktor	Schutz- maß- nahmen	Räumliche Ausdehnung mit Schutz- maßnahmen	Auswirkung mit Schutzmaßnahmen	
						Quantitativ	Qualitativ
		Im Kabelbereich kommt es zu einer Erwärmung des Bodens und Grundwassers, was sich auf die Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserneubildung auswirken kann	3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse 3-5 Veränderung der Temperaturverhältnisse		Lokal begrenzt	gering	gering
		Anlagenbedingt kann es durch das Kabel sowie den eingebauten Bettungsmaterialien zu dauerhaften Dränage- oder Stauwirkungen kommen.	3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse	GW7	Lokal begrenzt	gering	gering
		Durch das Versickern von gefördertem Grundwasser kann es zur Verlagerung von belastetem Grundwasser kommen. Durch die Verrieselung bildet sich im Bereich der Verrieselungsfläche eine Grundwasseraufwölbung.	3-3 Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse	GW6, GW8, GW10	Verrieselungsflächen und Grundwasserabstrom	gering	gering

Grundwasser- körper/Wasser- /Quellen-/Heil- quellenschutzge- biet/Eigenwas- serversorgung	Referenz / Anhang	Baubedingte Auswir- kungen (vor Schutz- maßnahmen)	Benennung. Wirkfaktor	Schutz- maß- nahmen	Räumliche Ausdehnung mit Schutz- maßnahmen	Auswirkung mit Schutzmaßnahmen	
						Quantitativ	Qualitativ
WSG Rotenburg Stadt	Kapitel 3.5, Kapi- tel 4.3.1.8	Beeinträchtigung der Bezugspunkte Grund- wasser und Trinkwas- ser im Sinne des § 52 WHG	3-1 Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes 3-3 Veränderung der hydrologi- schen / hydrody- namischen Ver- hältnisse 3-4 Veränderung der hydrochemi- schen Verhält- nisse 6-2 Organische Verbindungen 6-3 Schwerme- talle	WSG1 bis WSG10 GW2 bis GW13	Schutzzone IIIB WSG Rotenburg Stadt	gering	gering

5 Verzeichnisse

5.1 Literaturverzeichnis

Ad-hoc AG Hydrogeologie (Hrsg.) (1997): Hydrogeologische Kartieranleitung. Hannover.

Beyer, W. (1964): Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Kiesen und Sanden aus der Kornverteilung: *Wasserwirtschaft Wassertechnik (WWT)*. (14(6), S. 165–168).

DVGW (Hrsg.) (2006): Technische Regel – Arbeitsblatt DVGW W 101: Richtlinien für trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Trinkwasser. Bonn: Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW).

DWD (Hrsg.) (2023): Open-Data-Server des Deutschen Wetterdienstes (DWD). <https://dwd-geoportal.de/>

Forschungszentrum Jülich (Hrsg.) (2014): GROWA-Modellergebnis: Mittlere langjährige Grundwasserneubildung. Institut für Bio- und Geowissenschaften (IBG).

LBEG (Hrsg.) (1982): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Schutzpotenzial der Grundwasserüberdeckung. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?Nodeld=1281&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 10. Dezember 2021

LBEG (Hrsg.) (1987): NIBIS® Kartenserver: Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 200 000 - Versalzung des Grundwassers. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?Nodeld=61&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 25. Oktober 2022

LBEG (Hrsg.) (2007): NIBIS® Kartenserver: Geologische Karte von Niedersachsen - Grundkarte. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?Nodeld=201&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 1. Juni 2022

LBEG (Hrsg.) (2009): GeoBerichte 15 Leitfaden für hydrogeologische und bodenkundliche Fachgutachten bei Wasserrechtsverfahren in Niedersachsen. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

LBEG (Hrsg.) (2011a): Geofakten 21 Hydrostratigraphische Gliederung Niedersachsens. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

LBEG (Hrsg.) (2011b): NIBIS® Kartenserver: Quartärgeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000 - Tiefenlage der Quartärbasis. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?Nodeld=159&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 1. Juni 2022

LBEG (Hrsg.) (2013): NIBIS® Kartenserver: Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1 : 500 000 - Grundwasserkörper für EG - WRRL. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?Nodeld=56&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 1. Juni 2022

LBEG (Hrsg.) (2017): GeoBerichte 3 Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

LBEG (Hrsg.) (2018a): GeoBerichte 6 Erdgeschichte von Niedersachsen – Geologie und Landschaftsentwicklung. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

LBEG (Hrsg.) (2018b): Geologische und hydrostratigrafische Profilschnitte.

LBEG (Hrsg.) (2021a): NIBIS® Kartenserver: Hydrogeologische Karte von Niedersachsen 1 : 50000 - Lage der Grundwasseroberfläche. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=200&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 1. Juni 2022

LBEG (Hrsg.) (2021b): NIBIS® Kartenserver: Bodenkarte von Niedersachsen 1 : 50 000 - Potenzielle Dränggebiete in Niedersachsen. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=1281&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 10. Dezember 2021

LBEG (Hrsg.) (2022a): NIBIS® Kartenserver: Mittlere jährliche Grundwasserneubildung, Methode mGROWA22. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?NodeId=1527&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 20. März 2023

LBEG (Hrsg.) (2022b): NIBIS® Kartenserver: Wasserversorgungskonzept Niedersachsen 1 : 500 000 - Grundwasserdargebot für den IST-Zustand und 2030 bei mittleren Verhältnissen. Hannover: Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/net3/public/ogc.ashx?NodeId=1430&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 25. Oktober 2022

LBEG (Hrsg.) (2022c): NIBIS® Kartenserver: Eisen-Hintergrundwerte im Grundwasser von Niedersachsen 1 : 500.000. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=1868&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 15. Februar 2023

LBEG (Hrsg.) (2022d): NIBIS® Kartenserver: Sulfat-Hintergrundwerte im Grundwasser von Niedersachsen 1 : 500.000. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=1724&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 15. Februar 2023

LBEG (Hrsg.) (2022e): NIBIS® Kartenserver: Chlorid-Hintergrundwerte im Grundwasser von Niedersachsen 1 : 500.000. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie. <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=1720&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>. Zugriffen: 15. Februar 2023

LGLN (Hrsg.) (2021): Auszug aus den Geodaten des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen - Digitales Geländemodell DGM5. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie.

MU Niedersachsen Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers. RdErl. d. MU v. 29. 5. 2015 – 23-62011/010. Letzte berücksichtigte Änderung: 20.10.2022. (Nds. MBI 2020 Nr. 49, S. 1194).

NLWKN (Hrsg.) (2021): Aktualisierte WRRL Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme für den Zeitraum 2021 bis 2027. Hannover.

NLWKN (Hrsg.) (2022): Landesdatenbank (LDB) - Wasserwirtschaftliche Daten des Landes Niedersachsen: *Wasserdaten Niedersachsen*. <http://www.wasserdaten.niedersachsen.de/cadenza/>

Seiler, K. P. (1973): Durchlässigkeit, Porosität und Kornverteilung quartärer Kies-Sand-Ablagerungen des bayerischen Alpenvorlandes: *gwf Wasser Abwasser*. (114, S. 353–400).

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (2013): Verordnung des Landkreises Rotenburg (Wümme) über die Festsetzung des Wasserschutzgebietes Wasserwerk Rotenburg der Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH vom 02.10.2013.

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (Hrsg.) (2021a): Nowak - Rohwasseranalyse 2021.

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (Hrsg.) (2021b): Förderdaten monatliche Einzelbrunnen Monatsdaten.

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (Hrsg.) (2022): Trinkwasseranalyse Oktober 2022, Prüfbericht Nr. 22-29312. <https://www.stadtwerke-rotenburg.de/wasser/trinkwasseranalyse.html>

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (Hrsg.) (2023a): Grundwasserstandsdaten Messstelle SR44a, SR48a, SR51a.

Stadtwerke Rotenburg (Wümme) GmbH (Hrsg.) (2023b): Ausbaupläne Brunnen 1-Brunnen 10.

USBR (Hrsg.) (1998): Earth Manual Part 1. Denver, (3. Aufl.).

5.2 Quellenverzeichnis

GrwV: Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung – GrwV), vom 9.11.2010, zuletzt geändert am 12.10.2022

MU Niedersachsen: Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers vom 29.05.2015 – 23-62011/010, zuletzt geändert am 20.10.2022

NWG: Niedersächsisches Wassergesetz (NWG) vom 19.02.2010, zuletzt geändert am 22.09.2022

SchuVO: Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten, Niedersachsen vom 09.11.2009, zuletzt geändert am 29.05.2013

WHG: Wasserhaushaltsgesetz (WHG) vom 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert am 04.01.2023.