

Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt

Planfeststellungsunterlage nach Bundeswasserstraßengesetz

Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU)

Teilgutachten zum Schutzgut Wasser / Grundwasser

Unterlage H.2c



Projektbüro Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe
beim Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Moorweidenstraße 14
20148 Hamburg

Auftraggeber:
Freie und Hansestadt Hamburg
Hamburg Port Authority

Verfasser BWS GmbH

Projektleitung: Lutz Krob

Bearbeitung: Katharina Buchenau
 Doris Stein
 Martin Hirschnitz
 Sebastian Taubald
 Marcus Keller
 Roger Günzel

Techn. Arbeiten: Katharina Buchenau
 Martin Hirschnitz
 Sebastian Taubald

Redaktion: Katharina Buchenau
 Roger Günzel
 Sebastian Taubald

Datum: 7. Dezember 2006

INHALT

Text

1.	EINLEITUNG	1
1.1	Anlass und Aufgabenstellung.....	1
1.2	Material und Methoden	2
1.2.1	Untersuchungsgebiet	2
1.2.2	Verwendete Daten	2
1.2.3	Planerischer Ist-Zustand	2
1.2.4	Aufbau des Berichtes	3
1.2.5	Beschreibung und Bewertung der Empfindlichkeit grundwasserabhängiger Nutzungen und Naturfunktionen	4
1.2.6	Grundsätzliche grundwasserrelevante Merkmale des geplanten Vorhabens	5
2.	BESCHREIBUNG DES IST-ZUSTANDES.....	7
2.1	Überblick über das Untersuchungsgebiet.....	7
2.2	Nutzungen und Naturfunktionen.....	8
2.2.1	Grundwasserrelevante Nutzungen	8
2.2.2	Grundwasserabhängige Naturfunktionen	13
2.3	Hydrogeologischer Aufbau	14
2.4	Durchlässigkeit der Elbsohle	20
2.5	Wasserstände in der Elbe und den Nebenflüssen.....	24
2.6	Grundwasserstände.....	29
2.7	Grundwasserströmungsverhältnisse	33
2.8	Vorhabensbezogene Beschreibung der hydrochemischen Verhältnisse im Grund- und Oberflächenwasser	35
2.8.1	Oberflächenwasser	35
2.8.2	Grundwasser.....	38
3.	EINORDNUNG UND BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDES	41
3.1	Maßgebliche Wirkungszusammenhänge.....	41
3.2	Vorhabensbedingte Einstufung der Empfindlichkeit und Bewertung des Ist-Zustandes.....	46
3.2.1	Ergebnis der vorhabensbedingten Einstufung der Empfindlichkeit und Bewertung des Ist-Zustandes.....	51
4.	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE ZUM IST-ZUSTAND	53
5.	BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER PROGNOSEN	54
5.1	Beschreibung des geplanten Vorhabens und seiner grundwasserrelevanten Eigenschaften	54
5.1.1	Beschreibung des geplanten Vorhabens.....	54

5.1.2	Darstellung der durch das geplante Vorhaben verursachten Veränderungen grundwasserrelevanter Merkmale.....	57
5.2	Bewertungsmethodik.....	61
5.3	Prognose bei Verwirklichung des geplanten Vorhabens	64
5.3.1	Beschreibung und Bewertung der grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens.....	64
5.3.1.1	Baubedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens.....	65
5.3.1.2	Anlagebedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens	69
5.3.1.3	Betriebsbedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens	72
5.3.2	Zusammenfassende Darstellung der grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens.....	73
6.	HINWEISE ZU MÖGLICHKEITEN DER VERMEIDUNG UND VERMINDERUNG VON AUSWIRKUNGEN	75
7.	WISSENSLÜCKEN.....	76
8.	ALLGEMEINVERSTÄNDLICHE ZUSAMMENFASSUNG	77

Abbildungen im Text

Abb. 2.3-1:	Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal bei Geesthacht.....	17
Abb. 2.3-2:	Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal bei Othmarschen	18
Abb. 2.3-3:	Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal bei Brunsbüttel.....	19
Abb. 2.4-1:	Schemabild zum Aufbau der Elbsohle.....	21
Abb. 2.5-1:	Mittleres Tidehalbwasser (2000) sowie HHThw und NNTnw (für die Pegel der Tideelbe).....	28
Abb. 2.6-1:	Reichweite der Tideschwankung im Grundwasser, Beispiel Süderelbmarsch	32
Abb. 2.8-1:	Salinität entlang der Elbe.....	36
Abb. 3.1-1:	Schemabild zu den maßgeblichen Wirkungszusammenhängen.....	42

Tabellen im Text

Tab. 2.5-1:	Langzeitige Entwicklung der mittleren Tideniedrig- und Tidehochwasserstände der Elbe und der Nebenflüsse	26
Tab. 2.5-2:	Langzeitige Entwicklung der mittleren Tidehalbwasserstände und des mittleren Tidehubes der Elbe und der Nebenflüsse	26
Tab. 2.8-1:	Definition Salzwasser, Brackwasser, Süßwasser.....	35
Tab. 2.8-2:	Grundwasserrelevante Inhaltsstoffe des Elbwassers für verschiedene salzhaltige Bereiche.....	38
Tab. 2.8-3:	Grundwassertypen in der Marsch.....	39
Tab. 3.2-1:	Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber möglichen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte	49
Tab. 3.2-1:	Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber möglichen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte	50
Tab. 5.2-1:	Einstufung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Grundwassermenge.....	61
Tab. 5.2-2:	Einstufung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Grundwassergüte.....	62

Tab. 5.2-3:	Grad der Erheblichkeit der vorhabensbedingten Auswirkungen für den mengenmäßigen und den chemischen Zustand des Grundwassers	63
Tab. 5.3-1:	Vorhabensbedingte Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen	74

Anhang I

Themenkarten

Karte I-1:	Überblick über das Untersuchungsgebiet
Karte I-2:	Grundwasserüberdeckung und Höhenverhältnisse im Untersuchungsgebiet
Karte I-3:	Wasserwirtschaftlich relevante Nutzungen und Naturfunktionen im Untersuchungsgebiet
Karte I-4:	Grundwasserabhängige Nutzungen im Untersuchungsgebiet
Karte I-5:	Grundwasserabhängige Naturfunktionen im Untersuchungsgebiet
Karte I-6:	Hydrogeologische Übersicht über das Untersuchungsgebiet
Karte I-7:	Grundwasserversalzung und Grundwassertypen im Untersuchungsgebiet
Karte I-8:	Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen im Untersuchungsgebiet

Abbildungen

Abb. I-1.1:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Glückstadt von 1974 - 2005
Abb. I-1.2:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel St. Pauli von 1974 - 2005
Abb. I-1.3:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Geesthacht von 1974 - 2005
Abb. I-1.4:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Störpegel Itzehoe von 1974 - 2005
Abb. I-1.5:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Pinnauegel Uetersen von 1974 - 2005
Abb. I-1.6:	Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Estepegel Buxtehude von 1974 - 2005

- Abb. I-1.7: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ilmenaupegel Fahrenholz von 1974 - 2005
- Abb. I-2.1: Tageswerte der Tidewasserstände am Elbpegel Glückstadt vom 01.01.2003 bis 31.12.2003
- Abb. I-2.2: Tageswerte der Tidewasserstände am Elbpegel St. Pauli vom 01.01.2003 bis 31.12.2003
- Abb. I-2.3: Tageswerte der Tidewasserstände am Elbpegel Geesthacht vom 01.01.2003 bis 31.12.2003
- Abb. I-3.1: Grundwasserstände der Messstelle UE135 FI mit Elbeinfluss und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005
- Abb. I-3.2: Grundwasserstände der Messstelle UE25 FI mit Einfluss durch Wasserhaltungsmaßnahmen und Elbwasserstand des Pegels Kollmar; 1974 - 2005
- Abb. I-3.3: Grundwasserstände der Messstelle SEM5/5 mit Fördereinfluss und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli; 1974 – 2005
- Abb. I-3.4: Grundwasserstände der Messstelle 1149 mit Einfluss durch Niederschlag und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli; 1974 - 2005

Tabellen

- Tab. I-1: Datengrundlagen der Abbildungen, Karten und Tabellen
- Tab. I-2: Weitere Datengrundlagen
-

INHALT (Ordner II)

Anhang II

Hydrogeologische Gebietseinheit 1: Winsener Marsch (hG1)

- Karte II-hG1-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 1
- Karte II-hG1-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 1
- Karte II-hG1-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 1
- Abb. II-hG1-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Geesthacht
- Abb. II-hG1-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Geesthacht von 1974 – 2005
- Abb. II-hG1-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Zollenspieker von 1974 – 2005
- Abb. II-hG1-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ilmenaupegel Fahrenholz von 1974 – 2005
- Abb. II-hG1-5: Grundwasserstände der Messstelle Eichholz GA1 und Ilmenauwasserstand des Pegels Fahrenholz; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Tab. II-hG1-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 1 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 2: Vier- und Marschlande (hG2)

- Karte II-hG2-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 2
- Karte II-hG2-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 2
- Karte II-hG2-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 2
- Abb. II-hG2-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Curslack 1
- Abb. II-hG2-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Curslack 2
- Abb. II-hG2-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Geesthacht von 1974 – 2005
-

- Abb. II-hG2-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Zollenspieker von 1974 – 2005
- Abb. II-hG2-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Bunthaus von 1974 – 2004
- Abb. II-hG2-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Schöpfstelle Norderelbe von 1974 – 2005
- Abb. II-hG2-7: Grundwasserstände der Messstelle 725 und Elbwasserstand des Pegels Bunthaus; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG2-8: Grundwasserstände der Messstelle CU8.1 und Elbwasserstand des Pegels Geesthacht; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG2-9: Grundwasserstände der Messstelle CU611 und Elbwasserstand des Pegels Geesthacht; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG2-10: Grundwasserstände der Messstelle ESCH20.1 und Elbwasserstand des Pegels Geesthacht; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Tab. II- hG2-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 2 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte
- Hydrogeologische Gebietseinheit 3: Neuland (hG3)
- Karte II-hG3-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 3
- Karte II-hG3-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 3
- Karte II-hG3-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 3
- Abb. II-hG3-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Winsen
- Abb. II-hG3-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Zollenspieker von 1974 – 2005
- Abb. II-hG3-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Over von 1974 – 2004
- Abb. II-hG3-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Bunthaus von 1974 – 2004
- Abb. II-hG3-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ilmenaupegel Sperrwerk von 1974 – 2005
- Abb. II-hG3-6: Grundwasserstände der Messstelle LH1.1 und Elbwasserstand des Pegels Over; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG3-7: Grundwasserstände der Messstelle LH8.1 und Elbwasserstand des Pegels Over; 1974 - 2005. (jeweils Monatsmittelwerte)
-

Tab. II-hG3-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 3 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 4: Wilhelmsburger Insel (hG4)

Karte II-hG4-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 4

Karte II-hG4-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 4

Karte II-hG4-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 4

Abb. II-hG4-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Wilhelmsburg

Abb. II-hG4-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Bunthaus von 1974 – 2004

Abb. II-hG4-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Schöpfstelle Norderelbe von 1974 – 2005

Abb. II-hG4-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel St. Pauli von 1974 – 2004

Abb. II-hG4-5: Grundwasserstände der Messstelle 1040 und Elbwasserstand des Pegels Schöpfstelle Norderelbe; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG4-6: Grundwasserstände der Messstelle 1045 und Elbwasserstand des Pegels Schöpfstelle Norderelbe; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG4-7: Grundwasserstände der Messstelle 1047 und Elbwasserstand des Pegels Schöpfstelle Norderelbe; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG4-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 4 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 5: Süderelbmarsch (hG5)

Karte II-hG5-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 5

Karte II-hG5-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 5

Karte II-hG5-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 5

Abb. II-hG5-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Süderelbmarsch

Abb. II-hG5-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel St. Pauli von 1974 – 2005

Abb. II-hG5-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Estepegel Cranz von 1974 – 2005

- Abb. II-hG5-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Estepegel Buxtehude von 1974 – 2005
- Abb. II-hG5-5: Grundwasserstände der Messstelle 5083 und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG5-6: Grundwasserstände der Messstelle SEM5/5 und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG5-7: Grundwasserstände der Messstelle 1149 und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Tab. II-hG5-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 5 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 6: Altes Land (hG6)

- Karte II-hG6-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 6
- Karte II-hG6-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 6
- Karte II-hG6-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 6
- Abb. II-hG6-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Buxtehude
- Abb. II-hG6-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Dollern
- Abb. II-hG6-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Lühort von 1974 – 2005
- Abb. II-hG6-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Estepegel Cranz von 1974 – 2005
- Abb. II-hG6-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Estepegel Buxtehude von 1974 – 2005
- Abb. II-hG6-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Lühepegel Horneburg von 1974 – 2005
- Abb. II-hG6-7: Grundwasserstände der Messstelle UE 140 FI und Estewasserstand des Pegels Buxtehude; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG6-8: Grundwasserstände der Messstelle UE 139 FI und Elbwasserstand des Pegels Lühort; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG6-9: Grundwasserstände der Messstelle UE 135 FI und Elbwasserstand des Pegels Lühort; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
-

Tab. II-hG6-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 6 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 7: Seestermüher Marsch/Haseldorfer Marsch (hG7)

Karte II-hG7-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 7

Karte II-hG7-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 7

Karte II-hG7-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 7

Abb. II-hG7-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Seestermüher Marsch 1

Abb. II-hG7-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Seestermüher Marsch 2

Abb. II-hG7-3: Schematisches hydrogeologisches Profil Haseldorfer Marsch 1

Abb. II-hG7-4: Schematisches hydrogeologisches Profil Haseldorfer Marsch 2

Abb. II-hG7-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Lühort von 1974 – 2005

Abb. II-hG7-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Stadersand von 1974 – 2005

Abb. II-hG7-7: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Pinnaupegel Uetersen von 1974 – 2005

Abb. II-hG7-8: Grundwasserstände der Messstelle 3658 und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG7-9: Grundwasserstände der Messstelle 3726 und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG7-10: Grundwasserstände der Messstelle H25 und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG7-11: Grundwasserstände der Messstelle H45A.1 und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG7-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 7 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 8: Kehdinger Land Süd (hG8)

- Karte II-hG8-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 8
- Karte II-hG8-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 8
- Karte II-hG8-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 8
- Abb. II-hG8-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Stade
- Abb. II-hG8-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Himmelpforten
- Abb. II-hG8-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Kollmar von 1974 – 2005
- Abb. II-hG8-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Hechthausen von 1974 – 2005
- Abb. II-hG8-5: Grundwasserstände der Messstelle UE 123 FI und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG8-6: Grundwasserstände der Grundwassermessstelle UE 27 FI und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG8-7: Grundwasserstände der Grundwassermessstelle UE 25 FI und Elbwasserstand des Pegels Stadersand; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Tab. II-hG8-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 8 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 9: Kehdinger Land Nord (hG9)

- Karte II-hG9-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 9
- Karte II-hG9-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 9
- Karte II-hG9-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 9
- Abb. II-hG9-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Osten
- Abb. II-hG9-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Glückstadt von 1974 – 2005
- Abb. II-hG9-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Brunsbüttel von 1974 – 2005
-

- Abb. II-hG9-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Belum von 1974 – 2005
- Abb. II-hG9-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Oberndorf von 1974 – 2005
- Abb. II-hG9-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Hechthausen von 1974 – 2005
- Abb. II-hG9-7: Grundwasserstände der Messstelle UE 122 FI und Elbwasserstand des Pegels Glückstadt; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG9-8: Grundwasserstände der Messstelle UE 119 FI und Elbwasserstand des Pegels Glückstadt; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Tab. II-hG9-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 9 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 10: Kremper Marsch (hG10)

- Karte II-hG10-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 10
- Karte II-hG10-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 10
- Karte II-hG10-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 10
- Abb. II-hG10-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Horstmühle
- Abb. II-hG10-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Kremper Moor 1
- Abb. II-hG10-3: Schematisches hydrogeologisches Profil Kremper Moor 2
- Abb. II-hG10-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Glückstadt von 1974 – 2005
- Abb. II-hG10-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Brunsbüttel von 1974 – 2005
- Abb. II-hG10-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Störpegel Kasenort von 1974 – 2004
- Abb. II-hG10-7: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Störpegel Itzehoe von 1974 – 2005
- Abb. II-hG10-8: Grundwasserstände der Messstelle 3183 und Elbwasserstand des Pegels Glückstadt; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
- Abb. II-hG10-9: Grundwasserstände der Messstelle 3463 und Elbwasserstand des Pegels Glückstadt; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)
-

Abb. II-hG10-10: Grundwasserstände der Messstelle 3469 und Elbwasserstand des Pegels
Glückstadt; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG10-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 10 und
potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen
Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 11: Wilster Marsch (hG11)

Karte II-hG11-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 11

Karte II-hG11-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen
Gebietseinheit 11

Karte II-hG11-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen
Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 11

Abb. II-hG11-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Kleve

Abb. II-hG11-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Glückstadt
von 1974 – 2005

Abb. II-hG11-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Brunsbüttel
von 1974 – 2005

Abb. II-hG11-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Störpegel Kasenort
von 1974 – 2005

Abb. II-hG11-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Störpegel Itzehoe
von 1974 – 2005

Abb. II-hG11-6: Grundwasserstände der Messstelle 3428 und Elbwasserstand des Pegels
Brunsbüttel; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG11-7: Grundwasserstände der Messstelle 3159 und Elbwasserstand des Pegels
Brunsbüttel; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG11-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 11 und
potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen
Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 12: Dithmarscher Marsch (hG12)

Karte II-hG12-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 12

Karte II-hG12-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen
Gebietseinheit 12

Karte II-hG12-3: Potenzielle Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und
Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 12

Karte II-hG12-4: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 12

Abb. II-hG12-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Brunsbüttel

Abb. II-hG12-2: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Brunsbüttel von 1974 – 2005

Abb. II-hG12-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Otterndorf von 1974 – 2005

Abb. II-hG12-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Cuxhaven von 1974 – 2005

Abb. II-hG12-5: Grundwasserstände der Messstelle 2233 und Elbwasserstand des Pegels Brunsbüttel; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG12-6: Grundwasserstände der Messstelle 2245 und Elbwasserstand des Pegels Brunsbüttel; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG12-7: Grundwasserstände der Messstelle 2393 und Elbwasserstand des Pegels Brunsbüttel; 1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG12-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 12 und potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 13: Land Hadeln (hG13)

Karte II-hG13-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 13

Karte II-hG13-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen Gebietseinheit 13

Karte II-hG13-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 13

Abb. II-hG13-1: Schematisches hydrogeologisches Profil Wingst

Abb. II-hG13-2: Schematisches hydrogeologisches Profil Cuxhaven

Abb. II-hG13-3: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Brunsbüttel von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-4: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Otterndorf von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-5: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel Cuxhaven von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-6: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Belum
von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-7: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Oberndorf
von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-8: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Ostepegel Hechthausen
von 1974 – 2005

Abb. II-hG13-9: Grundwasserstände der Messstelle Wanhödener Moor UE89 FI und Elbwasserstand
des Pegels Cuxhaven; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG13-10: Grundwasserstände der Messstelle Nordleda UE104 FI und Elbwasserstand des
Pegels Cuxhaven; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG13-11: Grundwasserstände der Messstelle Steinau UE100 FI und Elbwasserstand des
Pegels Cuxhaven; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG13-12: Grundwasserstände der Messstelle Neuhäuserfelde I und Elbwasserstand des
Pegels Brunsbüttel; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG13-13: Grundwasserstände der Messstelle Zollbaum I und Ostewasserstand des
Pegels Belum; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Abb. II-hG13-14: Grundwasserstände der Messstelle UE125 FI und Ostewasserstand des Pegels
Hechthausen; 1974 – 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG13-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 13 und
potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen
Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Hydrogeologische Gebietseinheit 14: Hamburg-Nord (hG14)

Karte II-hG14-1: Hydrogeologische Wirkfaktoren in der hydrogeologischen Gebietseinheit 14

Karte II-hG14-2: Beschaffenheit des Grund- und Oberflächenwassers in der hydrogeologischen
Gebietseinheit 14

Karte II-hG14-3: Potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen
Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 14

Abb. II-hG14-1: Monatliche Mittelwerte der Tidewasserstände am Elbpegel St. Pauli von 1974 – 2005

Abb. II-hG14-2: Grundwasserstände der Messstelle 5231 und Elbwasserstand des Pegels St. Pauli;
1974 - 2005 (jeweils Monatsmittelwerte)

Tab. II-hG14-1: Nutzungen und Naturfunktionen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 14 und
potenzielle vorhabensbedingte Empfindlichkeit gegenüber möglichen relativ geringen
Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Anhang III: Beschreibung und Bewertung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Hydrogeologischen Gebietseinheiten

Hydrogeologische Gebietseinheit 1: Winsener Marsch (hG1)

Tab. III-hG1-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 1, Winsener Marsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG1-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 1, Winsener Marsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 2: Vier- und Marschlande (hG2)

Tab. III-hG2-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 2, Vier- und Marschlande (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG2-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 2, Vier- und Marschlande

Hydrogeologische Gebietseinheit 3: Neuland (hG3)

Tab. III-hG3-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 3, Neuland (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG3-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 3, Neuland

Hydrogeologische Gebietseinheit 4: Wilhelmsburger Insel (hG4)

Tab. III-hG4-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 4, Wilhelmsburger Insel (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG4-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 4, Wilhelmsburger Insel

Hydrogeologische Gebietseinheit 5: Süderelbmarsch (hG5)

Tab. III-hG5-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 5, Süderelbmarsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG5-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 5, Süderelbmarsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 6: Altes Land (hG6)

Tab. III-hG6-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 6, Altes Land (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG6-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 6, Altes Land

Hydrogeologische Gebietseinheit 7: Seestermüher Marsch / Haseldorfer Marsch (hG7)

Tab. III-hG7-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 7, Seestermüher Marsch / Haseldorfer Marsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG7-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 7, Seestermüher Marsch / Haseldorfer Marsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 8: Kehdinger Land Süd (hG8)

Tab. III-hG8-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 8, Kehdinger Land Süd (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG8-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 8, Kehdinger Land Süd

Hydrogeologische Gebietseinheit 9: Kehdinger Land Nord (hG9)

Tab. III-hG9-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 9, Kehdinger Land Nord (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG9-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 9, Kehdinger Land Nord

Hydrogeologische Gebietseinheit 10: Kremper Marsch (hG10)

Tab. III-hG10-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 10, Kremper Marsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG10-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 10, Kremper Marsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 11: Wilster Marsch (hG11)

Tab. III-hG11-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 11, Wilster Marsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG11-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 11, Wilster Marsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 12: Dithmarscher Marsch (hG12)

Tab. III-hG12-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 12, Dithmarscher Marsch (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG12-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 12, Dithmarscher Marsch

Hydrogeologische Gebietseinheit 13: Land Hadeln (hG13)

Tab. III-hG13-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 13, Land Hadeln (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG13-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 13, Land Hadeln

Hydrogeologische Gebietseinheit 14: Hamburg-Nord (hG14)

Tab. III-hG14-1: Übersicht zur hydrogeologischen Gebietseinheit 14, Hamburg-Nord (Allgemeine Kenndaten und vorhabensbedingte Empfindlichkeiten)

Tab. III-hG14-2: Übersicht über die geplanten Baumaßnahmen und die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen in der hydrogeologischen Gebietseinheit 14, Hamburg-Nord

Anhang IV

Dokumentation

Dok. 1: Datendokumentation (CD-ROM):

a) MS-Access-Datenbank

- Tabelle der Stammdaten der verwendeten Grundwassermessstellen
- Tabelle der Wasserstände der verwendeten Grundwassermessstellen
- Tabelle der Analysedaten der verwendeten Grundwassermessstellen
- Tabelle der Stammdaten der verwendeten Grundwasserförderbrunnen
- Tabelle der Analysedaten der verwendeten Grundwasserförderbrunnen
- Tabelle der verwendeten Elb- und Nebenflusspegel
- Tabelle der verwendeten Elb- und Nebenflusswasserstände
- Tabelle der Analysedaten der Elbe und der Nebenflüsse
- Tabelle der verwendeten Bohrdatenpunkte
- Tabelle der Niederschlagsmonatsmittelwerte an den verwendeten Klimastationen des DWD

b) MS-Excel-Datei

- Schematische Längsprofile der Elbe und der Nebenflüsse (Sohle im Talweg)

Dok. 2: Modelldokumentation

Dok. 3: Verwendete Literatur

1. EINLEITUNG

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen der geplanten weiteren Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe wurde die BWS GmbH mit Schreiben vom 14.07.2004 und 20.07.2005 von der Freien und Hansestadt Hamburg, Hamburg Port Authority beauftragt, den Fachbeitrag zum Teilschutzgut Grundwasser zu erstellen.

Ziel der Untersuchungen ist es, vor dem Hintergrund der weiteren Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe festzustellen, ob und in welchem Umfang sich möglicherweise Nutzungskonflikte mit dem Teilschutzgut Grundwasser einschließlich der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen ergeben können.

Die Aufgabenstellung für den Fachbeitrag zum Teilschutzgut Grundwasser im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zur Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt umfasst folgende Aufgaben:

- Vorhabensbezogene Darstellung der hydrologischen und hydrochemischen Wirkungszusammenhänge zwischen Elbe und Grundwasser im Ist-Zustand,
- Ermittlung und Bewertung des Ist-Zustandes hinsichtlich Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserstandsentwicklungen in den Elbmarschen bezüglich vorhabensrelevanter Parameter,
- Erarbeitung einer Wirkungsanalyse, die mögliche Auswirkungen der geplanten Fahrrinnenanpassung auf die Grundwasserstände und die Grundwasserbeschaffenheit sowie auf grundwasserabhängige Nutzungen und Naturfunktionen beschreibt,
- Abgrenzung von Bereichen bzw. Nutzungen und Naturfunktionen, die nicht betroffen sind.
- Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der geplanten Fahrrinnenanpassung auf die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen
- Zusammenfassende Darstellung der wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung zum Teilschutzgut Grundwasser

1.2 Material und Methoden

1.2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet für den Fachbeitrag Grundwasser ist im Anhang Karte I-1 dargestellt. Die Untersuchungsgebietsgrenze wurde in einem ersten Schritt aufgrund geomorphologischer Kriterien anhand der Gewässerlandschaften nach BRIEM (2001) entlang des Geestrandes festgelegt, da quantitative und qualitative Änderungen des Elbwassers aufgrund der hydrologischen Wirkungszusammenhänge theoretisch im gesamten Marschbereich Veränderungen im Grundwasser hervorrufen können.

In Bereichen, in denen eine Grenzziehung das Untersuchungsgebiet so verkleinern würde (z.B. Hochufer zwischen Altona und Wedel), dass mögliche Auswirkungen nicht vollständig berücksichtigt werden könnten, wurde ein Mindestabstand von 1 km zur Elbe und den betrachteten tidebeeinflussten Nebengewässern als Grenze herangezogen.

1.2.2 Verwendete Daten

Grundlage der Bearbeitung sind die umfangreichen Untersuchungen zum Grundwasser für die 1999 planfestgestellte Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt (AHU 1996).

Für die schutzgutbezogene Aktualisierung des Datenbestandes wurden bei den einschlägigen Behörden und Ämtern in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg aktuelle Daten und Unterlagen beschafft. Die Datenerhebung fand je nach erforderlicher Untersuchungstiefe mit unterschiedlicher Intensität statt. Aus der Tabelle I-1 in Anhang I gehen Umfang und Quelle der erhobenen Daten hervor.

Bevorzugt berücksichtigt wurden Daten, die im Rahmen der zur Umsetzung der Richtlinie 2000/60/EG „zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik“ (kurz: EG-Wasserrahmenrichtlinie, EG-WRRL) durchzuführenden Bestandsaufnahme erfasst wurden.

Eine Dokumentation der verwendeten Daten findet sich auf der CD-ROM in Anhang IV.

1.2.3 Planerischer Ist-Zustand

Bei der Beschreibung des Ist-Zustandes wurden auch grundwasserrelevante Veränderungen durch Baumaßnahmen berücksichtigt, die während der Bestandsaufnahme fertig gestellt wurden bzw. voraussichtlich bis zum Beginn der geplanten Ausbaumaßnahmen fertig gestellt sein werden. Dabei handelt es sich um:

- die Kompensationsmaßnahme im Bereich Hahnöfersand (Rückdeichung und Schaffung von Wattflächen),

- den Bau eines Tiefwasserliegeplatzes im Bereich Hamburg-Finkenwerder,
- die Herstellung der Solltiefe Zufahrt Altenwerder,
- die Hafenerweiterung Cuxhaven, Europakai: „Liegeplatz 4“ sowie
- die „Anpassung Einfahrt Vorhafen“ inklusive Verfüllung Kohlenschiffhafen.

Diese Vorhaben sind Bestandteil des vorhersehbaren Ist-Zustandes, wie er sich bis zur Vorhabensverwirklichung darstellen wird. In diesem Sinne ist der im Folgenden dargestellte Ist-Zustand als „Planerischer Ist-Zustand“ (PIZ) zu verstehen, der auch die oben dargestellten Vorhaben beinhaltet.

Außerdem werden bis zum Beginn des Fahrrinnenausbaus die Projekte: „Deichverstärkung St. Margarethen“ und „Deichverstärkung Neufeld“ fertiggestellt sein. Für diese Projekte kann eine Relevanz für das Grundwasser jedoch ausgeschlossen werden, so dass sie in dem vorliegenden Teilgutachten nicht weiter berücksichtigt werden.

1.2.4 Aufbau des Berichtes

Das Fachgutachten Grundwasser enthält methodische Hinweise, eine Übersicht über den Ist-Zustand und eine Gesamtbewertung des Ist-Zustandes sowie die Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen der geplanten Fahrrinnenanpassung auf die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen. Das Fachgutachten schließt mit einer allgemeinverständlichen Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse ab.

Ergänzend werden dem Fachgutachten in den Anhängen I bis IV folgende Unterlagen beigelegt:

- In Anhang I sind Karten und Abbildungen mit Bezug zur Ist-Zustandsdarstellung sowie die tabellarische Darstellung der verwendeten Datengrundlagen enthalten.
- Zur detaillierteren Untersuchung wurden anhand hydraulischer Kriterien 14 hydrogeologische Gebietseinheiten (hG) abgegrenzt. Für jede einzelne Gebietseinheit werden die potenziellen Auswirkungen des Vorhabens analysiert. Somit kann eine genauere Betrachtung der potenziell betroffenen empfindlichen Nutzungen und Naturfunktionen erreicht werden. Die Beschreibung der hydrogeologischen Gebietseinheiten im Ist-Zustand ist in Anhang II enthalten.
- In Anhang III werden die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die hydrogeologischen Gebietseinheiten beschrieben.
- Anhang IV umfasst die Datendokumentation auf CD-ROM, die Modelldokumentation sowie die Liste der verwendeten Literatur.

1.2.5 Beschreibung und Bewertung der Empfindlichkeit grundwasserabhängiger Nutzungen und Naturfunktionen

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EG-WRRL) als maßgebliches Regelwerk des Wasser- und Grundwasserschutzes nennt als zentrales Ziel den „guten Zustand des Grundwassers“. Dieses allgemein gehaltene Ziel erfordert eine weitere Konkretisierung. Als Aspekte des Grundwasserschutzes werden der mengenmäßige und der chemische Zustand des Grundwassers unterschieden.

In Anlehnung an Artikel 4 der WRRL und § 33a Wasserhaushaltsgesetz (WHG) werden der vorliegenden Untersuchung folgende Umweltziele als Maßstab der Bewertungen für das Grundwasser zugrunde gelegt:

- Vermeidung einer nachteiligen Veränderung seines mengenmäßigen und chemischen Zustands,
- Umkehr aller signifikanten Trends ansteigender Schadstoffkonzentrationen auf Grund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten,
- Gewährleistung eines Gleichgewichts zwischen Grundwasserentnahme und Grundwasserneubildung,
- Erhaltung oder Herstellung eines guten mengenmäßigen und chemischen Zustands des Grundwassers.

Eine Beschreibung der im Untersuchungsgebiet vorhandenen grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen erfolgt in Kapitel 2.2. Die potenzielle Empfindlichkeit dieser Nutzungen und Naturfunktionen ergibt sich vor dem Hintergrund der Bedeutung des Teilschutzgutes Grundwasser als natürliche Ressource sowie als abiotischer Faktor für grundwasserabhängige Naturfunktionen.

Aufgrund der Bestimmungen der EG-WRRL erlangen grundwasserabhängige Ökosysteme große Bedeutung. Die gute Qualität der Gewässer soll gemäß Art. 1 a) der Richtlinie u.a. zwecks Schutz der grundwasserabhängigen Landökosysteme erreicht werden. Aus dem Grunde werden unter Naturfunktionen insbesondere die grundwasserabhängigen Landökosysteme betrachtet. Ergänzend werden die relevanten naturschutzrechtlichen Schutzgebiete betrachtet.

Für die Bewertung der Empfindlichkeit grundwasserabhängiger Nutzungen und Naturfunktionen sind die hydrologischen Wirkungszusammenhänge zwischen dem geplanten Vorhaben und den empfindlichen Nutzungen bzw. Naturfunktionen von Bedeutung. Generell wird davon ausgegangen, dass vorhabensbedingte Veränderungen des Elbwassers zu veränderten Grundwasserverhältnissen und damit zum Transport qualitätsbeeinflussenden Wassers führen können.

Eine Bewertung der Empfindlichkeit grundwasserabhängiger Nutzungen und Naturfunktionen aufgrund vorhabensbedingter Wirkfaktoren erfolgt verbalargumentativ in den Abstufungen hoch, mittel und gering. Einzelheiten sind in Kap. 3 erläutert.

1.2.6 Grundsätzliche grundwasserrelevante Merkmale des geplanten Vorhabens

Das geplante Vorhaben kann Veränderungen der Wirkungszusammenhänge zwischen Elbwasser und Grundwasser zur Folge haben. Folgende grundsätzlich mögliche Merkmale des geplanten Vorhabens sind für das Grundwasser im Bereich des Elbtales von Bedeutung:

- Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle (Abdichtung durch Feinteilchen auf der Sohle oder innerhalb des Sedimentes),
- Entfernung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Geschiebemergel) an der Sohle der Elbe,
- Verbringung von Baggermaterial im Rahmen des Strombau- und Verbringungskonzeptes,
- Verbringung von salzhaltigem Baggermaterial im Süßwasserbereich,
- Änderung der grundwasserwirksamen Elbwasserstände,
- Verschiebung der Brackwasser-/Süßwassergrenze stromaufwärts.

Die genannten Punkte werden im Folgenden näher erläutert. Ihre quantitative Beschreibung ist wichtig für die Prognose möglicher Veränderungen der Grundwasserhältnisse.

Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle

Die Entfernung der Kolmationsschicht (s. Kap. 2.4) kann durch Baggerung oder durch eine Verstärkung der Sohlerosion erfolgen. Sie würde zu einer Erhöhung der Sohl-durchlässigkeit der Elbe und dadurch zu einer Verstärkung des hydraulischen Zusammenhanges zwischen Elbwasser und Grundwasser führen. Dies kann einen verstärkten Eintritt von Elbwasser in den Grundwasserleiter bewirken, woraus eine Änderung der Grundwasserströmungsverhältnisse und der Grundwasserbeschaffenheit resultieren kann. Es handelt sich wahrscheinlich um temporär begrenzte Vorgänge. Eine vorher vorhandene Kolmation dürfte sich nach kurzer Zeit wieder einstellen, weil die grundsätzlichen Bedingungen, die zu ihrer Bildung geführt hatten, weiterhin bestehen.

Entfernung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Geschiebemergel) an der Elbsohle

Die vorhabensbedingten Baggerungen können die Entfernung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Geschiebemergel) zur Folge haben. Dadurch kann die Sohl-durchlässigkeit der Elbe erhöht und der hydraulische Kontakt zwischen Elbwasser und Grundwasser verstärkt werden. Der veränderte hydraulische Kontakt wiederum kann die Menge an eintretendem Elbwasser in den Grundwasserleiter vergrößern, wodurch eine Änderung der Grundwasserströmungsverhältnisse und eine Änderung der Grundwasserbeschaffenheit möglich ist. Diese potenziellen Veränderungen sind unter den bestehenden Bedingungen jedoch von geringer Bedeutung, da durch frühere

Maßnahmen bereits durchgehend ein hydraulischer Kontakt zwischen Elbe und Grundwasser hergestellt wurde. Baggerungen können örtliche Bedeutung haben.

Verbringung von Baggermaterial im Rahmen des Strombau und Verbringungskonzeptes

Durch die Verbringung des anfallenden Baggergutes kann es im Gewässer zu Veränderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser sowie zu Schadstoffeinträgen in das Grundwasser kommen. Außerhalb des Gewässers kann es in Zusammenhang mit der Ablagerung von Baggergut zur Einsickerung von Wasser in das Grundwasser kommen.

Verbringung von salzhaltigem Baggermaterial im Süßwasserbereich

Durch die Verbringung salzhaltigen Baggermaterials kann es insbesondere in Bereichen hoher Sohldurchlässigkeiten zu einem Eintrag von Salzen in das Grundwasser kommen.

Änderung der grundwasserwirksamen Elbwasserstände

Aufgrund des geplanten Vorhabens können Änderungen der grundwasserwirksamen Elbwasserstände eintreten. Dies kann zur Folge haben, dass sich die Grundwasserstände und damit verbunden die Grundwasserströmungsverhältnisse verändern.

Verschiebung der Brackwasser-/Süßwassergrenze stromaufwärts

Aufgrund des geplanten Vorhabens kann sich eine Verlagerung der variablen Brackwasser-/Süßwassergrenze stromaufwärts ergeben. Diese Verlagerung kann bewirken, dass bisherige Süßwasserbereiche zu Brackwasserbereichen werden bzw. sich die Konzentrationsverhältnisse ändern. Dies kann in von solchen Veränderungen betroffenen Bereichen zu einem erhöhten Eintrag von Salzen in das Grundwasser führen.

Kombination mehrerer potenzieller Auswirkungen

Intensivere Auswirkungen können sich durch die Kombination verschiedener grundwasserrelevanter Merkmale des geplanten Vorhabens an einem Ort ergeben: Beispielsweise durch die Verklappung salzhaltigen Baggermaterials und Verschiebung der Brackwasser-/Süßwassergrenze in diesem Bereich sowie die Verringerung der Sohlabdichtung durch Entfernen der Kolmationsschicht und Erhöhung des hydraulischen Gefälles zwischen Elbe und Grundwasser.

2. BESCHREIBUNG DES IST-ZUSTANDES

2.1 Überblick über das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Elbmarschen von Cuxhaven (Stromkilometer 730) bis Geesthacht (Stromkilometer 586). Dieser Bereich gehört zu den Bundesländern Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg. Die Flächengröße des Untersuchungsgebietes beträgt knapp 3.000 km². Die Höhenverhältnisse im Untersuchungsgebiet gehen aus Karte I-2 im Anhang hervor.

Die Elbmarschen stellen eine flach geneigte Ebene dar, die von durchschnittlich ca. 2 m NN im Osten bei Geesthacht auf ca. - 1 m NN im Westen im Bereich der Wilster Marsch und des Kehdinger Landes abfällt. Seitlich wird dieser Bereich durch den Anstieg zur Geest auf ca. 20 bis 40 m NN begrenzt.

Die naturräumliche Situation im Untersuchungsgebiet spiegelt die morphologischen Verhältnisse wider: Die großflächigen Marsch- und teilweise Niedermoorbereiche mit ihrem typischen Wasserhaushalt (Polderwasserhaltung, Grabenwasserhaltung) werden seitlich begrenzt durch Geestrandmoore und/oder sandige Vorgeestbereiche. Daran schließen sich die morphologisch höher liegenden Moränenbereiche der Geest mit einer trockeneren hydrologischen Charakteristik und überwiegender Ackernutzung an.

Die angesprochenen naturräumlichen Bereiche stellen zugleich Bereiche unterschiedlicher oberflächennaher Lockergesteine bzw. Deckschichten und Bodenarten dar. In der Marsch herrschen sog. Weichschichten (Klei, Torf) vor, am Geestrand sind es Sande und auf der Geest Geschiebemergel und Sande.

Die Breite der Marsch links und rechts der Elbe ist sehr unterschiedlich. In Hamburg ist nördlich der Elbe bereichsweise keine Marsch vorhanden, Elbe und Geestrand schließen unmittelbar aneinander an. Im Bereich des Kehdinger Landes hat die Marsch eine Breite von mehr als 20 km.

Die großen Oberflächengewässer (Nebenflüsse) stellen gliedernde Elemente im Untersuchungsgebiet dar. Auf der südlichen Elbseite sind das die Ilmenau, die Luhe, die Seeve, die Este, die Lühe, die Schwinge, die Zuflüsse und Nebengewässer im Bereich Krautsand/Asseler Sand, der Freiburger Hafenpriel und die Oste. Im Untersuchungsgebiet nördlich der Elbe sind es die Wedeler Au, die Pinnau, die Krückkau, die Stör und der Nord-Ostsee-Kanal. Die genannten Gewässer sind bis auf die, nur begrenzt tidebeeinflusste, Seeve und den Nord-Ostsee-Kanal tideoffen und unterliegen direkt dem hydrologischen Elbeinfluss.

2.2 Nutzungen und Naturfunktionen

2.2.1 Grundwasserrelevante Nutzungen

In Karte I-1 ist die Flächennutzung für das Untersuchungsgebiet auf der Grundlage der aktuellen CORINE-Landcover Daten dargestellt. Corine (CoORDinated Information on the Environment) ist ein auf der Auswertung von Satellitenbildern basierendes Datenerhebungskonzept der Europäischen Union, das dem Ziel dient einheitliche Daten der Bodenbedeckung von Europa bereit zu stellen.

Die **landwirtschaftlichen Nutzungen** im Untersuchungsgebiet entsprechen den Bodeneigenschaften und den jeweiligen Nässeverhältnissen. Voraussetzung für die verschiedenen Formen der landwirtschaftlichen Nutzung sind unterschiedliche Wasserhaltungsmaßnahmen (Wasserhaltung mittels Gräben, flachen Dränagen, Tiefendränagen usw.).

Im Rahmen des Obst- und Gemüseanbaus finden Wasserentnahmen für die Frostschutzberechnung und für die Bewässerung überwiegend aus Oberflächengewässern sowie Grundwasserentnahmen statt. Durch die Intensivierung des Obstanbaus in den Elbmarschen in den letzten Jahren ist es zu einer deutlichen Zunahme der Frostschutzberechnung gekommen.

Die Bewässerung (Feldberechnung) spielt in den Marschbereichen eine untergeordnete Rolle. Sie wird hauptsächlich in der Geest betrieben.

In vielen Bereichen der Marsch dominiert Grünlandnutzung mit Polderwasserhaltung. Bei Bedarf kann das Entwässerungssystem auch umgekehrt genutzt werden, so dass Wasser zu Bewässerungszwecken zur Verfügung steht. In Karte I-3 ist die große Anzahl von Schöpfwerken und Deichsielen (Vorrichtungen zur passiven Entwässerung durch freien Abfluss bei Tideniedrigwasser) erkennbar, welche der Entwässerung und z. T. zeitweise auch der Bewässerung dienen.

Das anfallende Entwässerungswasser wird über Hauptgräben entweder in die Nebenflüsse der Elbe oder direkt in die Elbe eingeleitet. In der Marsch müssen die Oberflächenwasserstände überwiegend bei -1 bis -2 m NN – also Wasserstände deutlich unter dem mittleren Elbwasserstand – gehalten werden.

Aufgrund der Eindeichung und großflächigen Wasserhaltung sind die Elbmarschen auch für **Siedlungen** besser geeignet. Wichtige zusammenhängende Siedlungsgebiete sind: der Bereich Cuxhaven, der Bereich Brunsbüttel, die Bereiche Wilster und Glückstadt, die Hamburger Marschen einschließlich der Vier- und Marschlande sowie Siedlungen entlang der Nebenflüsse. Außerdem finden sich in allen Bereichen der Elbmarsch Streusiedlungen und Einzelgehöfte.

Gewerbliche und industrielle Nutzungen finden sich im Bereich bzw. Umfeld des Hamburger Hafens (beispielsweise AIRBUS GmbH, Esso-Holborn, Shell, Norddeutsche Oelwerke), bei Stade (Dow Chemical) und im Raum Brunsbüttel (Industriestandorte Sasol Germany GmbH und ELF Bitumen Deutschland GmbH).

Mit der gewerblichen und industriellen Nutzung sind z. T. umfangreiche Grundwasserentnahmen verbunden. Im Raum Brunsbüttel werden ca. 5 – 7,5 Mio. m³/Jahr, im Bereich des Hamburger Hafens 10 - 15 Mio. m³/Jahr für gewerbliche und industrielle Zwecke gefördert.

Darüber hinaus findet in der Marsch sowie im Geestrandbereich der Marsch in bedeutendem Umfang **Trinkwassergewinnung** in öffentlichen Wassergewinnungsanlagen (WW) statt. Gefördert wird aus:

- dem oberen, quartären Grundwasserleiter,
- tieferen Grundwasserleitern, die mit dem oberen, quartären Grundwasserleiter in Verbindung stehen,
- tieferen Grundwasserleitern, die **nicht** mit dem oberen, quartären Grundwasserleiter in Verbindung stehen.

Eine Aufstellung wird in den nachfolgenden Tabellen (Tab. 2.2-1 – 2.2-3) gegeben. Hier wird unterschieden zwischen Wasserwerken mit Förderbrunnen in der Geest, im Geestrandbereich und in der Marsch.

Die Elbmarschen und die angrenzenden Geestbereiche beiderseits der Elbe stellen ein für die Trinkwassergewinnung bedeutendes Gebiet dar. Insgesamt bestehen in 30 öffentlichen Wasserwerken in der Marsch und am Geestrand Wasserrechte in Höhe von zusammen ca. 75 Mio. m³/Jahr für Förderungen aus dem oberen, quartären Grundwasserleiter oder aus tieferen Grundwasserleitern mit möglichem Kontakt zum oberen, quartären Grundwasserleiter.

Es gibt 22 rechtlich ausgewiesene Schutzzonen und vier Schutzzonen, die sich in Vorbereitung bzw. im Verfahren befinden. Die Darstellung der Wasserschutzgebiete des Untersuchungsgebietes erfolgt z.B. in Karte I-3.

Hinzu kommen private Trinkwassergewinnungen, industrielle und gewerbliche Brauchwasserentnahmen sowie landwirtschaftliche Wasserentnahmen.

Tab. 2.2-1: Wasserwerke für die Trinkwassergewinnung mit einer Förderung aus dem oberen, quartären bzw. mit diesem in Verbindung stehenden tiefen Grundwasserleitern: südliche Elbseite

Wasserwerk	Wasser-versorgungs-unternehmen	Wasserrecht Mio. m ³ /Jahr	Lage der Förderbrunnen	Wasser-schutz-gebiet
Cuxhaven I + II	Stadtwerke Cuxhaven	6,20	Geestrand	ja
Wanna	WVV Land Hadeln	1,60	Geestrand	ja
Altenwalde	WVV Land Hadeln	0,73	Geest	ja
Wingst	WBV Wingst	3,65	Geestrand	ja
Holßel	WVV Wesermünde-Nord	3,10	Geest	ja
Himmelpforten	TWV Stader Land	3,65	Geestrand	ja
Stade-Hohenwedel	Stadtwerke Stade	1,80	Geestrand	ja
Dollern	TWV Stader Land	3,65	Geestrand	ja
Süderelbmarsch	HWW	6,5	Marsch	ja
Hoopte	Wasserleitungs-genossenschaft Hoopte e.G.	0,07	Marsch	nein
Stelle	Wasserwerk Stelle e.G.	0,55	Geestrand	ja
Ashausen	WBV Harburg	2,70	Geestrand	ja
Winsen	Stadtwerke Winsen (Luhe)	1,70	Geestrand	ja

Tab. 2.2-2: Wasserwerke für die Trinkwassergewinnung mit einer Förderung aus dem oberen, quartären bzw. mit diesem in Verbindung stehenden tiefen Grundwasserleitern: nördliche Elbseite

Wasserwerk	Wasser- versorgungs- unternehmen	Wasserrecht Mio. m ³ /Jahr	Lage der Förderbrun- nen	Wasser- schutz- gebiet
Kuden- Amönenhöhe	ZW WW Wacken	2,00	Geest	geplant
Burg	WW Burg/Dithmarsch en	0,45	Geest	geplant
Kleve	Stadtwerke Wils- ter	2,00	Geestrand	ja
Krempermoor	Stadtwerke Glückstadt	2,20	Geestrand	ja
Elmshorn- Köhnholz	Stadtwerke Elmshorn	2,5	Geestrand	ja
Uetersen	E.ON Hanse AG	0,4	Marsch	ja
Wedel	J.D. Möller Wasserwerke	0,9	Geestrand	geplant
Haseldorfer Marsch	HWW	9,60	Marsch	ja
Escheburg	WVG Escheburg w.V.	0,13	Geestrand	nein
Curslack	HWW	24,3	Marsch	ja

Tab. 2.2-3: Wasserwerke für die Trinkwassergewinnung mit einer Förderung aus tiefen, quartären oder tertiären Grundwasserleitern, die nicht mit den oberen, quartären Grundwasserleitern in Verbindung stehen

Wasserwerk	Wasser- versorgungs- unternehmen	Wasserrecht Mio. m ³ /Jahr	Lage der Förderbrun- nen	Wasser- schutz- gebiet
Buxtehude- Eilendorf	Stadtwerke Buxtehude	1,65	Geest	ja
Buxtehude- Ziegelkamp	Stadtwerke Buxtehude	1,50	Geestrand	ja
Baursberg	HWW	5,60	Geest	ja
Wilhelmsburg	HWW	1,50	Marsch	nein
Billbrook- Billstedt	HWW	9,20	Marsch	ja
Richtweg	Stadtwerke Geesthacht	1,00	Geest	geplant
Krümmel	Stadtwerke Geesthacht	1,50	Geest	nein

2.2.2 Grundwasserabhängige Naturfunktionen

Als grundwasserabhängige Naturfunktionen werden im Weiteren grundwasserabhängige Landökosysteme und Schutzgebiete betrachtet.

Grundwasserabhängige Landökosysteme sind maßgebend für eine ökologische Gewässerbewirtschaftung im Sinne der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Daher werden im Weiteren, die in den vorliegenden Bestandsbeschreibungen gemäß WRRL abgegrenzten grundwasserabhängigen Landökosysteme in die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustandes einbezogen. Der Großteil der im Untersuchungsgebiet liegenden grundwasserabhängigen Landökosysteme erstreckt sich beidseitig entlang der Tideelbe von Cuxhaven bis Geesthacht. Weitere Landökosysteme befinden sich in den niedersächsischen Marschenbereichen und am niedersächsischen Geestrand im Bereich Ahlenmoor und Balksee sowie den hamburgischen nordelbischen Geestbereichen und in den schleswig-holsteinischen Geestrandbereichen (s. Karte I-5).

Die grundwasserabhängigen Landökosysteme im Untersuchungsgebiet sind in der Regel auch als Schutzgebiete nach europäischem bzw. deutschem Recht ausgewiesen.

Im Rahmen der Untersuchungen werden ausschließlich Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH-Gebiete), europäische Vogelschutzgebiete (EVG), Naturschutzgebiete (NSG) und Landschaftsschutzgebiete (LSG) berücksichtigt. Den Schwerpunkt der im Untersuchungsgebiet bestehenden Schutzgebiete bilden die nach europäischem Recht ausgewiesenen FFH- und Vogelschutzgebiete. Hierzu zählen u.a. das Schleswig-Holsteinische Elbästuar, die Unterelbe, das Mühlenberger Loch, der Moorgürtel, die Kirchwerder Wiesen, die Borghorster Elbland und die Boberger Niederung.

2.3 Hydrogeologischer Aufbau

Der hydrogeologische Aufbau im Untersuchungsgebiet ist anhand mehrerer Querschnitte in Abb. 2.3-1 – Abb. 2.3-3 exemplarisch dargestellt. In Karte I-2 ist die Verbreitung der Deckschichten oberhalb des Grundwassers im oberen, quartären Grundwasserleiter abgebildet.

Folgende für die vorliegenden Untersuchungen wichtige Schichteinheiten sind zu unterscheiden:

Weichschichten

Im Untersuchungsgebiet befinden sich an der Bodenoberfläche meist geringdurchlässige Böden aus Klei und Torf, die sogenannten Weichschichten. Ihre Mächtigkeit liegt zwischen 2 und 20 m.

Die Mächtigkeit dieser Schichten nimmt längs der Elbe von Westen nach Osten ab. So liegen die Mächtigkeiten im Bereich Brunsbüttel bei bis zu 20 m. In den Vier- und Marschlanden bzw. im Bereich Neuland liegen sie zwischen 2 m und 4 m oder fehlen ganz.

Senkrecht zur Stromachse der Elbe nimmt die Mächtigkeit der Weichschichten ebenfalls ab. Während sie in elbnahen Bereichen (z.B. bei Glückstadt) 15 - 20 m betragen kann, liegt sie in größerer Entfernung zur Elbe (10 km) bei 5 - 10 m. Im Geestrandbereich fehlen die Weichschichten ganz. Hier befinden sich die Sande der Vorgeest.

Die Durchlässigkeit der Weichschichten ist gering. Der k_f -Wert (auch als Durchlässigkeitsbeiwert bezeichnete Größe, die angibt, welcher Volumenstrom [m^3/s] durch Fläche [m^2] unter Einheitsbedingungen fließt) liegt bei $1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-9}$ m/s. Dies bedeutet einerseits, dass die Bereiche, die durch Weichschichten abgedeckt sind, nur eine geringe Grundwasserneubildungsrate aufweisen. Andererseits stellen diese geringdurchlässigen Schichten eine schützende Abdeckung des oberen, quartären Grundwasserleiters dar.

Oberer, quartärer Grundwasserleiter (in Hamburg: 1. Hauptgrundwasserleiter)

Unter den grundwasserbedeckenden Weichschichten folgt der obere, quartäre Grundwasserleiter. Im Elbtal handelt es sich um Sande und Kiese. Randlich geht er in Sande, Kiese und Schluffe (Moränenmaterial) über. Die Sande und Kiese des Elbtales sind uneinheitlich in ihrer Korngrößenzusammensetzung. Sie können durch Ton- und Geschiebemergellagen unterbrochen sein.

Die Mächtigkeit des oberen, quartären Grundwasserleiters ist unterschiedlich ausgeprägt; sie liegt zwischen 15 m und 30 m außerhalb von eiszeitlichen Erosionsrinnen und bis zu mehreren hundert Metern in Rinnenbereichen. Die k_f -Werte variieren je nach lithologischer Ausprägung (Korngrößenverteilung und Zusammensetzung des Grundwasserleiters) zwischen $1 \cdot 10^{-3}$ m/s und $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Häufig ist im 1. Hauptgrundwasserleiter eine nach unten zunehmende maßgebliche Korngröße mit höheren Durchlässigkeiten zu beobachten.

Grundwassergeringleiter an der Basis des oberen, quartären Grundwasserleiters

An der Basis des oberen, quartären Grundwasserleiters liegen großenteils Grundwassergeringleiter. Hierbei handelt es sich in erster Linie um den Glimmerton mit Mächtigkeiten von 50 bis 200 m (im Bereich Hamburg) oder um Geschiebemergel oberhalb des Glimmertons. Die Glimmertonschichten können im Bereich eiszeitlicher Rinnen fehlen. An ihrer Stelle können Geschiebemergel und/oder Lauenburger Ton die gering durchlässige Basis des oberen, quartären Grundwasserleiters bilden. Bereichsweise fehlen jedoch solche Grundwassergeringleiter (Fehlstellen). In solchen Bereichen ist ein unmittelbarer hydraulischer Kontakt zu tieferen, tertiären Grundwasserleitern möglich.

Tiefere Grundwasserleiter

Tiefere, tertiäre Grundwasserleiter sind die Oberen und Unteren Braunkohlensande, die im Bereich von Hamburg durch den Hamburger Ton voneinander getrennt sind. Es handelt sich um ergiebige Wasserleiter.

Tiefe, eiszeitliche Rinnen

Eine besondere Ausprägung des oberen, quartären Grundwasserleiters stellen die tiefen, eiszeitlichen Rinnen dar, die mehrere hundert Meter in den tertiären Untergrund eingetieft sein können und mit Sanden und Kiesen verfüllt sind. Sie können durch den Lauenburger Ton und/oder durch Geschiebemergel zugedeckt sein oder in direktem Kontakt mit dem oberen, quartären Grundwasserleiter stehen. Die Lage der im Untersuchungsgebiet vorhandenen eiszeitlichen Rinnen ist in Karte I-6 dargestellt.

Salzstöcke

Im Bereich von **Salzstöcken** können besondere Lagerungsverhältnisse der Grundwasserleiter vorhanden sein. Sie haben Bedeutung für die hydraulischen Zusammenhänge und die hydrochemischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet.

- Salzstöcke auf der schleswig-holsteinischen Seite der Elbe: Reitbrook und Hohenhorn im Bereich der Vier- und Marschlande, Langenhorn im Bereich von Hamburg sowie Krempe, Süderhastedt und Marne.
- Salzstöcke auf niedersächsischer Seite der Elbe: im Bereich von Winsen und Meckelfeld, Stade, Wischhafen in Fortsetzung des Salzstockes Krempe sowie im Gebiet der Ostemündung eine weiterer unter der Elbe verlaufender Salzstock in Fortsetzung des Salzstockes Süderhastedt.

Im Bereich von Salzstöcken kann der Glimmerton aufgrund von Erosionsvorgängen nach Aufwölbung der Salzstöcke fehlen. Dies ist in den Vier- und Marschlanden in Hamburg der Fall. Hier fehlen z.T. die abdeckenden Schichten des Glimmertones bzw. des Lauenburger Tones. Weiterhin zeichnet sich dieser Bereich durch eine sehr hohe Lage der Unteren Braunkohlensande aus. Zwischen den oberen Sanden des oberen, quartären Grundwasserleiters und den Unteren Braunkohlensanden besteht hier ein direkter hydraulischer Kontakt.

Im Bereich von Salzstöcken können erheblich erhöhte Chlorid-Gehalte (Cl) auftreten. Der Aufstieg salzhaltigen Wassers wird durch hydraulische Kontakte im Bereich tiefer, eiszeitlicher Rinnen begünstigt.

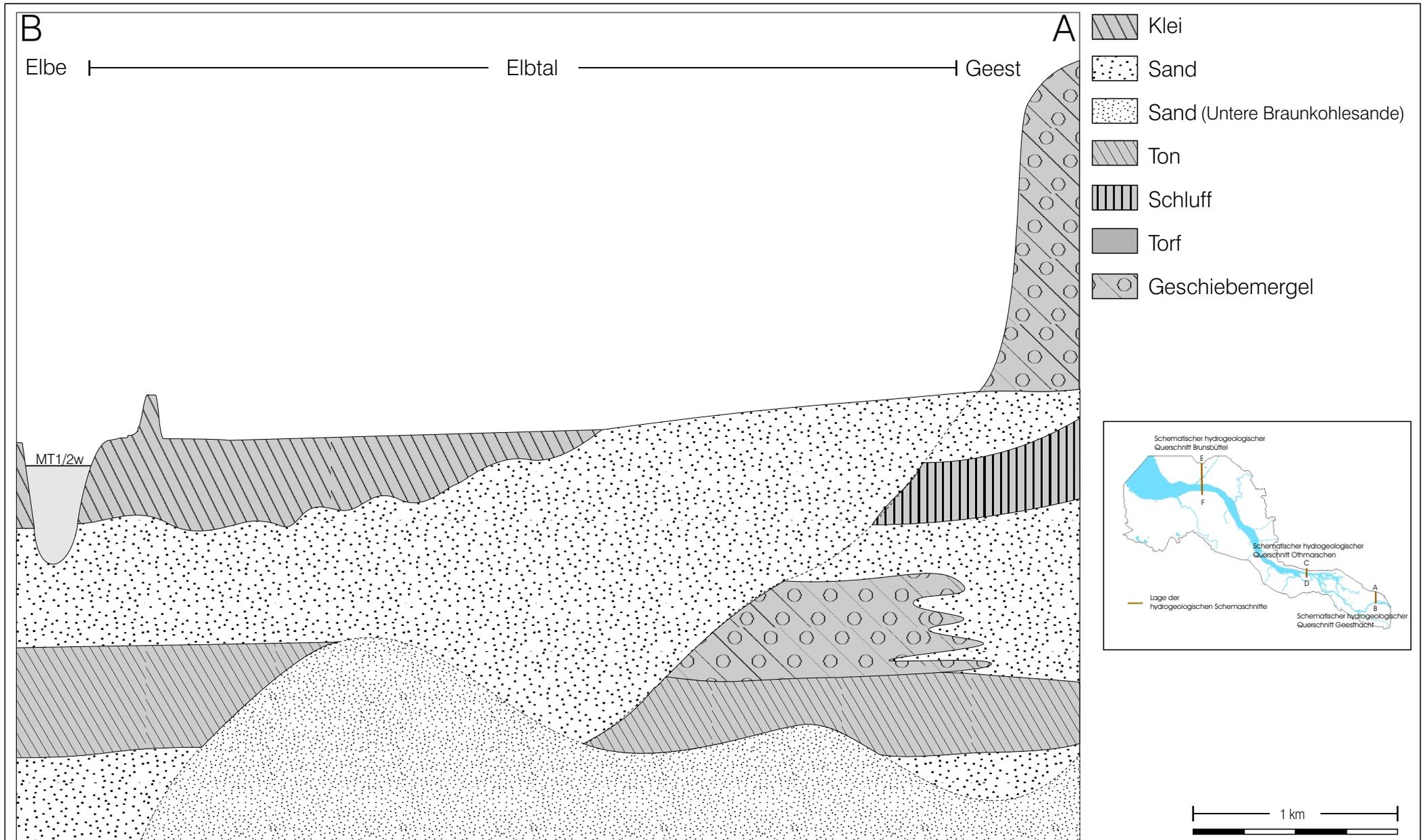
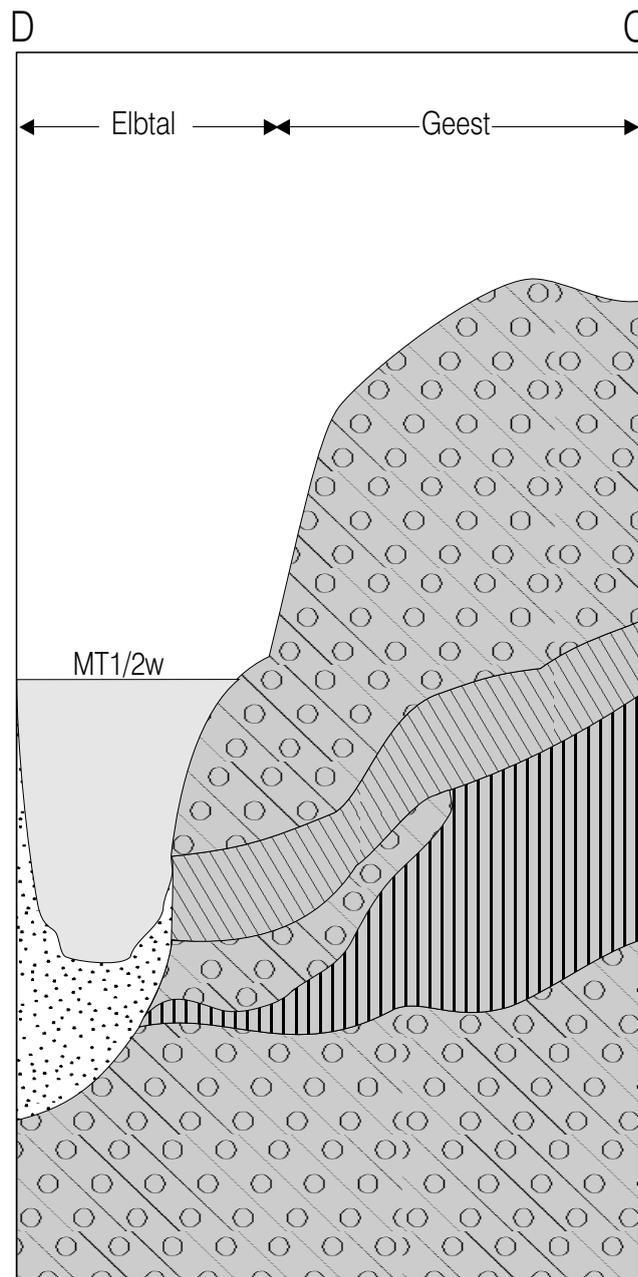


Abb. 2.3-1: Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal am Beispiel Geesthacht



-  Klei
-  Sand
-  Sand (Untere Braunkohlesande)
-  Ton
-  Schluff
-  Torf
-  Geschiebemergel



1 km

Abb. 2.3-2: Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal bei Othmarschen

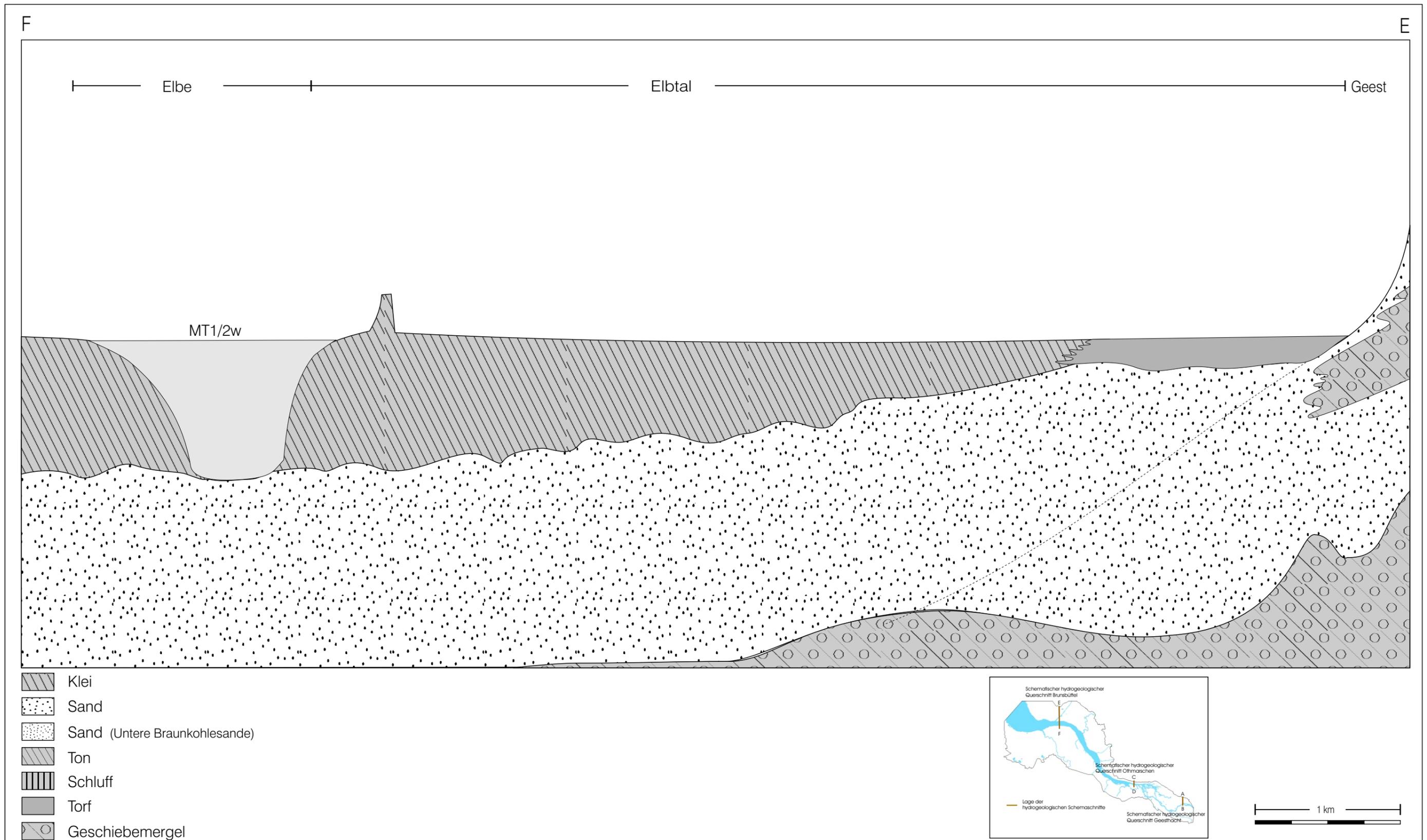


Abb. 2.3- 3: Schematischer hydrogeologischer Querschnitt durch das Elbtal bei Brunsbüttel

2.4 Durchlässigkeit der Elbsohle

Die Durchlässigkeit bzw. Dichtigkeit der Elbsohle ist von besonderer Bedeutung im Zusammenhang mit der Frage nach den Wirkungszusammenhängen zwischen Elbe und Grundwasser. Folgende Aspekte sind zu behandeln:

- Die natürliche Durchlässigkeit bzw. Dichtigkeit der Elbsohle aufgrund ihrer geologischen Beschaffenheit verbunden mit den Erosions- und Sedimentationsvorgängen an der Elbsohle sowie der Unterhaltungsbaggerung und die Ablagerung von Baggergut.
- Die Sohlabdichtung durch Kolmation bzw. die Entfernung von kolmatierten Bereichen durch Erosion und Unterhaltungsbaggerung.

Als Elbsohle wird das gesamte Elbbett bezeichnet. Hiervon zu unterscheiden ist die Fahrrinne. Sie betrifft einen Teil der Elbsohle.

Natürliche Durchlässigkeit der Elbsohle

Der Aufbau der Elbsohle ist schematisch in Abb. 2.4-1 dargestellt. Das Elbtal ist ab ca. - 30 m NN bis ca. - 20 m NN mit Sanden und Kiesen aufgefüllt. Ab ca. - 14,5 m NN können die Sande und Kiese von Weichschichten überlagert sein. In einigen Bereichen grenzt die Elbe direkt an Moränenmaterial (z.B. Geschiebemergel). Dies ist in Hamburg der Fall (Nordufer der Elbe).

Im Zuge der vergangenen Fahrrinnenausbauten wurde die Elbe im Bereich der Ausbaustrecke auf mittlerweile rund -15,8 bis -16,7 m NN vertieft. Die Vertiefung bezieht sich auf einen 200 bis 500 m breiten Fahrrinnenbereich.

Im natürlichen Zustand vor Beginn aller Ausbaumaßnahmen dürfte aufgrund der großflächig vorhandenen Kleischichten ein nur eingeschränkter hydraulischer Kontakt zwischen Elbe und Grundwasser bestanden haben.

Heute ist vor allem im Bereich der Fahrrinne von einem überall guten Grundwasserkontakt der Elbe auszugehen. Dieser Kontakt wird durch die ständige Sedimentverlagerung infolge der Schleppekraft des Elbstromes sowie die regelmäßige Unterhaltungsbaggerung aufrecht erhalten.

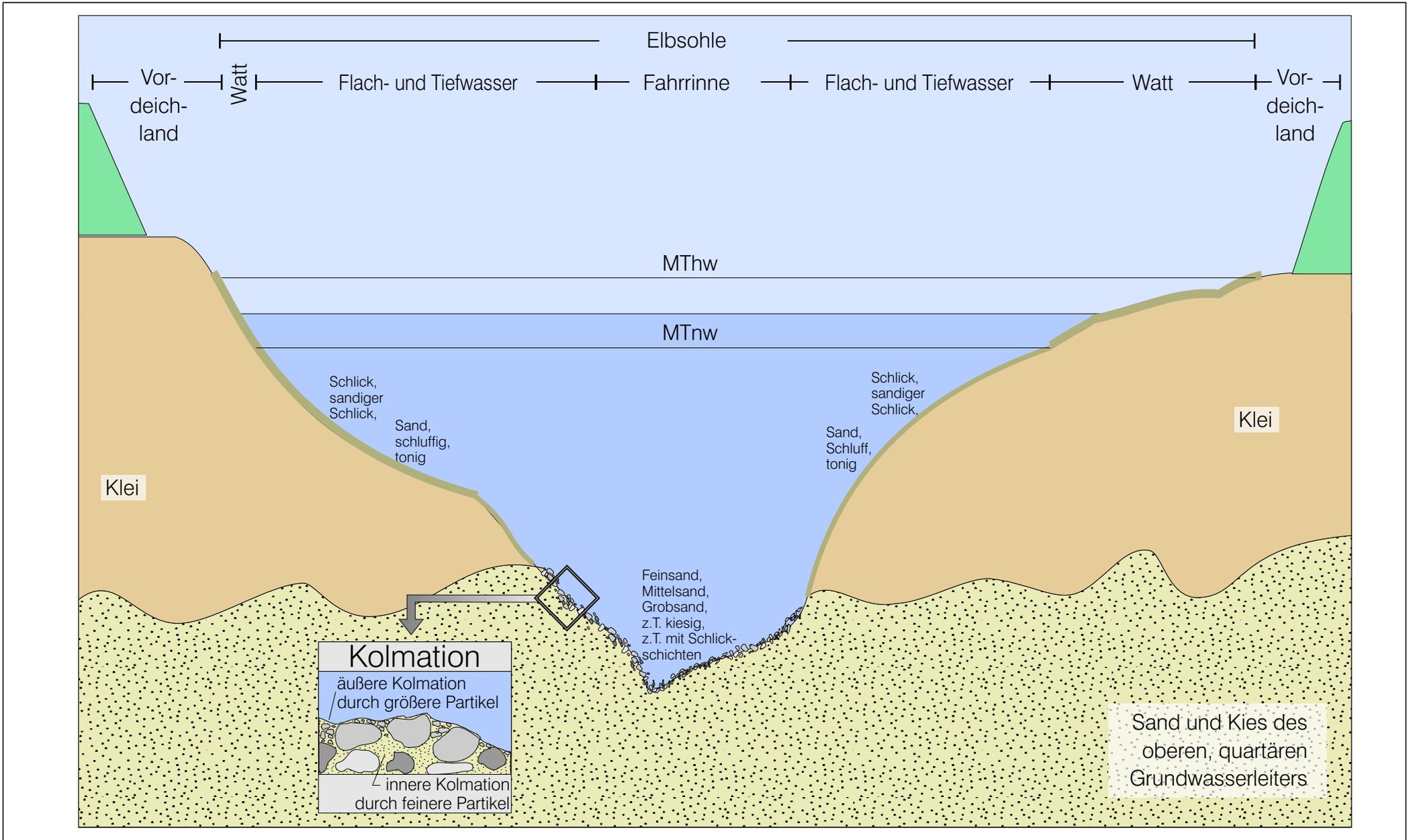


Abb. 2.4-1: Schemabild zum Aufbau der Elbsohle

Außerhalb der Fahrrinne kommen unterhalb der Elbsohle bereichsweise Kleischichten mit Mächtigkeiten bis zu 15 m vor. Sie können von Sanden überdeckt sein. In strömungsarmen Abschnitten bzw. innerhalb von Hafenbecken und Seitenkanälen werden zudem Feinsedimente abgelagert, wodurch es auch zu einer Sohlabdichtung kommen kann. Hier und in den Bereichen mit eingelagertem Klei besteht kein Grundwasserkontakt. Der im Verlauf der Fahrrinne bestehende Grundwasserkontakt ist jedoch auch in solchen Bereichen für das Teilschutzgut Grundwasser maßgebend.

Oberhalb der Ausbaustrecke bis Geesthacht werden sehr wenige Unterhaltungsbaggerungen durchgeführt. Hier sind geringe Kleimächtigkeiten beiderseits der Elbe vorhanden. Unterhalb der Elbsohle befinden sich in der Regel keine geringdurchlässigen Schichten. Aufgrund der Erosionswirkung der Strömung ist davon auszugehen, dass auch hier ein durchgehender Grundwasserkontakt vorhanden ist.

Die Bestimmung von k_f -Werten aus gestörten Bodenproben im Bereich der Elbsohle durch das Institut für Bodenkunde der Universität Hamburg ergaben für die Fahrrinne Werte zwischen $5 \cdot 10^{-4}$ und $1 \cdot 10^{-5}$ m/s. *„Die Ergebnisse bestätigen, dass im Bereich der Fahrrinne ein guter, in den Randbereichen ein reduzierter hydraulischer Kontakt zwischen Elbe und Grundwasser besteht.“* (UNIVERSITÄT HAMBURG, INSTITUT FÜR BODENKUNDE 1997). Aufgrund der Ergebnisse des Institutes für Bodenkunde ist zwischen Hamburger Hafen und Geesthacht ebenfalls von einem guten hydraulischen Kontakt zwischen Elbe und Grundwasser auszugehen.

Kolmationsvorgänge

Neben der natürlichen Beschaffenheit der Elbsohle, den Erosions- und Sedimentationsvorgängen sowie der Unterhaltungsbaggerung spielen auch Kolmationsvorgänge eine Rolle für die Sohlabdichtung der Elbe und die Intensität des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbe und Grundwasser. Unter Kolmation versteht man nach SCHÄLCHLI (1993) *„...die Ablagerung von Schwebstoffen in oder auf der Gewässer-sohle“*.

Von besonderer Bedeutung ist die sog. innere Kolmation, weil sie grundsätzlich auch Bereiche betreffen kann, in denen aufgrund der Strömungsgeschwindigkeiten keine Sedimentation möglich ist. Dabei handelt es sich um das Einwandern von Feinstteilchen in die Hohlraumstruktur eines groben Sedimentes, wie z.B. Schotter, Kies oder Sand. Hierdurch können auch zunächst sehr durchlässige Sedimente abgedichtet oder in ihrer Durchlässigkeit reduziert werden.

Problematisch an der Untersuchung der Sohlabdichtung von Gewässern durch Kolmation ist, dass direkte Messungen und Bestimmungen nur mit einem erhöhten Aufwand möglich sind. Deshalb bleibt es meistens bei Annahmen. Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen können nur Annahmen gemacht werden, die durch Erfahrungen mit Grundwassermodellrechnungen bestätigt werden. Für die Elbe wurden dabei Werte in einer Größenordnung von $k_f = 10^{-5}$ m/s für plausibel gehalten. Die Durchlässigkeit des nicht durch Kolmation betroffenen Sedimentes wird auf $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$ bis $5 \cdot 10^{-3}$ m/s geschätzt. Die Kolmation ruft demnach eine Abdichtung um 1,5 bis 2 Zehnerpotenzen hervor. NEUMANN (1989) und VAN RIESEN (1975) geben die Grö-

Benennung möglicher Verminderungen der k_f - Werte durch Kolmation in Höhe von bis zu mehr als 2 Zehnerpotenzen an.

Die wesentlichen Faktoren, die eine mögliche Kolmation bestimmen, sind die Beschaffenheit der Gewässersohle, die Wasserinhaltsstoffe (Schwebstoffgehalt usw.), die Hydraulik im Gewässer (Strömungsgeschwindigkeit, Schleppspannung), die Geohydraulik (Filtergeschwindigkeit und Druckverhältnisse), die Biologie (Eutrophierung, Lichtverhältnisse usw.) und Störeinflüsse (wie Tiere, Schiffsverkehr usw.).

An der Elbsohle sind Kolmationsprozesse möglich. Die vorhandene hohe Schwebstoff- und Feinstpartikelmenge begünstigen sie, während wechselnde Durchströmungsrichtungen (Tide), Schiffsverkehr (Bewegung, Verwirbelung des Wassers durch Schiffsschrauben) sowie Baggermaßnahmen sie eher verlangsamen bzw. stören. Es ist davon auszugehen, dass die Kolmationsprozesse bereits in kurzen Zeiträumen eintreten.

Die Entfernung der durch Kolmation in ihrer Durchlässigkeit verringerten Schicht kann kurzzeitig zu einer Erhöhung der Durchlässigkeit in der Größenordnung von 1,5 bis 2 Zehnerpotenzen führen. Wie lange eine solche Durchlässigkeitserhöhung bis zum Eintreten einer erneuten Abdichtung durch Kolmation wirksam ist, lässt sich nur schwer abschätzen. Es wird davon ausgegangen, dass dies nicht länger als einige Wochen oder Monate dauert. Der ursprüngliche Zustand der Abdichtung stellt sich danach wieder ein.

2.5 Wasserstände in der Elbe und den Nebenflüssen

Für die Grundwasserstände und die Grundwasserströmungsverhältnisse ist das hydrologische Geschehen in der Elbe und in den elbbeeinflussten Nebenflüssen maßgebend. In diesem Zusammenhang sind sowohl die mittleren Elbwasserstände (langzeitiges mittleres hydrologisches Geschehen) als auch die tidebedingten Scheitelwasserstände von Bedeutung.

Das **langzeitige** mittlere hydrologische Geschehen wirkt sich vor allem auf die Richtung und Intensität der (im Marschbereich) allgemein langsamen Grundwasserströmungsvorgänge aus. Von diesem Geschehen sind die Reichweite und Geschwindigkeit eines möglichen, von der Elbe ausgehenden Schadstofftransportes geprägt. Für das langzeitige hydrologische Geschehen sind die mittleren Tidewasserstände ausschlaggebend, die entweder als Tidemittelwasser oder als Tidehalbwasser angegeben werden. Für die Elbpegel steht das Mittel aus Tidehochwasser (Thw) und Tideniedrigwasser (Tnw), das Tidehalbwasser ($T\frac{1}{2}w$) zur Verfügung. Dieser Wert wird daher zur Beschreibung des Ist-Zustandes herangezogen. In den Bereichen zwischen den Pegeln wird er interpoliert.

Die tidebedingten Scheitelwasserstände haben Bedeutung für die Größenordnung der höchsten und der niedrigsten Grundwasserstände im elbnahen Bereich. Für das kurzzeitige hydrologische Geschehen im elbnahen Bereich sind dementsprechend Hoch- und Niedrigwasser (Tidehoch- und Tideniedrigwasser) bedeutsam.

Folgende **Nebenflüsse der Elbe** sind z.T. tideoffen und werden daher von den Elbwasserständen beeinflusst:

Südliche Elbseite:

- Ilmenau (bis Fahrenholz tidebeeinflusst),
- Luhe (bis Winsen tidebeeinflusst),
- Seeve (durch Sielbetrieb nur begrenzt tidebeeinflusst keine Beeinflussung durch Tidehochwasser),
- Este (bis Straßenbrücke Buxtehude tidebeeinflusst),
- Lühe (bis oberhalb Horneburg tidebeeinflusst),
- Schwinge (bis Salztorschleuse Stade tidebeeinflusst),
- Zuflüsse/Nebengewässer im Bereich Krautsand/Asseler Sand: Wischhafener Süderelbe, Ruthenstrom, Gauensieker Schleusenfleth/Krautsander Binnenelbe, Barnkruger Loch, Bützflether Süderelbe,
- Freiburger Hafenriel,
- Oste (bis Mühlenwehr in Bremervörde tidebeeinflusst).

Nördliche Elbseite:

- Dove-Elbe (bis Tatenberger Schleuse tidebeeinflusst),
- Wedeler Au (bis Wedel tidebeeinflusst) mit Hetlinger Binnenelbe,
- Pinnau (bis ca. 500 m unterhalb Wulfsmühle tidebeeinflusst),

- Krückau (bis Einmündung der Offenau tidebeeinflusst),
- Stör (bis Rensinger See tidebeeinflusst).

Der Nord-Ostsee-Kanal ist über eine Schleuse mit der Elbe verbunden und unterliegt keinem Tideeinfluss. Weitere Nebengewässer der Elbe sind die sogenannten Nebenelben, von denen einige durch Sperrwerke während extremer Hochwasserstände von der Elbe abgetrennt werden können.

Ähnlich wie im Bereich des Hamburger Hafens wird die Tideenergie im Verlauf der Nebenflüsse abgebaut. Ebenso wie in der Elbe kommt es in den Nebenflüssen zu einer Überlagerung des Tide- und des Oberwassereinflusses. Bei höheren Hochwasserständen wird der Tideeinfluss unterbunden, indem die Sperrwerke der Nebenflüsse geschlossen werden.

Zeitlich-räumliche Veränderung der Elbwasserstände von 1974 - 2005

In Abb. I-1.1 bis I-1.7 sind Ganglinien des monatlichen mittleren Tidehoch- und Tideniedrigwassers und das rechnerische Mittel beider Werte (mittleres Tidehalbwasser) an drei Elbpegeln (Glückstadt, St. Pauli und Geesthacht) sowie exemplarisch an den vier Nebenflüssen Stör (Pegel Itzehoe), Pinnau (Pegel Uetersen), Este (Pegel Buxtehude) und Ilmenau (Pegel Fahrenholz) über einen Gesamtzeitraum von November 1974 bis Juni 2005 dargestellt. Der mittlere Tidehub ist als Differenz des langjährigen mittleren Tidehochwassers und des langjährigen mittleren Tideniedrigwassers berechnet worden.

Um Veränderungen deutlich machen zu können, wurden die o.g. Werte für alle Pegel zusätzlich über zwei Vergleichszeiträume berechnet. Die Vergleichszeiträume betragen jeweils 5 Jahre am Anfang bzw. am Ende des betrachteten Zeitraumes.

In Tab. 2.5-1 und 2.5-2 sind darüber hinaus die Änderungen des mittleren Tidehoch- und Tideniedrigwassers, des mittleren Tidehalbwassers und des mittleren Tidehubes über die beiden o.g. Vergleichszeiträume dargestellt.

Tab. 2.5-1: Langzeitige Entwicklung der mittleren Tideniedrig- und Tidehochwasserstände der Elbe und der Nebenflüsse

Pegel	Gewässer	MTnw 11/74 – 10/79 [mNN]	MTnw 07/00 – 06/05 [mNN]	Veränderung MTnw [m]	MThw 11/74 – 10/79 [mNN]	MThw 07/00 – 06/05 [mNN]	Veränderung MThw [m]
Glückstadt	Elbe	-1,28	-1,24	+0,04	1,45	1,55	+0,10
St. Pauli	Elbe	-1,27	-1,53	-0,25	1,96	2,09	+0,13
Geesthacht	Elbe	1,25	0,60	-0,65	2,72	2,80	+0,08
Itzehoe	Stör	-0,72	-0,68	+0,04	1,45	1,57	+0,12
Uetersen	Pinnau	-0,59	-0,47	+0,12	1,60	1,68	+0,08
Buxtehude	Este	-0,32	-0,33	-0,01	1,69	1,89	+0,20
Fahrenholz	Ilmenau	0,98	0,91	-0,07	2,32	2,47	+0,15

Tab. 2.5-2: Langzeitige Entwicklung der mittleren Tidehalbwasserstände und des mittleren Tidehubes der Elbe und der Nebenflüsse

Pegel	Gewässer	MT1/2w 11/74 – 10/79 [mNN]	MT1/2w 07/00 – 06/05 [mNN]	Veränderung MT1/2w [m]	MThb 11/74 – 10/79 [m]	MThb 07/00 – 06/05 [m]	Veränderung MThb [m]
Glückstadt	Elbe	0,09	0,16	+0,07	2,73	2,79	+0,06
St. Pauli	Elbe	0,35	0,28	-0,07	3,23	3,62	+0,39
Geesthacht	Elbe	1,98	1,70	-0,28	1,47	2,20	+0,73
Itzehoe	Stör	0,37	0,44	+0,07	2,17	2,25	+0,08
Uetersen	Pinnau	0,50	0,61	+0,11	2,19	2,15	-0,04
Buxtehude	Este	0,69	0,78	+0,09	2,01	2,22	+0,21
Fahrenholz	Ilmenau	1,65	1,69	+0,04	1,34	1,56	+0,22

Die mittleren Tidehochwasserstände der betrachteten Elbpegel steigen über die beiden Vergleichszeiträume um bis zu 13 cm (Pegel St. Pauli) an. Für die mittleren Tideniedrigwasserstände ergibt sich über die Vergleichszeiträume ein Absinken um bis zu 65 cm (Pegel Geesthacht). Der daraus resultierende Anstieg des mittleren Tidehubes verstärkt sich stromauf deutlich. Während der mittlere Tidehub am Elbpegel Glückstadt um 6 cm ansteigt, beträgt die Zunahme am Elbpegel St. Pauli 39 cm und am Elbpegel Geesthacht 73 cm.

Der Trend eines ansteigenden mittleren Tidehochwassers ist bei den hier exemplarisch betrachteten Nebenflüssen Stör, Pinnau, Este und Ilmenau über die beiden Vergleichszeiträume ebenfalls zu erkennen. Der Anstieg beträgt bis zu 20 cm (Ilmenaupegel Fahrenholz). Das mittlere Tideniedrigwasser ist am Störpegel Itzehoe sowie am Pinnaupegel Uetersen gestiegen, am Estepegel Buxtehude sowie am Ilmenaupegel Fahrenholz dagegen gesunken. Der mittlere Tidehub nimmt am Störpegel Itzehoe um 8 cm, am Estepegel Buxtehude um 21 cm und am Ilmenaupegel Fahrenholz um 22 cm zu. Am Pinnaupegel Uetersen sinkt der mittlere Tidehub um 4 cm.

Für die Grundwasserströmung ist die Änderung des mittleren Tidehalbwassers ($MT_{1/2w}$) in der Elbe bedeutend. Am Pegel Glückstadt wurde über die beiden Vergleichszeiträume ein Anstieg des $MT_{1/2w}$ um 7 cm festgestellt. Am Pegel St. Pauli ist das $MT_{1/2w}$ um 7 cm und am Pegel Geesthacht um 28 cm gefallen. In den Nebenflüssen sind die mittleren Tidehalbwasserstände um bis zu 11 cm (Pinnaupegel Uetersen) gestiegen.

Elbwasserstände im Jahr 2003

Charakteristische Elbwasserstände werden anhand der Tidehoch- und Tideniedrigwasserstände der Pegel Glückstadt, St. Pauli und Geesthacht für das Jahr 2003 dargestellt (Abb. I-2.1 bis I-2.3). Der größte Tidehub entlang der Elbe ist bei St. Pauli zu verzeichnen. In Richtung der Staustufe nimmt der Oberwassereinfluss zu.

In Abb. 2.5-1 sind die maßgeblichen grundwasserwirksamen langzeitigen mittleren Wasserstände der Elbe ($MT_{1/2w}$) für den Ist-Zustand entlang der Elbe am Beispiel des hydrologischen Jahres 2000 wiedergegeben. Weiterhin gehen aus dieser Abbildung die maximalen Scheitelwasserstände der Elbe entsprechend den bisherigen Extremereignissen hervor (HHThw und NNTnw).

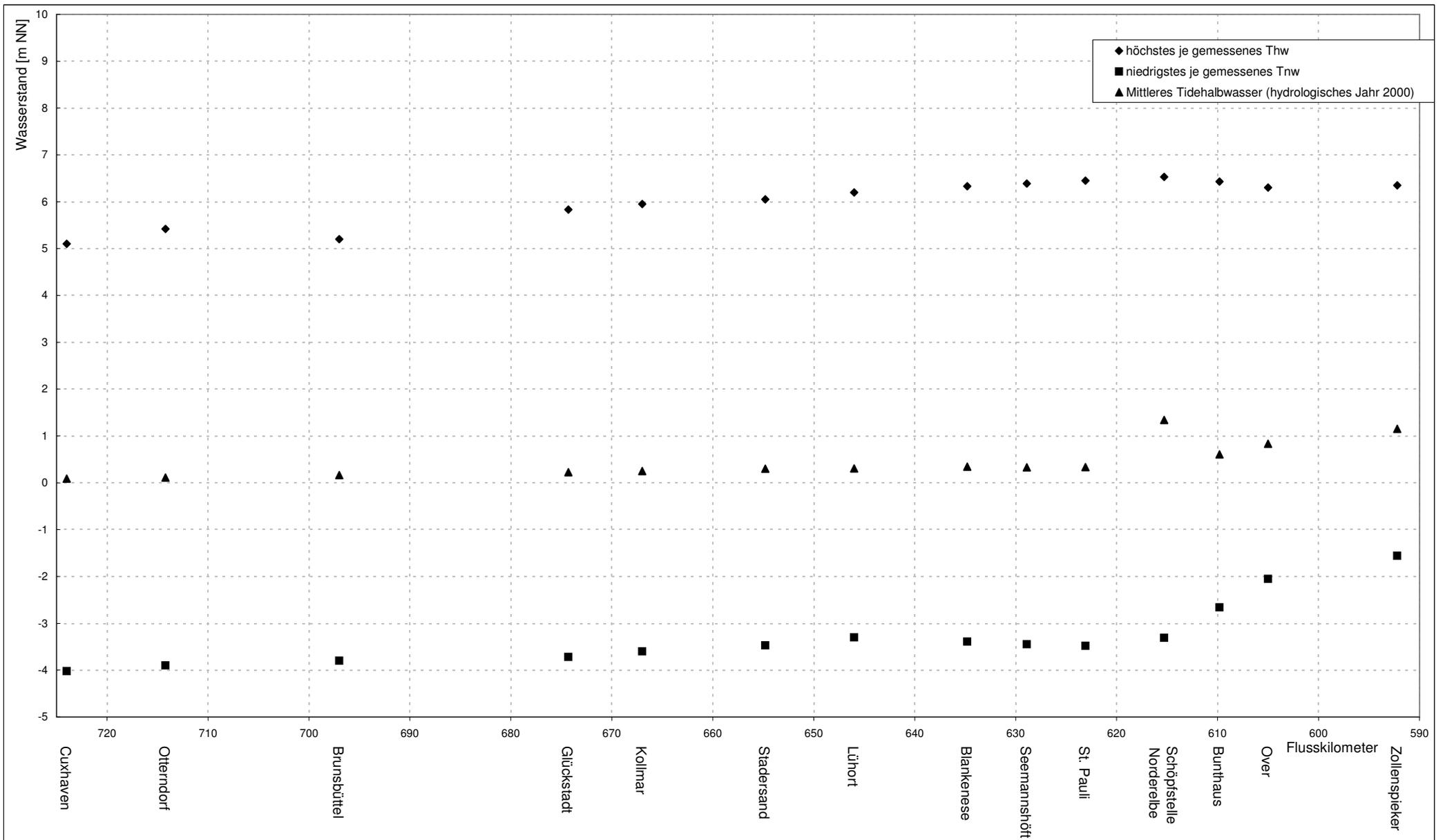


Abb. 2.5-1: Mittleres Tidehalbwasser (2000) sowie HHThw und NNTnW (für die Pegel der Tideelbe)

2.6 Grundwasserstände

Die Grundwasserstände im oberflächennahen Grundwasserleiter im Bereich der Elbmarschen sind vor allem durch die Wasserstände der Elbe und der Nebenflüsse sowie durch den Einfluss von Dränagen geprägt. Niederschläge und Grundwasserneubildung spielen für die Grundwasserstände in der Marsch eine untergeordnete Rolle. Im Bereich von Grundwasserentnahmen z.B. durch Wasserwerke kann der Absenkeinfluss der Brunnen dominierend sein und die übrigen hydrologischen Einflüsse überprägen. Die dargestellten Einflüsse spiegeln sich im langzeitigen mittleren und im kurzzeitigen tidebedingten hydrologischen Geschehen wider.

Wie bereits erwähnt ist für das langzeitige hydrologische Geschehen das mittlere Tidehalbwasser bedeutsam, indem es die mittleren Grundwasserverhältnisse (Grundwasserströmungsrichtung usw.) beeinflusst. Dieser Einfluss ist auch in größerer Entfernung zur Elbe vorhanden, sofern er nicht z.B. durch Grundwasserförderung unterbrochen bzw. überprägt wird.

Für das kurzzeitige tidebedingte hydrologische Geschehen sind die Scheitelwasserstände der Elbe (T_{nw} und T_{nw}) bedeutsam. Im elbnahen Bereich sind durch Tide-schwankungen beeinflusste Grundwasserstände messbar.

Langzeitiges hydrologisches Geschehen im Grundwasser

In Anhang I (Abb. I-3.1 – I-3.4) sind Ganglinienverläufe der Grundwasserstände und der Elbwasserstände für den Zeitraum 1974 bis 2005 dargestellt, die für das langzeitige hydrologische Geschehen typisch sind. Dargestellt sind die Monatsmittelwerte jeweils für eine Grundwassermessstelle mit deutlichem Elbeinfluss sowie für drei weitere Grundwassermessstellen mit anderen prägenden Einflüssen. Zum Vergleich wurden jeweils auch die mittleren Wasserstände der Elbe (als Monatsmittel) aufgetragen.

Folgende Ganglinienverläufe des Grundwassers sind für die Marsch und die angrenzenden Geestbereiche typisch:

Grundwasserstandsganglinie mit Elbeinfluss (Abb. I-3.1):

Die Messstelle UE 135.FI liegt in Niedersachsen im Bereich von Grünendeich (Stromkilometer 645) ca. 1 km von der Elbe entfernt. Der Gang der Elbwasserstände und des Grundwassers haben einen sehr ähnlichen Verlauf. Der Grundwasserstand liegt im Durchschnitt ca. 0,2 m unter dem Elbwasserstand und beträgt im Mittel 0,15 m NN. Die Schwankungsbreite beträgt im Mittel ca. 0,5 m. Die Ganglinie weist einen gegenüber der Elbe gedämpften Verlauf auf.

Solche Ganglinien sind typisch für Grundwasserstandsverläufe in Elbnähe. Der Elbeinfluss ist zwar wegen der gespannten Grundwasserverhältnisse auch in größerer Entfernung bemerkbar, die Ganglinien weisen dort jedoch einen überprägten Verlauf auf. Überprägungen gehen von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen, wie z.B. Dränagen und Grundwasserförderung aus.

Grundwasserstandsganglinie mit Einfluss durch Wasserhaltung (Abb. I-3.2):

Die Messstelle UE 25.FI liegt in Niedersachsen im Bereich von Hechthausen ca. 11 km von der Elbe entfernt. Der Gang der Elbwasserstände und des Grundwassers verlaufen überwiegend nicht gleichsinnig. Die Grundwasserstände werden durch Wasserhaltungsmaßnahmen beeinflusst. Der mittlere Grundwasserstand liegt bei - 0,73 m NN. Die Schwankungsbreite beträgt im Mittel ca. 0,5 m.

Solche Ganglinien sind typisch für Grundwasserstandsverläufe in größerer Elbferne. Der Elbeinfluss ist durch den Einfluss von Dränagen überprägt.

Grundwasserstandsganglinie mit Fördereinfluss (Abb. I-3.3):

Die Messstelle SEM 5/5 liegt in Hamburg auf der südlichen Elbseite im Bereich der Süderelbmarsch ca. 5 km von der Elbe und ca. 0,5 km von den Brunnen der Hamburger Wasserwerke (Wasserwerk Süderelbmarsch) entfernt. Der Gang der Elbwasserstände und des Grundwassers haben keine Ähnlichkeit. Der mittlere Grundwasserstand liegt bei - 0,37 m NN, die Schwankungsbreite beträgt in den Jahren mit intensiver Förderung bis zu ca. 1,50 m. In den Jahren 1975 bis 1978, 1982 und 1983 sowie 1998 und 1999 sind Grundwasserabsenkungen aufgrund der Förderung festzustellen. Die Schwankung beträgt im Mittel ca. 0,5 m.

Solche Ganglinien finden sich in der Nähe von Grundwasserentnahmen. Sie können je nach Absenkung und Förderverlauf sehr unterschiedlich sein.

Grundwasserstandsganglinie mit Niederschlagseinfluss (Abb. I-3.4):

Die Messstelle 1149 liegt in Hamburg auf der südlichen Elbseite im Bereich der Süderelbmarsch ca. 7,5 km von der Elbe entfernt. Sie liegt in unmittelbarer Nähe zum Geestrand. Die Grundwasserstände liegen im Mittel bei ca. 1,70 m NN. Die Schwankungsbreite beträgt im Mittel ca. 1,0 m. Der Gang der Elbwasserstände und des Grundwassers verlaufen sehr unterschiedlich. Während die Elbe viele tidebedingte Spitzen aufweist, zeigt die Grundwasserstandsganglinie einen gleichmäßigeren Verlauf mit hohen Wasserständen im Winterhalbjahr und niedrigen Wasserständen im Sommerhalbjahr. Die Schwankungen der Grundwasserstände gehen auf den Niederschlagseinfluss in der Geest zurück.

Solche Ganglinien sind typisch für Grundwasserstandsverläufe im Randbereich zur Geest. Dort ist kein Elbeinfluss mehr vorhanden. Der Niederschlagseinfluss überwiegt.

Die Ganglinienverläufe zeigen, dass das langzeitige mittlere hydrologische Geschehen in den Elbmarschen unter unbeeinflussten Bedingungen, d.h. ohne Einflüsse von Förderungen, überwiegend von der Elbe bestimmt wird. Dabei tritt eine zunehmende Dämpfung der Grundwasserstände mit zunehmender Entfernung zur Elbe auf. Die Schwankungen der Grundwasserstände in der Marsch liegen in der Größenordnung von 0,5 bis 1,0 m.

Darüber hinaus zeigen die Ganglinienverläufe, dass unterschiedliche Faktoren die Ganglinienverläufe beeinflussen können. Dränagen können den Elbeinfluss überprägen. Am Geestrand nimmt der Niederschlagseinfluss zu. Im Bereich von Grundwasserförderungen ist das hydrologische Geschehen durch Absenkungen beeinflusst.

Kurzzeitiges tidebedingtes hydrologisches Geschehen im Grundwasser

Die tidebedingten Scheitelwasserstände der Elbe sind vor allem im unmittelbar elbnahen Bereich von Bedeutung. Es handelt sich hierbei um die Auswirkungen des Tidegeschehens der Elbe im Grundwasser.

In Abb. 2.6-1 sind auf einem hydrologischen Schnitt, ausgehend von der Elbe in die Süderelbmarsch in Hamburg, charakteristische Tidehoch- und Tideniedrigwasserstände sowie Schwankungen der Grundwasserstände an Messstellen mit unterschiedlicher Entfernung zur Elbe aufgetragen. Der Schnitt zeigt eine deutliche Abnahme des Einflusses der Scheitelwasserstände mit zunehmender Entfernung zur Elbe. In einer Entfernung von ca. 2,5 km ist im vorliegenden Fall kein Tideeinfluss mehr vorhanden.

Eine Dämpfung der Tideschwankungen erfolgt im Substrat des Grundwasserleiters. Hier erfolgt je nach Korngrößenzusammensetzung, Korngerüst usw. eine Reduzierung der Tideenergie, die zu einer Verkleinerung der Amplitude in der Tidekurve führt.

Es ist davon auszugehen, dass der Tideeinfluss und damit der Einfluss der von der Elbe ausgehenden Grundwasserstandsschwankungen nicht weiter als ca. 4 km reicht. Die Einflussweite kann geringer sein, wenn tief einschneidende Oberflächengewässer, Dränagen, Grundwasserentnahmen bzw. ein Wechsel zu freien Grundwasserhältnissen vorhanden sind.

Im vorliegenden Zusammenhang kommt es auf die Reichweite und das Ausmaß der durch die Elbe hervorgerufen maximalen Grundwasserstandsschwankungen an.

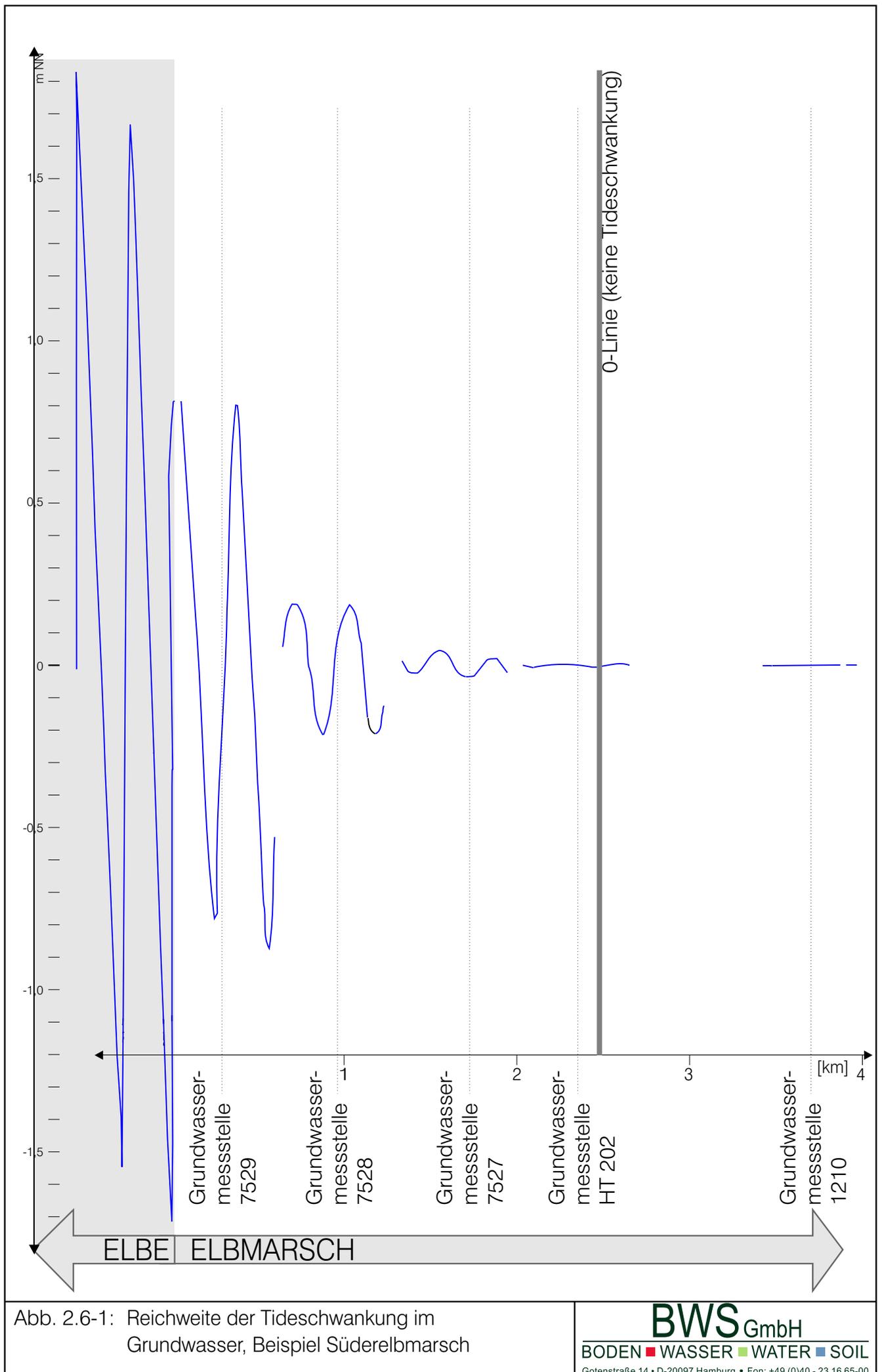


Abb. 2.6-1: Reichweite der Tideschwankung im Grundwasser, Beispiel Süderelbmarsch

2.7 Grundwasserströmungsverhältnisse

In den Elbmarschen herrschen besondere, von anderen Flußauen abweichende, marschtypische Grundwasserströmungsverhältnisse vor. Folgende Merkmale sind hervorzuheben:

- Geringe hydraulische Gefälle (bis zu 0,5 ‰ ohne Förderung, 0,25 bis 3,8 ‰ mit Förderung) und geringe Strömungsgeschwindigkeiten (2 bis 50 m/Jahr),
- Zustrom erhöhter Grundwassermengen aus der Geest, welche oftmals über marschrandliche Quellbereiche abfließen (in diesen Bereichen finden sich Geestrandmoore),
- Zustrom relativ geringerer Mengen von Elbuferfiltrat (verglichen mit Grundwassermengen aus der Geest),
- Vorhandensein hydraulischer Senken jeweils im Mittelbereich zwischen Elbe und Marsch (meist bedingt durch Wasserhaltung).

In der Marsch liegt in der Regel ein sogenanntes Leakagesystem vor. Das bedeutet, es findet ein vertikaler Austausch von Grundwasser und Oberflächenwasser statt. Dabei spielen die Grundwasserstände, die Oberflächenwasserstände und die Durchlässigkeiten der Deckschichten aus Klei oder Torf die maßgebende hydraulische Rolle. Die Strömungsrichtung ist abhängig von den unterschiedlichen Grundwasser- und Oberflächenwasserständen und den damit verbundenen Potenzialdifferenzen. Bei Grundwasserständen oberhalb der Oberflächenwasserstände ergibt sich eine vertikal nach oben gerichtete Strömung vom Grundwasser durch die Klei- bzw. Torfschichten in das Oberflächenwasser (beispielsweise Gräben). Bei Grundwasserständen unterhalb der Oberflächenwasserstände ergibt sich eine umgekehrte vertikal nach unten gerichtete Strömung durch diese Schichten. Die so ausgetauschte Wassermenge kann gering (Klei ohne Dränagen) oder höher sein bei Vorhandensein von Dränagen bzw. im Bereich von durchlässigeren Schichten.

Die o.g. Merkmale können im Bereich von wasserhaushaltlichen Maßnahmen überprägt sein. Grundwasserentnahmen, in das Grundwasser eingreifende Dränagen, Einstau oder Absenkungen von Gewässern usw. können diese Situation grundlegend verändern. Daraus können größere hydraulische Gefälle, größere Grundwasserströmungsgeschwindigkeiten, ein erhöhter Uferfiltratstrom, eine vergrößerte Reichweite des Elbeinflusses usw. resultieren.

In der Regel ist ein in etwa parallel zur Elbe verlaufendes hydraulisches Tief (Senke) vorhanden. Es befindet sich meist im mittleren Bereich der Marsch. Im Bereich solcher Tiefs treffen sich die geestseitigen und elbseitigen Grundwasserströme. Das bedeutet, dass der Uferfiltratstrom nur bis dorthin reichen kann.

Im Bereich von Grundwassergewinnungen ist diese Grundsituation verändert. Bei elbnahen Brunnen entsteht ein Gefälle von der Elbe zu den Brunnen. Es entsteht ein Uferfiltratstrom zum Brunnen anstatt zu einem hydraulischen Tief.

Eine Übersicht über die Grundwasserströmungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet ist in Karte I-6 dargestellt. Es handelt sich um eine Zusammenstellung verfügbarer Grundwassergleichenpläne, welche auf unterschiedlichen Datengrundlagen und Be-

messungszeiträumen beruhen. Sie wurden durch plausible Annahmen zu den Grundwasserströmungsrichtungen ergänzt.

Aus der Karte gehen sowohl ungestörte Grundsituationen, als auch förderbeeinflusste Situationen hervor.

Bei dem dargestellten Elbeinfluss handelt es sich um die Abgrenzung der möglichen Reichweite einer Uferfiltratströmung (Reichweite des Elbeinflusses). Die Abgrenzung ergibt sich aus der Auswertung vorhandener Grundwassergleichenpläne sowie Grundwasserstandsdaten und dort, wo entsprechende Unterlagen fehlen, aus hydrologischen Annahmen. Die Reichweite des Elbeinflusses ist überwiegend durch hydraulische Tiefbereiche in der Marsch begrenzt. Ein möglicher belasteter Uferfiltratstrom kann jeweils nur bis in diese Tiefbereiche gelangen. Die Tiefbereiche können auch durch die Absenkungstrichter von Wasserwerken gegeben sein.

Bei der Abgrenzung der möglichen Reichweite von Änderungen der Grundwassergüte sind aufgrund der geringen Fließgeschwindigkeiten die langzeitigen mittleren Grundwasserstände maßgebend.

Auch für die Abgrenzung möglicher Auswirkungsbereiche von Wasserstandsänderungen werden die hydraulischen Tiefbereiche herangezogen. In diesen Bereichen erfolgt durch die Wirkung der Dränagen bzw. der Grundwassergewinnung eine Überprägung des Einflusses der Elbwasserstände. Bei eher geringen Wasserstandsänderungen der Elbe ist mit weitaus schmaleren Einflussbereichen zu rechnen. Auch muss in Betracht gezogen werden, dass diese Bereiche bereits zum jetzigen Zeitpunkt erheblichen Grundwasserstandsschwankungen aufgrund der vorhandenen Tidewasserstandsschwankungen (Thw, Tnw) im Meter- bzw. Dezimeterbereich unterliegen.

Im elbnahen Bereich der Winsener Marsch und des östlichen Teils der Vier- und Marschlande wurde ein auf der sicheren Seite liegender Bearbeitungskorridor festgelegt. Dort ist ein Elbeinfluss nicht auszuschließen, kann jedoch aufgrund unzureichender Datendichte nicht abgegrenzt werden.

Die Bewertung der grundwasserwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen wird für die Bereiche vorgenommen, für die ein Elbeinfluss zu erwarten ist.

2.8 Vorhabensbezogene Beschreibung der hydrochemischen Verhältnisse im Grund- und Oberflächenwasser

2.8.1 Oberflächenwasser

In Zusammenhang mit dem geplanten Vorhaben ist der Salzgehalt (Salinität) des Elbwassers und des Wassers der Nebenflüsse von besonderer Bedeutung, weil infolge der geplanten Maßnahme u.a. mit einer (geringen) Änderung des Salzgehaltes gerechnet wird. Der Salzgehalt ist der Summenparameter aller im Wasser enthaltenen Salze. Ein Einzelparameter des Salzgehaltes ist der Chlorid-Gehalt, im Folgenden als Cl-Gehalt bezeichnet. Aufgrund der Salzgehalte kann im Stromverlauf der Elbe zwischen einer Salzwasserzone, einer Brackwasserzone und einer Süßwasserzone unterschieden werden. Nach Definition der ARGE ELBE (1992) weisen diese drei Bereiche folgende Cl-Gehalte auf:

Tab. 2.8-1: Definition Salzwasser, Brackwasser, Süßwasser

	Cl [mg/l]	Salinität [PSU]
Salzwasser	> 3000	> 5,0
Brackwasser	3000 - 300	5,0 - 0,5
Süßwasser	< 300	< 0,5
PSU = practical salinity unit		

In Abb. 2.8-1 sind für das Jahr 2003 die maximalen, mittleren und minimalen Salzgehalte entlang der Elbe aus Messungen, die von der ARGE ELBE durchgeführt wurden, dargestellt.

Der Salzgehalt in der Elbe schwankt mit der Tide und den sonstigen hydrologischen und meteorologischen Randbedingungen (Oberwasserabfluss). Dies wird aus der breiten Streuung zwischen Maximal- und Minimalwerten in Abb. 2.8-1 deutlich.

Aus der Darstellung geht hervor, dass sich die Grenze Brackwasser/Süßwasser stromaufwärts verschieben kann. Dementsprechend verlagert sich auch die Grenze Salzwasser/Brackwasser.

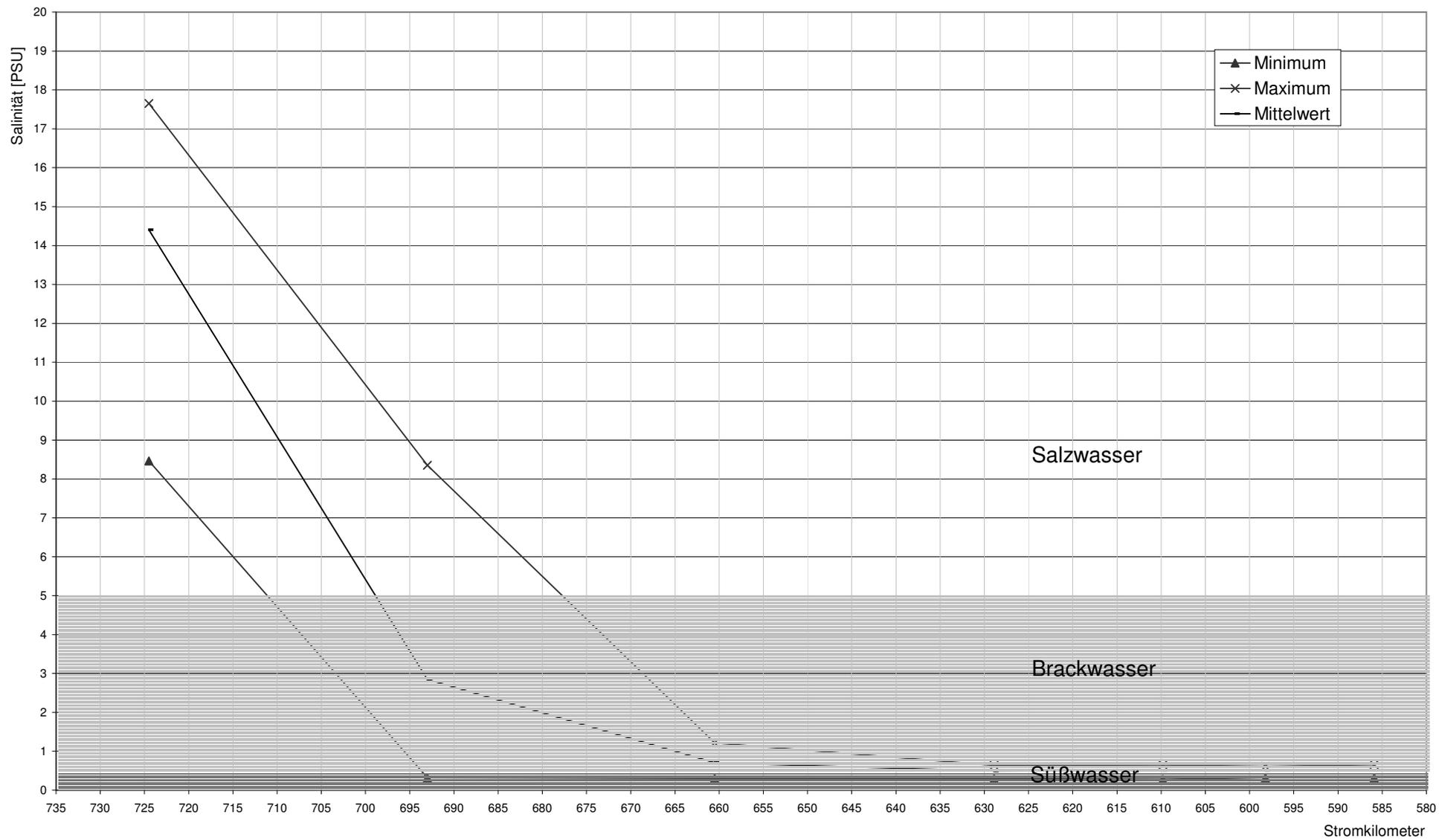


Abb. 2.8-1: Salinität entlang der Elbe (2003)

Cl-Gehalte in der Elbe und den Nebenflüssen

In Karte I-7 sind die maximalen, mittleren und minimalen Cl-Gehalte für die Elbe sowie die wichtigsten Nebenflüsse für den Zeitraum 1999 - 2004 eingetragen. In der Elbe lassen sich auch aufgrund der Cl-Gehalte die Salz-, Brack- und Süßwasserbereiche erkennen. Stromaufwärts ab dem Stromkilometerbereich 660 liegen die Mittelwerte unter dem Grenzwert von 250 mg/l der im Jahr 2001 novellierten Trinkwasserverordnung (TrinkwV).

In Nebenflüssen mit direktem Elbeinfluss sind die Cl-Gehalte – die dem Verfasser für den oben genannten Zeitraum bei den Nebenflüssen Schwinge, Este, Ilmenau, Lühe, Oste und Stör vorliegen – mit Mittelwerten zwischen 31,5 und 73,7 mg/l leicht erhöht. Die natürliche Cl-Belastung limnischer Gewässer beträgt in der Regel 20 - 30 mg/l. Die Mittelwerte liegen damit unter dem Grenzwert von 250 mg/l Cl der TrinkwV. Die Maximalwerte in den o.g. Nebenflüssen betragen im betrachteten Zeitraum bis zu 440 mg/l (Lühe).

Außer den Anionen Chlorid und Sulfat sind die Kationen Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium als weitere Inhaltsstoffe für die verschiedenen salzhaltigen Bereiche der Elbe charakteristisch. Nach Auswertungen von entsprechenden Messdaten der Wassergütestelle Elbe steigen die Gehalte dieser Kationen in der Regel im Brackwasserbereich proportional mit zunehmenden Salzgehalt an. Eine Ausnahme bildet das Calcium, dessen Gehalt in geringerem Maße ansteigt. Eine Klassifizierung des verschiedenen Elbwassers nach den genannten Stoffen ist in Tabelle 2.8-2 durchgeführt.

Tab. 2.8-2: Grundwasserrelevante Inhaltsstoffe des Elbwassers für verschiedene salzhaltige Bereiche

Inhaltsstoff	Elbe und Nebenflüsse (Süßwasser) [mg/l]	Elbe und Nebenflüsse (Brackwasser) [mg/l]	Elbe und Nebenflüsse (Salzwasser) [mg/l]
Cl	< 300	300 - 3000	> 3000
SO ₄	< 200	200 - 1000	> 1000
Na	< 100	100 – 200	> 200
K	< 25	25 - 200	> 200
Ca	< 100	100 - 200	> 200
Mg	< 30	30 - 200	> 200

Im Zusammenhang mit der Beschaffenheit ist die Abnahme der Frachten an Schwermetallen und organischen Schadstoffen in der Elbe zu erwähnen, die innerhalb der letzten 20 Jahre zu verzeichnen ist (ARGE ELBE 2004). Am Beispiel der Messstation Schnackenburg lässt sich die Entwicklung der Jahresfrachten an Schwermetallen und organischen Schadstoffen aufzeigen. Aus dem Vergleich der Messungen aus den Jahren 1986 und 2003 wird eine teilweise erhebliche Abnahme der Schadstofffrachten deutlich. So ging etwa der Arsengehalt von 110.000 kg/a im Jahr 1986 auf 45.000 kg/a im Jahr 2003 zurück. Das entspricht einer Änderung von -59 %. Noch offensichtlicher ist die Reduktion der organischen Schadstofffrachten. Für den Parameter Trichlorethen ist eine Abnahme von 31.000 kg/a im Jahr 1986 auf 83 kg/a im Jahr 2003 festzustellen. Das entspricht einer Änderung von -99,7 %.

2.8.2 Grundwasser

Die möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Grundwasserbeschaffenheit müssen vor dem Hintergrund der bestehenden Grundwassergüte beurteilt werden. In diesem Zusammenhang ist zu unterscheiden zwischen der geogen bedingten Grundwasserbeschaffenheit - dem Grundwassertyp - und der anthropogen bedingten Vorbelastung des Grundwassers. Der im gegebenen Zusammenhang wichtigste Sachverhalt ist der Salzgehalt des Grundwassers in Form der Salinität bzw. indirekt ausgedrückt durch den Cl-Gehalt.

Die natürliche (geogene) Beschaffenheit des Grundwassers ist lokal sehr unterschiedlich. In Abhängigkeit vom Umgebungsgestein können die Konzentrationen verschiedener Inhaltsstoffe erheblich schwanken. So ist beispielsweise die Salzbelastung des Grundwassers in der Nähe von Salzstöcken oder in Küstenähe deutlich höher als in anderen Gebieten.

Grundwassertypen

Nach HÖLTING (1991) lassen sich in Bezug auf den Salzgehalt für die Marsch drei Grundwassertypen unterscheiden. Zur Einstufung des Salzgehaltes dient der für den Salzgehalt maßgebliche Parameter Chlorid. Darüber hinaus werden für die übrigen Parameter als Information die möglichen Größenordnungen angegeben:

Tab. 2.8-3: Grundwassertypen in der Marsch

Inhaltsstoff	Grundwassertyp I (geringer Cl-Gehalt) [mg/l]	Grundwassertyp II (mittlerer Cl-Gehalt) [mg/l]	Grundwassertyp III (hoher Cl-Gehalt) [mg/l]	Grenzwert der TrinkwV [mg/l]
Cl	< 50	50 - 250	> 250	250
SO ₄	< 100	100 - 200	> 200	200
Na	< 30	30 - 100	> 100	150
Ca	< 150	50 - 150	> 100	400
Mg	< 10	10 - 20	> 20	50
Beschreibung	Geestgrundwasser, gering salzhaltig	Marschgrundwasser, gering bis stärker salzhaltig	Marschgrundwasser, stärker salzhaltig	Grenzwerte

Die Grundwassertypen unterscheiden sich folgendermaßen:

Grundwassertyp I:

Geestgrundwasser oder geestnahes Grundwasser in der Marsch mit geringen Salzgehalten, nach der TrinkwV geeignet für Trinkwasserzwecke. Das von der Geest in die Marsch strömende Grundwasser unterscheidet sich hinsichtlich seiner Inhaltsstoffe und seines Salzgehaltes deutlich vom Grundwasser in der Marsch. Das Geestgrundwasser weist wesentlich geringere Konzentrationen von Cl, SO₄, Na, Ca und Mg auf.

Diese geringe Belastung erklärt die Bedeutung des Geestgrundwassers für die Grundwassergewinnung. Wasserwerksbrunnen sind in der Regel so angeordnet, dass sie einen möglichst großen Anteil von Geestgrundwasser (70 – 90 %) und einen möglichst geringen Anteil Marschgrundwasser und Uferfiltrat fördern.

Grundwassertyp II:

Marschgrundwasser mit geringem bis stärkerem Salzgehalt, nach der TrinkwV geeignet für Trinkwasserzwecke. Dieser Grundwassertyp tritt häufig in elbbeinflussten Bereichen der Marsch auf.

Das unterschiedlich stark versalzene Grundwasser in der Marsch steht im nahen Uferbereich der Elbe in Zusammenhang mit dem Salzgehalt der Elbe. Mit zunehmender Entfernung zur Elbe nimmt der durch die Elbe hervorgerufene Salzgehalt aufgrund der Vermischung mit weniger salzhaltigem Grundwasser ab.

Im Allgemeinen ist anhand der Cl-Gehalte ein wenige hundert Meter in die Elbmarschen reichender Uferfiltrateinfluss der Elbe erkennbar. Im Bereich von Grundwasserförderungen mit Elbzustrom sind weiter reichende erhöhte Cl-Gehalte zwischen der Elbe und den Brunnen möglich. Hinweise hierauf gibt es insbesondere in der Haseldorfer Marsch und in der Seestermüher Marsch. Leichte Erhöhungen des Cl-Gehaltes im Grundwasser kann auch der Uferfiltrateinfluss von Elbnebenflüssen hervorrufen.

Grundwassertyp III:

Marschgrundwasser mit stärkerem Salzgehalt, nach TrinkwV nicht geeignet für Trinkwasserzwecke. Dieser Grundwassertyp tritt häufig in Bereichen auf, die durch Salzstöcke oder durch Küstenversalzung beeinflusst sind.

Besondere Verhältnisse liegen im niedersächsischen Bereich der Elbmarschen von Cuxhaven bis Stade und auf der gegenüberliegenden Schleswig-Holsteinischen Seite vor. Hier besteht eine natürliche Küstenversalzung.

Die in Anhang II näher beschriebenen hydrogeologischen Gebietseinheiten werden jeweils einem Grundwassertyp zugeordnet. Grundlage der Zuordnung sind die mittleren Cl-Gehalte ausgewählter Messstellen des Zeitraumes 1999 - 2005. Eine Übersicht der Chlorid-Verteilung ist in Karte I-7 enthalten.

Die Aufstellung zeigt, dass die hydrochemischen Eigenschaften des Grundwassers in der Marsch stark variieren. Die natürlichen (geogenen) Salzgehalte können insbesondere im Bereich von Salzstöcken und von Küstenversalzung sehr hoch sein und über den Maximalwerten der Elbe liegen. Änderungen bzw. ein Anstieg der Salzgehalte des Grundwassers bei vorher geringer Belastung können beispielsweise durch die Grundwasserförderung hervorgerufen werden, indem unbeabsichtigt salzhaltiges Wasser aus größeren Tiefen in oberflächennahe Grundwasserbereiche verlagert wird.

Auch die Salzgehalte des Elbwassers können zu Änderungen bzw. zu einem Anstieg des Salzgehaltes im Grundwasser führen, wenn eine Uferfiltration vorhanden ist. Dies ist zwar fast im gesamten Verlauf der Außen- und Unterelbe möglich, ist aber aufgrund der meist sehr geringen Grundwasserströmungsgeschwindigkeiten mit sehr langen Fließzeiten verbunden.

Anthropogene Vorbelastung

Eine Bewertung der anthropogenen Belastung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen nicht systematisch und flächendeckend leistbar. Sie ist auch nicht notwendig, da sich die von der geplanten Maßnahme ausgehenden Risiken nicht auf Schwermetalle und organische Schadstoffe beziehen, sondern vielmehr auf Salz- und Cl-Gehalte, die eher mit den geogenen Gehalten verglichen werden müssen. Einzelne Hinweise sind in den Beschreibungen der hydrogeologischen Gebietseinheiten (s. Anhang II) enthalten.

3. EINORDNUNG UND BEWERTUNG DES IST-ZUSTANDES

3.1 Maßgebliche Wirkungszusammenhänge

Grundlage für die Beurteilung der geplanten Maßnahme ist die Kenntnis der bestehenden, den Sachverhalt Grundwasser betreffenden Wirkungszusammenhänge. Dabei müssen die Besonderheiten der tidebeeinflussten Elbwasserstände und der Grund- und Oberflächenwasserhydrologie in der Marsch beachtet werden.

Die maßgeblichen hydrologischen Wirkfaktoren sind (vgl. Abb. 3.1-1):

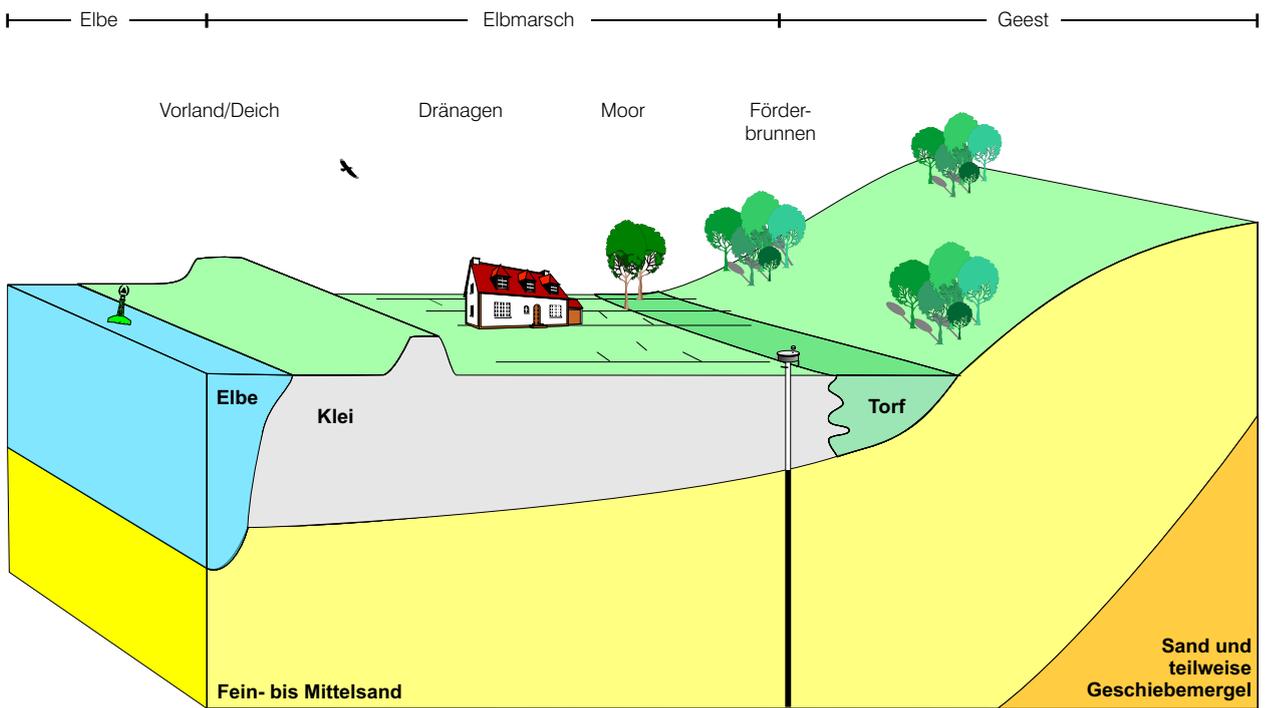
- die Elbe und die elbbeeinflussten Nebenflüsse,
- die Wasserhaltung in der Marsch,
- die Grundwasserförderung,
- der geestseitige Grundwasserzustrom.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlag spielt aufgrund der geringdurchlässigen Deckschichten in der Marsch nur eine untergeordnete Rolle. Bedeutender können Einsickerungs- und Aussickerungsvorgänge nach dem Leakage-Prinzip (s. Kap. 2.7) im Bereich geringdurchlässiger Marschsedimente (z.B. Klei) sein.

Die Grundwasserverhältnisse, d. h. die Grundwasserstände, die Grundwasserströmung und der Wasserhaushalt, werden durch das Zusammenwirken der genannten Faktoren bestimmt.

Die Folge des Einwirkens dieser Faktoren sind die für die Marsch typischen gespannten bis artesischen Grundwasserstände, geringe Grundwassergefälle, langsame Grundwasserströmungsgeschwindigkeiten und geringe Grundwasserumsätze.

Eine wichtige Komponente des Wasserhaushaltes in der Marsch ist in der Regel der von der Geest zutretende Grundwasserstrom. Das dort in großer Menge neugebildete Grundwasser strömt dem Elbtal bzw. der Marsch zu und sickert dort entweder in den randlichen Mooren oder Sandflächen der Vorgeest oder in die Wasserhaltungsgräben der Marsch aus. Im Allgemeinen besteht von der Elbe auch ein Grundwasserzustrom zur Marsch, wo es ebenfalls zu einer Aussickerung in den Wasserhaltungsgräben der Marsch kommt. Das Mengenverhältnis beider Grundwasserströme liegt in der Größenordnung von ca. 70 % bis 90 % geestseitigem und 10 % bis 30 % elbseitigem Grundwasser.



1	2	3
Elbe, Fahrrinnenvertiefung	Wirkungs- zusammenhang	Empfindliche Nutzung/Naturfunktion
Änderung der Wasserstände	Tidehoch- und Tide- niedrigwasserstände	Wasserwerk
Verringerung der Sohldichtigkeit	grundwasserwirksame mittlere Wasserstände	grundwasserabhängiges Landökosystem
Änderung der Salinität	Infiltration/ Exfiltration	Ackerbau, Obstbau

Abb. 3.1-1: Schemabild zu den maßgeblichen Wirkungszusammenhängen

Aufgrund der Wasserhaltungsmaßnahmen bildet sich in weiten Bereichen der Marsch eine elbparallele Grundwassersenke (hydraulisches Tief) heraus, welcher das Wasser beidseitig zuströmt. Die Strömung wird durch die ständige Wasserentnahme infolge der Entwässerung aufrecht erhalten.

Im Bereich von Grundwasserentnahmen können sich örtlich größere Absenkungstrichter mit entsprechend höheren hydraulischen Gefällen und Strömungsgeschwindigkeiten herausbilden. Hier ergeben sich größere Wasserumsätze und Abweichungen, wenn aus Brunnen Grundwasser gefördert wird. In solchen Bereichen kann es zu höheren von der Elbe her zuströmenden Wassermengen (Uferfiltrat) kommen, wenn die Trinkwassergewinnung aus dem oberen, quartären bzw. mit diesem in Verbindung stehenden tiefen Grundwasserleitern erfolgt.

In der Umweltverträglichkeitsuntersuchung kommt es darauf an, die möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf empfindliche Nutzungen und/oder Naturfunktionen (einschließlich der Ressource Grundwasser) festzustellen oder auszuschließen. Dabei sind drei Systemkomponenten zu betrachten (vgl. Abb. 3.1-1):

1. Das geplante Vorhaben und seine Wirkungen:

Im vorliegenden Zusammenhang sind dies die infolge der geplanten Fahrrinnenanpassung eintretenden Veränderungen der hydrologischen und hydrochemischen Verhältnisse in der Elbe, wie z.B. veränderte Elbwasserstände, eine veränderte Wassergüte und eine veränderte Durchlässigkeit der Elbsohle.

2. Die hydrogeologischen und/oder hydrochemischen Wirkungszusammenhänge zwischen Elbe und Grundwasser:

Die durch die geplante Fahrrinnenanpassung in der Elbe hervorgerufenen Veränderungen können sich nur dann im Grundwasser auswirken, wenn ein wirksamer hydrologischer Kontakt zwischen Elbe und Grundwasser besteht. Diese natürlichen Wirkungszusammenhänge müssen geeignet sein, die Wirkung der Maßnahme auf die empfindlichen Nutzungen und Naturfunktionen zu übertragen.

3. Potenziell beeinflusste, empfindliche grundwasserabhängige Nutzungen und Naturfunktionen:

Die dritte notwendige Komponente dieses Systems sind die möglicherweise beeinflussten empfindlichen Nutzungen (siehe auch Planfeststellungsunterlage J3) und Naturfunktionen selber. Dabei müssen auch die bestehenden Randbedingungen der Grundwassergüte und der Grundwasserstandsschwankungen (Vorbelastung) beachtet werden.

Eine schutzgutrelevante Auswirkung eines geplanten Vorhabens ergibt sich besonders dort, wo alle drei Systemkomponenten miteinander verknüpft auftreten. Das bedeutet, es müssen eine Auswirkung des Vorhabens, ein geeigneter natürlicher Wirkungszusammenhang und empfindliche Nutzungen bzw. Naturfunktionen vorhanden sein. Wenn eine der Komponenten fehlt, ergibt sich keine UVU-relevante Folge

des Vorhabens. Auch hängt die Intensität von den Größenordnungen aller drei Komponenten ab.

Im Rahmen der Untersuchungen zu AHU (1996) wurde ein schematisches Prinzipmodell aufgebaut, mit dessen Hilfe die grundlegenden Zusammenhänge in ihrer prinzipiellen Bedeutung untersucht werden können. Es handelt sich um ein dreidimensionales stationär geeichtes Grundwassermodell, ein Finite-Differenzen-Modell (MODFLOW). Mit Hilfe des Modells wurde ein senkrecht zur Elbe verlaufendes Transekt von einer Breite von ca. 3000 m dargestellt. Die grundsätzlichen Komponenten der damals erzielten Ergebnisse haben auch für den jetzigen Ist-Zustand Gültigkeit. Zusammenfassend lassen sich folgende grundsätzliche hydrologische Gegebenheiten darstellen :

- Die Grundsituation in der Marsch ohne Grundwasserentnahmen ist durch eine von der Elbe und von der Geest ausgehende Grundwasserströmung gekennzeichnet. Der größere Mengenanteil (ca. 70 %) geht von der Geest aus, der kleinere (ca. 30%) von der Elbe. Beide Ströme treffen sich in der Mitte des betrachteten Transektes. Die Grundwasserstände in der Marsch liegen bei ca. 0 bis 0,5 m NN und sind gespannt, bereichsweise auch artesisch. Sie haben ein sehr flaches Gefälle bis zu 0,5 ‰ ohne Fördereinfluss. Das meiste von der Geest zuströmende Wasser sickert im Bereich des im Transekt dargestellten Randmoores aus.
- Unter nicht durch eine Wasserentnahme geprägten Bedingungen strömt das von der Elbe ausgehende Uferfiltrat nur so weit in Richtung Marsch, bis es in Gräben und Vorfluter aussickert. Die Strömungsgeschwindigkeit ist sehr gering. Die Strömungsdauer bis zum Austritt des Wassers an die Bodenoberfläche kann bis zu mehreren hundert Jahren betragen. Der kürzeste berechnete Weg liegt bei ca. 500 Jahren.
- Die durch Grundwasserentnahmen veränderte Situation in der Marsch stellt sich etwas anders dar. Sie ist weiterhin durch eine von der Elbe und von der Geest ausgehende Grundwasserströmung gekennzeichnet. Die Mengenanteile sind unterschiedlich, je nach Lage der Brunnen. Bei Lage eines Brunnens in der Marsch kann sich unter den angenommenen ungünstigen Bedingungen ein Mengenanteil von 50% zu 50% ergeben. Die Mengenanteile verschieben sich zugunsten des Geestzustromes, wenn die Brunnen näher an der Geest liegen bis zu einem 100%-tigen Geestzustrom. Die Grundwasserstände in der Marsch sind im Bereich des Brunnens abgesenkt. Die Gefälle nehmen zu. Das von der Geest zuströmende Wasser sickert nicht mehr nur im Bereich des im Transekt dargestellten Randmoores aus, sondern gelangt auch zum Brunnen.
- Die Strömungsdauer ist auch mit Grundwasserentnahmen immer noch groß, aber gegenüber dem ungestörten Zustand verringert. Die Strömungsdauer bis zum Erreichen des Brunnens kann theoretisch weniger als 100 Jahre betragen.

Die Berechnungen machen deutlich, dass die Grundwasserförderung in der Marsch und im Marschrandbereich grundsätzlich geänderte hydrologische Verhältnisse hervorruft. Es ergibt sich je nach Lage der Grundwasserentnahme eine weit bis sehr weit

in die Marsch hineinreichende Uferfiltratströmung und eine Anströmung der Brunnen ausgehend von der Elbe bis in den Geestrandbereich. Auch ist zu beachten, dass die Grundwasserströmungsgeschwindigkeiten sich erheblich vergrößern können.

3.2 Vorhabensbedingte Einstufung der Empfindlichkeit und Bewertung des Ist-Zustandes

Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen ist die Frage nach möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf den Grundwasserhaushalt bzw. auf die Grundwasserqualität. Die Bewertung erfolgt für die im Einflussbereich der Elbe vorhandene Ressource Grundwasser sowie für die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber geringen Änderungen der Elbwasserstände und der Elbwassergüte. Die im Einflussbereich der Elbe gelegenen Nutzungen und Naturfunktionen können von den potenziellen Auswirkungen der Maßnahme betroffen sein. Es wird nicht davon ausgegangen, dass sich der Einflussbereich der Elbe vorhabensbedingt ändert.

Die Beschreibung und die Bewertung der Empfindlichkeit des Grundwassers werden nach folgender Skala vorgenommen:

- hohe Empfindlichkeit,
- mittlere Empfindlichkeit sowie
- geringe Empfindlichkeit.

Voraussetzung dafür, dass eine Betroffenheit im Zusammenhang mit den Nutzungen und Naturfunktionen entsteht, ist - wie bereits in Kap. 3.1 ausgeführt - , dass alle drei Systemkomponenten

- Wirkung der geplanten Maßnahmen (Änderung der Wasserqualität, Änderung der grundwasserwirksamen Wasserstände der Elbe, Änderung der Sohldurchlässigkeit der Elbe),
- Wirkungszusammenhang zwischen Elbe und Grundwasser sowie
- Vorhandensein empfindlicher Nutzungen und Naturfunktionen im Auswirkungsbereich

örtlich zusammentreffen. Hier sind auch solche Wirkungen zu beachten, die indirekt z.B. über Nebenflüsse der Elbe erfolgen. Der Umfang bzw. der Grad der potenziellen Betroffenheit ist gleichbedeutend mit der Empfindlichkeit.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten von Empfindlichkeiten:

- Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des chemischen Zustandes des Grundwassers (Grundwasserbeschaffenheit),
- Empfindlichkeit gegenüber Veränderungen des mengenmäßigen Zustandes des Grundwassers (Grundwasserstand und -strömung).

Die Bewertung der Empfindlichkeit bezieht sich auf die Situation im Ist-Zustand. Dabei erfolgt die Bewertung vor dem Hintergrund einer naturnahen Kulturlandschaft im Küstenbereich.

Das bedeutet:

- Es ist ein weitflächig eingedeichter Marsch- bzw. Auebereich mit NN-Höhen der Bodenoberfläche oberhalb der mittleren Wasserstände der Elbe vorhanden.

- Es besteht eine intensive Wasserhaltung als Voraussetzung für eine überwiegend landwirtschaftliche Nutzung.
- Die Elbe verläuft in einem festen Strombett innerhalb von Deichen. Die Nebenflüsse können bei Hochwasser durch Sperrwerke abgesperrt werden.

Die Empfindlichkeit ist vor dem Hintergrund der bestehenden hydrochemischen und hydrogeologischen Situation zu beurteilen. Dies betrifft zum einen die geogene Versalzung des Grundwassers durch die Ablaugung von Salzstöcken und durch die natürliche Küstenversalzung - was im Zusammenhang mit den Grundwassertypen berücksichtigt ist - und zum anderen die bereits bestehenden Oberflächenwasserstands- und Grundwasserstandsschwankungen (Hydrodynamik) im Marschbereich.

In Anlehnung an das bereits bei der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung verwendete Bewertungsverfahren (AHU 1996) wurde für die genannten Sachverhalte eine Empfindlichkeitsmatrix erarbeitet. Bei der Einstufung wurde davon ausgegangen, dass die durch das geplante Vorhaben möglichen Änderungen der grundwasserrelevanten Parameter verhältnismäßig gering sind.

Demgemäß wird die Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber geringen möglichen Änderungen der Grundwassergüte und der Grundwasserstände betrachtet. Diese Vorgehensweise entspricht den Voraussagen zu den Wirkungen des geplanten Vorhabens. Falls davon abweichend größere Änderungen zu erwarten sind, würde sich eine andere Skala ergeben.

Begründung hierfür ist die besondere marschtypische hydrologische Situation. So sind z.B. große Grundwasserstandsschwankungen bereits im Ist-Zustand vorhanden. Ihre Auswirkungen auf grundwasserabhängige Nutzungen und Naturfunktionen werden in der Regel ausreichend durch die abdichtende Wirkung der Kleischichten, durch Dränagen und durch Wasserhaltungsgräben gedämpft. Es handelt sich um ein hydrologisches System mit einer relativ großen Toleranz gegenüber Schwankungen der Grundwasserstände.

Auch hinsichtlich möglicher Änderungen der Wassergüte des Elbwassers ist wegen der im Normalfall geringen Strömungsgeschwindigkeiten eines möglichen Uferfiltratstromes und bereichsweise bereits vorhandener geogener Vorbelastungen der Grundwassergüte von einer relativ großen Systemtoleranz auszugehen.

Die Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber möglichen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte ist in Tabelle 3.2-1 wiedergegeben. Hierbei ist berücksichtigt, dass gleiche Nutzungen bei verschiedenen Grundwassertypen unterschiedlich empfindlich eingestuft werden können. Folgende grundsätzlichen Einstufungen für die Nutzungen und Naturfunktionen wurden vorgenommen:

Hohe Empfindlichkeit:

Hier sind im Zusammenhang mit Änderungen der Grundwassergüte möglicherweise beeinflusste Nutzungen mit einer besonderen Bedeutung für die menschliche Gesundheit (Trinkwassergewinnung) eingestuft. In diese Empfindlichkeitsstufe wurden auch die Ressource Grundwasser sowie die grundwasserabhängigen

Landökosysteme und Schutzgebiete bei Vorkommen in Gebieten mit dem Grundwassertyp I eingestuft.

Im Zusammenhang mit möglichen relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände ergeben sich aufgrund der hydrologischen Verhältnisse in der Marsch keine hohen Empfindlichkeiten.

Mittlere Empfindlichkeit:

Hier sind im Zusammenhang mit Änderungen der Grundwassergüte möglicherweise beeinflusste Nutzungen und Naturfunktionen eingestuft, an die sich ein hoher materieller Wert knüpft (Bewässerungseinrichtungen für hochwertige Kulturen) bzw. die dem Zweck der Lebensmittelherstellung dienen. Weiterhin sind hier grundwasserabhängige Landökosysteme und Schutzgebiete eingestuft, die in Gebieten mit dem Grundwassertyp II vorkommen. Die Ressource Grundwasser wird bei Vorkommen in Gebieten mit Grundwassertyp II als mittel empfindlich eingestuft.

Im Zusammenhang mit möglichen, relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände ergibt sich diese Einstufung für grundwasserabhängige Landökosysteme und Schutzgebiete sowohl in Gebieten mit Grundwassertyp II als auch mit Grundwassertyp III.

Geringe Empfindlichkeit:

Hier sind die übrigen im Zusammenhang mit möglichen Änderungen der Grundwassergüte möglicherweise beeinflussten Nutzungen und Naturfunktionen eingestuft, die einen relativ mittleren bis geringen materiellen Wert haben (z.B. Grünland), sowie alle Nutzungen (Brauchwasserbrunnen für Industrie und Gewerbe) und Naturfunktionen in Gebieten mit dem Grundwassertyp III.

Im Zusammenhang mit möglichen Änderungen der Grundwasserstände ergibt sich die Einstufung „gering empfindlich“ für alle Nutzungen und Naturfunktionen sowie sonstige Flächen (mit Ausnahme der grundwasserabhängigen Landökosysteme und Schutzgebiete, s.o.) .

Tab. 3.2-1: Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber möglichen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte

Grundwasser- abhängige Nutzungen und Naturfunktionen	Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände	Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwassergüte		
		Gw- Typ I	Gw- Typ II	Gw- Typ III
Grundwasser als Ressource	gering	hoch	mittel	gering
Grundwassergewinnung				
<u>Wasserschutzgebiet</u> , Schutzzone III ausgewiesen oder in Planung	gering	hoch	hoch	gering
<u>Förderbrunnen</u> für Trinkwasserzwecke	gering	hoch	hoch	gering
<u>Förderbrunnen</u> für Lebensmittelzwecke	gering	mittel	mittel	gering
<u>Förderbrunnen</u> für Brauchwasserzwecke	gering	gering	gering	gering

Tab. 3.2-1: Empfindlichkeit der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen gegenüber möglichen Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwassergüte (Fortsetzung 1)

Grundwasser-abhängige Nutzungen und Naturfunktionen		Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwasserstände	Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwassergüte		
			Gw- Typ I	Gw- Typ II	Gw- Typ III
Landwirtschaft, landwirtschaftliche Grundwassernutzung					
<u>Ackerfläche, Dauerkultur</u>		gering	mittel	mittel	gering
<u>Grünland, Wald</u>		gering	gering	gering	gering
Naturschutz					
<u>grundwasserabhängiges Landökosystem</u>		mittel	hoch	mittel	gering
<u>grundwasserabhängiges Schutzgebiet</u>		mittel	hoch	mittel	gering
<u>sonstiges Schutzgebiet</u>		gering	gering	gering	gering
Siedlung, Industrie, Gewerbe (sonstige Flächen)					
sonstige Flächen	<u>Siedlungs-, Industrie- und Gewerbegebiete, Einzelgebäude, Kläranlagen, Deponien usw.</u>	gering	gering	gering	gering

Es ergeben sich umso größere Empfindlichkeiten, je höherwertig die Nutzung und je geringer der geogene Salzgehalt des Grundwassers ist.

Die Beurteilung der Empfindlichkeit vor dem Hintergrund der bestehenden hydrologischen und hydrochemischen Situation bedeutet, dass die geogenen Zustände im Ist-Zustand hinreichend berücksichtigt werden. Es wird beispielsweise davon ausgegangen, dass die Nutzungen in einem Bereich mit dem Grundwassertyp III (hoher Salzgehalt) an diese Situation angepasst sind oder dass Nutzungen wegen abdichtender Deckschichten **trotz** dieser Situation möglich sind. In beiden Fällen bedeutet dies eine geringe Empfindlichkeit der Nutzungen.

Umgekehrt ist bei geringeren geogenen Salzgehalten des Grundwassers von einer größeren Empfindlichkeit der Nutzungen gegenüber Veränderungen (Erhöhungen des Salzgehaltes) auszugehen.

Bei der Beurteilung einer möglichen Beeinträchtigung ist neben der Empfindlichkeit die Reichweite und Intensität möglicher Auswirkungen wichtig. In Karte I-8 wird die jeweils vorhandene Empfindlichkeit gemäß Tabelle 3.2-1 für den Bereich mit Elbeinfluss dargestellt. Bei der dargestellten Empfindlichkeit der Nutzungen und Naturfunktionen handelt es sich jeweils um die auf einer Fläche vorhandene höchste Empfindlichkeitsstufe, die sich in Zusammenhang mit relativ geringen Änderungen des Grundwasserhaushaltes bzw. der Grundwassergüte ergibt.

3.2.1 Ergebnis der vorhabensbedingten Einstufung der Empfindlichkeit und Bewertung des Ist-Zustandes

Im Untersuchungsgebiet ergeben sich anhand des genannten Beurteilungsvorgehens folgende Empfindlichkeiten:

Hohe Empfindlichkeit:

In diese Kategorie wurden in Zusammenhang mit Änderungen der Grundwassergüte die Wasserwerksbrunnen sowie die dazugehörige Wasserschutzzone III in Gebieten mit Grundwassertyp I oder II eingestuft, die aus dem oberen, quartären bzw. mit diesem in Verbindung stehenden tiefen Grundwasserleitern fördern. Diese Nutzungen befinden sich auf der nördlichen Elbseite in den Bereichen Elmshorn, Uetersen, Haseldorfer Marsch und Curslack sowie auf der südlichen Elbseite in der Süderelbmarsch. Gleiches gilt für die privaten Trinkwasserbrunnen im Hamburger Raum.

Darüber hinaus wird das Schutzgebiet und grundwasserabhängige Landökosystem Moorgürtel in der Süderelbmarsch als hoch empfindlich eingestuft.

Die Ressource Grundwasser wird lediglich in der Süderelbmarsch als hoch empfindlich eingestuft.

Mittlere Empfindlichkeit:

In diese Kategorie wurden die Förderbrunnen für Lebensmittelzwecke im Bereich der Grundwassertypen I und II eingestuft, welche vorwiegend im Bereich des Hamburger Hafens und der Haseldorfer Marsch liegen. Darüber hinaus wurden Acker- und Obstbaugebiete im Bereich der Grundwassertypen I und II als mittel empfindlich eingestuft. Diese finden sich südlich der Elbe insbesondere im Alten Land sowie auf der nördlichen Elbseite in der Haseldorfer Marsch und den Vier- und Marschlanden.

Mit einer mittleren Empfindlichkeit eingestufte grundwasserabhängige Landökoysteme und Schutzgebiete befinden sich überwiegend beidseitig entlang der Tideelbe von Cuxhaven bis Geesthacht (mit Ausnahme des Hamburger Hafens), darüber hinaus auf der südlichen Elbseite im Kehdinger Land, der Unteren Seeve- und der Unteren Luhe-Ilmenau-Niederung sowie nördlich der Elbe im Bereich Wilster und entlang der Nebenflüsse Stör sowie teilweise der Krückau und der Pinnau.

Die Ressource Grundwasser wird in den Bereichen Seestermüher Marsch, Hamburg-Nord, Wilhelmsburger Insel, Vier- und Marschlande, Winsener Marsch, Neuland und Altes Land als mittel empfindlich eingestuft.

Geringe Empfindlichkeit:

Geringe Empfindlichkeiten finden sich flächenhaft beidseitig der Tideelbe. In diese Kategorie wurden alle Brauchwasserbrunnen im Untersuchungsgebiet eingestuft. Diese liegen vor allem im Hamburger Hafen, in den Vier- und Marschlanden und bei Brunsbüttel.

Darüber hinaus wurden sonstige Schutzgebiete in den Bereichen Kehdinger Land, Süderelbmarsch, Neuland, Kollmar, Ochsenwerder, Curslack sowie teilweise entlang der Nebenflüsse Krückau und Pinnau in diese Kategorie eingestuft.

Die Ressource Grundwasser wird in den Bereichen Dithmarscher Marsch, Wilster Marsch, Kremper Marsch, Land Hadeln West, Land Hadeln, Kehdinger Land Nord, Kehdinger Land Süd als gering empfindlich eingestuft.

4. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE ZUM IST-ZUSTAND

Die Darstellung und Bewertung des Ist-Zustandes für das Teilschutzgut Grundwasser basiert auf umfangreichem Datenmaterial, das in den drei betroffenen Bundesländer beschafft, gesichtet, dokumentiert und ausgewertet wurde.

Die vorliegenden Aussagen zum Ist-Zustand und die Bewertung der Empfindlichkeiten der Nutzungen und Naturfunktionen werden unter der Voraussetzung getroffen, dass das geplante Vorhaben nur geringe Änderungen der Elbhydrologie und der Wasserbeschaffenheit der Elbe zur Folge hat.

Eine Vertiefung der Untersuchungen wurde im Rahmen der Abgrenzung von 14 hydrogeologischen Gebietseinheiten vorgenommen.

Innerhalb dieser Gebietseinheiten wurde jeweils der mögliche bzw. bestehende Einflussbereich der Elbe abgegrenzt. Es handelt sich ohne Grundwasserförderung um die Bereiche zwischen der Elbe und den hydraulischen Senken im Mittelbereich der Marsch, unter durch Grundwasserförderung beeinflussten Verhältnissen um die Bereiche zwischen Elbe und den Absenkungstrichtern der Wasserentnahmen.

Weiterhin wurde durch die Unterscheidung von drei Grundwassertypen die bestehende, regional unterschiedliche geogene Versalzung des Grundwassers anhand des Cl-Gehaltes berücksichtigt.

Die in den Elbmarschen vorhandenen Grundwasservorkommen und grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen wurden vor dem Hintergrund der bestehenden hydrologischen und hydrochemischen Verhältnisse in der Marsch auf ihre Empfindlichkeit im Hinblick auf geringe Änderungen der Elbhydrologie und der Wasserbeschaffenheit der Elbe untersucht und jeweils einer hohen, mittleren oder geringen Empfindlichkeit zugeordnet.

Überwiegend weisen die Flächen eine geringe bis mittlere Empfindlichkeit gegenüber möglichen grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf. Kleinstflächig bestehen hohe Empfindlichkeiten in den Bereichen Süderelbmarsch, Elmsborn, Uetersen, Haseldorfer Marsch und Curslack. Diese Flächen entsprechen hauptsächlich den Standorten von Wasserwerksbrunnen mit ausgewiesener Schutzzone III. Die Ressource Grundwasser wird lediglich in der Süderelbmarsch als hoch empfindlich eingestuft.

5. BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER PROGNOSEN

5.1 Beschreibung des geplanten Vorhabens und seiner grundwasserrelevanten Eigenschaften

5.1.1 Beschreibung des geplanten Vorhabens

Im Weiteren wird das geplante Vorhaben der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe zunächst kurz beschrieben. Die Darstellung konzentriert sich dabei auf die grundwasserrelevanten Eigenschaften des geplanten Vorhabens. Eine detaillierte Beschreibung des gesamten geplanten Vorhabens erfolgt im Rahmen der Planfeststellungsunterlage Teil B.2. Die Auswertung der Vorhabensbeschreibung im Hinblick auf die Umweltrelevanz der beabsichtigten Maßnahmen ist dem zusammenfassenden UVU-Bericht zu entnehmen (Planfeststellungsunterlage Teil E, Kap. 1). Eine Übersicht über die Baumaßnahmen in den einzelnen hydrogeologischen Gebietseinheiten findet sich in Anhang III. Dabei werden jeweils nur die grundwasserrelevanten Maßnahmen aufgeführt.

Zusammengefasst besteht das zur Planfeststellung beantragte Vorhaben aus:

- Ausbaumaßnahmen,
- begleitenden Baumaßnahmen und
- Strombau- und Verbringungsmaßnahmen.

Ausbaumaßnahmen

Die Ausbaustrecke der geplanten Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe reicht von der Außenelbe (Tonne 7, km 755,3) bis in den Hamburger Hafen zum Containerterminal Altenwerder (Süderelbe, km 619,5) bzw. zum mittleren Freihafen (Norderelbe, km 624). Bestandteil des Vorhabens ist zudem der Ausbau der Hafenzufahrten Parkhafen / Waltershofer Hafen (ohne Schiffs Liegeplätze) sowie Vorhafen auf die Solltiefe der angrenzenden Fahrrinnen. Insgesamt ergibt sich bezogen auf die Ausbaugrenze in der Süderelbe eine Ausbaustreckenlänge von knapp 136 km (Planfeststellungsunterlage B.2). Stromauf der beiden hafenseitigen Ausbaugrenzen wird die Fahrrinnensohle an die jeweiligen Solltiefen der oberstromigen Fahrrinnen rampenförmig angepasst.

Die Norder- und die Süderelbe werden von den Ausbaugrenzen (s.o.) bis zum Bereich des BAB-Elbtunnels auf -17,40 mNN vertieft. Die Fahrrinntiefe über dem Elbtunnel (km 626 - 627) bleibt gegenüber dem heutigen Zustand unverändert bei -16,70 mNN. Vom Elbtunnel bis St. Margarethen (km 689,1) wird eine Solltiefe von -17,30 mNN erforderlich. Unterhalb von St. Margarethen fällt die Solltiefe stetig bis auf -19,00 mNN bei km 734 (Mittelgrund) ab und bleibt bis zur Ausbaugrenze bei km 755,3 auf diesem Niveau (Planfeststellungsunterlage Teil B.2).

Die Differenz von derzeitiger und geplanter Sollsohle („Vertiefungsmaß“) beträgt zwischen 0 m (keine Vertiefung über dem BAB-Elbtunnel auf der Hamburger Delegationsstrecke) und 2,42 m bei km 726 (Cuxhaven).

Die geplanten Regelbreiten der Fahrrinne in der Ausbauvariante sollen von 180 m bis 400 m reichen. Die vorhandene Regelbreite der Fahrrinne wird bereichsweise um maximal 20 m vergrößert. Darüber hinaus ist es geplant, eine Begegnungsstrecke zwischen km 636 (Blankenese) und km 644 (Ausgang Lühekurve) einzurichten, deren Regelbreite 385 m betragen soll. Im Köhlbrand ist eine ostwärtige Verschiebung der 200 m breiten Fahrrinne um 15 m nach Osten vorgesehen (Planfeststellungsunterlage B.2).

Begleitende Baumaßnahmen

Die begleitenden Baumaßnahmen sind überwiegend ohne Relevanz für das Grundwasser. Dies gilt insbesondere für die Anpassung der Schifffahrtszeichen, den Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese und die Sicherung bzw. den Ausbau von Dükern. Lediglich für die geplante Vorsetze im Bereich der Köhlbrandkurve und die Anlage eines Warteplatzes vor dem Elbhafen Brunsbüttel scheinen Auswirkungen auf das Grundwasser nicht grundsätzlich ausgeschlossen zu sein. Im Bereich der Köhlbrandkurve ist die Anlage einer rd. 1.200 m langen Vorsetze am Ostufer der Köhlbrandkurve geplant, die den aus der Vertiefung entstehenden Geländesprung auffängt und als kombinierte Spundwand ausgeführt werden soll. Außerdem ist die Anlage eines ca. 55 ha großen Warteplatzes vor dem Elbehafen Brunsbüttel geplant, der auf –17,5 mNN bzw. in einer Endausbaustufe bis auf – 18,3 mNN vertieft werden soll.

Strombau- und Verbringungsmaßnahmen

Die einzelnen Bestandteile des (strombaulichen) Konzepts zur Unterbringung des Ausbaubaggerguts sind:

- Unterwasserablagerungsflächen
- Übertiefenverfüllungen
- Ufervorspülungen
- Spülfelder
- Umlagern im Gewässer auf ausgewiesenen Umlagerungsstellen

Im Rahmen des geplanten Vorhabens sind sechs Unterwasserablagerungsflächen vorgesehen von denen drei im Elbmündungsgebiet (Medemrinne Ost, Neufelder Sand, Glameyer Stack-Ost) und drei in der Unterelbe (St. Margarethen, Scheelenkuhlen, Brokdorf) liegen. Mit den Unterwasserablagerungsflächen werden neben der reinen Unterbringung des Ausbaubaggergutes auch strombauliche Ziele verfolgt. Darüber hinaus ist die Verfüllung einer bestehenden Übertiefe im Bereich von St. Margarethen vorgesehen. Hier ist der gezielte Unterwasserbodeneinbau von Sand und die Verklappung von Mergel geplant.

Außerdem ist die Aufhöhung und/oder Verbreiterung von Uferabschnitten in 7 Bereichen der Unterelbe (Brokdorf, Glückstadt/Störmündung (unterhalb), Glückstadt/Störmündung (oberhalb), Kolmar (A,B,C), Hetlingen, Wisch (Lühe), Wittenbergen) vorgesehen. Diese Ufervorspülungen dienen sowohl dem Uferschutz als auch der Unterbringung von Baggergut.

Spülfelder sind im Rahmen des geplanten Vorhabens auf Schwarztonnensand und auf Pagensand vorgesehen. Auf Schwarztonnensand ist die Anlage eines ca. 62 ha großen Spülfeldes zur Unterbringung von Schluffen und Feinsanden geplant, Außerdem sind auf der Elbinsel Pagensand drei Spülfelder zur Ablagerung von Baggergut aus den ausbaubedingt vorübergehend erhöhten Unterhaltungsbaggerungen vorgesehen. Es handelt sich dabei um die Erweiterung von zwei bestehenden Spülfeldern (Pagensand I und II) sowie die Neuanlage eines weiteren Spülfeldes (Pagensand III).

Zusätzlich ist die Verbringung von Baggergut auf zwei Umlagerungsstellen im Elbmündungsgebiet (Medembogen, Neuer Luechtergrund) vorgesehen. Beim Umlagern wird das Baggergut an geeigneten Stellen in das Gewässer zurückgeführt und so den natürlicherweise im Gewässer ablaufenden Feststofftransportprozessen wieder verfügbar gemacht.

5.1.2 Darstellung der durch das geplante Vorhaben verursachten Veränderungen grundwasserrelevanter Merkmale

Die geplante Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe kann grundsätzlich bei den in Kapitel 1.2.5 dargestellten Wirkungszusammenhängen zwischen Elbwasser und Grundwasser zu Veränderungen führen. Es ergeben sich mögliche vorhabensbedingte Veränderungen der grundwasserrelevanten Eigenschaften für die in Kapitel 1.2.5 grundsätzlich beschriebenen Punkte:

- Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle (Abdichtung durch Feinteilchen auf der Sohle oder innerhalb des Sedimentes),
- Entfernung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Geschiebemergel) an der Sohle der Elbe,
- Verbringung von Baggermaterial in Unterwasserablagerungsflächen, Übertiefen, Ufervorspülungen, Umlagerungsstellen sowie auf Spülfeldern an Land,
- Verbringung von salzhaltigem Baggermaterial im Süßwasserbereich,
- Begleitende Baumaßnahmen (Vorsetze im Bereich der Köhlbrandkurve, War-teplatz vor dem Elbehafen Brunsbüttel),
- Änderung der grundwasserwirksamen Elbwasserstände,
- Verschiebung der Brackwasser-/Süßwassergrenze stromaufwärts.

Im Weiteren werden die durch die geplante Fahrrinnenanpassung verursachten Veränderungen der grundwasserrelevanten Merkmale detailliert analysiert.

Zur **Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle** kommt es generell in den von Ausbaubaggerungen betroffenen Bereichen, die sich zwischen der Außenelbe (km 755,3) bis in den Hamburger Hafen zum Containerterminal Altenwerder (Süderelbe, km 619,5) bzw. zum mittleren Freihafen (Norderelbe, km 624) erstrecken (vgl. Abb. 3.2.2-4 in Teil B.2 der Planfeststellungsunterlagen).

Das geplante Vorhaben bedingt in einigen Bereichen auch die **Entfernung bzw. Reduzierung von geringdurchlässigen Schichten (Klei, Schluff, Mergel) an der Elbsohle**. Hiervon betroffen sind kleinräumige Abschnitte, die sich im Wesentlichen in folgenden Bereichen befinden:

- Hamburg / Wedel (Elbe-km 630 – 645),
- Twielenfleth (Elbe-km 651 – 654)
- Krautsand / Rhinplatte (Elbe-km 669 – 675)
- zwischen Brunsbüttel und der Ostemündung (Elbe-km 690 – 705),
- Otterndorf / Medemrinne (Elbe-km 710 – 715)

Die **Verbringung des anfallenden Baggermaterials** erfolgt in Unterwasserablagerungsflächen, Übertiefen, Ufervorspülungen, Umlagerungsstellen sowie auf Spüfel-

dem an Land (vgl. Planfeststellungsunterlage Teil B.2). Als grundwasserrelevante Eigenschaft dieser Maßnahmen sind im Gewässer die Durchlässigkeit der eingebrachten Sedimente im Hinblick auf Änderungen der Sohldurchlässigkeit sowie die Schadstoffgehalte der eingebrachten Sedimente von Bedeutung. Im Falle der Unterwasserablagerungsflächen wird z.B. Mergel ausschließlich im Elbmündungsbereich eingebracht, während auf den Unterwasserablagerungsflächen in der Unterelbe nur sandige Sedimente unterschiedlicher Körnung eingebracht werden. Bei der Übertiefenverfüllung vor St. Margarethen wird lokal begrenzt auch Mergel eingebaut. Im Bereich der im Elbmündungsbereich gelegenen Umlagerungsstellen wird sowohl sandiges als auch feinkörniges Material umgelagert, das den natürlicherweise im Gewässer ablaufenden Feststofftransportprozessen wieder verfügbar gemacht wird. Die, in der Regel unterhalb der mittleren Hochwasserlinie liegenden, Ufervorspülungen werden mit sandigen Sedimenten angelegt. Durch die Verbringung des anfallenden Baggergutes sind keine Zunahmen der mittleren spezifischen Schadstoffgehalte an den Verbringungsflächen zu erwarten (Planfeststellungsunterlage H.2b). Diese Beurteilung gilt für die Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne Ost jedoch nur unter der Bedingung, dass oberflächennah keine spezifisch hoch belasteten Sedimente eingebaut werden.

Außerhalb des Gewässers ist neben der Beschaffenheit des einzubringenden Baggergutes auch der anstehende Untergrund von Bedeutung. Auf Schwarztonnensand ist die Verbringung von schluffigen Feinsanden vorgesehen. Das geplante Spülfeld soll auf Substraten angelegt werden, die eine große Durchlässigkeit für Sickerwasser aufweisen. Auf Pagensand ist die Aufspülung von Schluff und Feinsand auf drei Teilflächen vorgesehen. Die geplanten Spülflächen sollen auf teils sandigen teils feinkörnigen Aufspülungen angelegt werden. Der Untergrund unter den bestehenden Aufspülungen besteht im Falle der Spülfelder Pagensand I und II aus konsolidiertem, lehmig-tonigem Klei mit geringer Wasserdurchlässigkeit und im Falle der Spülfläche Pagensand III überwiegend aus feinsandigem Substrat mit großen Durchlässigkeiten für Sickerwasser (vgl. Planfeststellungsunterlage H.3).

Die **Verbringung von salzhaltigem Baggermaterial in den Süßwasserbereich** ist im Rahmen des geplanten Vorhabens nicht vorgesehen. Diesbezügliche Auswirkungen des geplanten Vorhabens sind damit auszuschließen.

Als **Begleitende Baumaßnahmen** zu der geplanten Fahrrinnenanpassung sind auch zwei Maßnahmen mit möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser vorgesehen. Im Bereich der Köhlbrandkurve ist die Anlage einer rd. 1.200 m langen Vorsetze am Ostufer der Köhlbrandkurve geplant, die als kombinierte Spundwand ausgeführt werden soll. Außerdem ist die Anlage eines ca. 55 ha großen Warteplatzes vor dem Elbehafen Brunsbüttel geplant, der auf –17,5 mNN bzw. in einer Endausbaustufe bis auf – 18,3 mNN vertieft werden soll.

Die aus dem geplanten Vorhaben resultierenden **Änderungen der Tidedynamik** wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) mit einer hochauflösenden 3D HN-Modellierung des Ausbauzustandes ermittelt (s. Planfeststellungsunterlage H.1a). Hinsichtlich der grundwasserwirksamen Elbwasserstände (verfügbarer Parameter: mittleres Tidemittelwasser (Tmw)) werden für den Ausbauzustand geringfügige Änderungen prognostiziert. Dies gilt für den Bereich direkt unterhalb des Wehrs Geesthacht und die Elbabschnitte zwischen Elbe-km 610 und 640 sowie zwischen Elbe-km 680 und 730 (s. Tab. 5.1-1). Es handelt sich dabei um Zu- bzw. Abnahmen des mittleren Tidemittelwassers von bis zu 1 cm. Angaben zu vorhabensbedingten Änderungen des mittleren Tidemittelwassers (Tmw) liegen für die Nebenflüsse nicht vor. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Veränderungen des grundwasserwirksamen mittleren Tidemittelwassers im Mündungsbereich der Nebenflüsse weitgehend den Veränderungen der angrenzenden Elbabschnitte entsprechen und die Veränderungen nach oberstrom relativ rasch abklingen.

In Tabelle 5.1-1 wird eine Übersicht über die von der BAW prognostizierten grundwasserrelevanten Änderungen der Tidedynamik gegeben. Die Darstellung bezieht sich auf die von der BAW gewählte Unterteilung in 10-km-Abschnitte. Für das Grundwasser sind in erster Linie die mittleren Tidewasserstände maßgeblich. Mit der Untersuchung der BAW steht dazu der Parameter mittleres Tidemittelwasser zur Verfügung, für den die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen bei niedrigem Oberwasserabfluss dargestellt werden (s. Tab. 5.1-1).

Tab. 5.1-1: Ausbaubedingte Änderungen des Tidemittelwassers und des mittleren Salzgehaltes bei niedrigem Oberwasserabfluss (BAW – Planfeststellungsunterlage H.1)

Elb-Abschnitt	Ausbedingte Änderungen des ...	
	mittleren Tmw	mittleren Salzgehaltes
km 750 - 740	0,00 m	0 PSU
km 740 - 730	0,00 m	0,0 bis 0,2 PSU
km 730 - 720	-0,01 bis 0,00 m	0,0 bis 0,2 PSU
km 720 - 710	-0,01 bis 0,01 m	-0,2 bis 0,6 PSU
km 710 - 700	0,00 bis 0,01 m	0,5 bis 0,7 PSU
km 700 - 690	0,00 bis 0,01 m	0,5 bis 0,7 PSU
km 690 - 680	0,00 bis 0,01 m	0,3 bis 0,5 PSU
km 680 - 670	0,00 bis 0,01 m	0,1 bis 0,3 PSU
km 670 - 660	0,00 m	0,0 bis 0,1 PSU
km 660 - 650	0,00 m	0,0 PSU
km 650 - 640	0,00 m	0,0 PSU
km 640 - 630	-0,01 bis 0,00 m	0,0 PSU
km 630 - 620	-0,01 bis 0,00 m	0,0 PSU
km 620 - 610	-0,01 bis 0,00 m	0,0 PSU
km 610 - 600	0,00 m	0,0 PSU
km 600 - 586	0,0 bis 0,01 m	0,0 PSU

Im Rahmen der Modellierung des Ausbauzustandes wurden auch die aus dem geplanten Vorhaben resultierenden **Änderungen des Salzgehaltes** ermittelt (s. Planfeststellungsunterlage H.1a). Die Untersuchungen der BAW haben ergeben, dass die vorhabensbedingten Veränderungen der Tidedynamik eine stromaufwärts gerichtete Verschiebung der Brackwassergrenze sowie eine Veränderung der Salzgehalte innerhalb der Brackwasserzone bewirken. Die größte Veränderung sowohl des maximalen als auch des mittleren Salzgehaltes ist bei niedrigem Oberwasserabfluss im Bereich Brunsbüttel (Elbe-km 700) zu erwarten. Die obere Grenze der Brackwasserzone rückt bei niedrigem Oberwasserabfluss um ca. 1.400 m nach Oberstrom vor (ermittelt aus Längsschnitten entlang der Fahrrinnenmitte). Vom Wehr Geesthacht bis Elbe-km 650 sind laut BAW (Planfeststellungsunterlage H 1.a) keine vorhabensbedingten Veränderungen der Salzgehalte zu erwarten. Zwischen Elbe-km 650 und 655 liegen die vorhabensbedingten Veränderungen des mittleren Salzgehaltes deutlich unter 0,1 PSU (s. Planfeststellungsunterlagen H.1a und H.2a). Im daran angrenzenden Bereich bis Elbe-km 670 werden vorhabensbedingte Veränderungen des mittleren Salzgehaltes von bis zu +0,1 PSU und unterhalb von Elbe-km 670 von bis zu +0,7 PSU prognostiziert.

In Tabelle 5.1-1 wird eine Übersicht über die von der BAW prognostizierten grundwasserrelevanten Änderungen des Salzgehaltes gegeben. Die Darstellung bezieht sich auf die von der BAW gewählte Unterteilung in 10-km-Abschnitte. Für das Grundwasser sind in erster Linie die mittleren Salzgehalte maßgeblich. Mit der Untersuchung der BAW steht dazu der Parameter mittlere Salinität zur Verfügung, für den die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen bei niedrigem Oberwasserabfluss dargestellt werden.

Die Veränderungen der Salzgehalte im Mündungsbereich der Nebenflüsse entsprechen den Veränderungen der angrenzenden Elbabschnitte. Bedingt durch den Einfluss des Oberwassers klingen die Veränderungen nach oberstrom rasch ab und sind daher im Wesentlichen im Mündungsbereich der Nebenflüsse wirksam. Salzgehaltsänderungen werden von der BAW für die Nebenflüsse Stör und Oste sowie für den Freiburger Hafenpriel angegeben. Angaben zu vorhabensbedingten Änderung der mittleren Salinität liegen für die Nebenflüsse nicht vor. In den übrigen Nebenflüssen sind keine vorhabensbedingten Veränderungen des Salzgehaltes zu erwarten oder diese liegen unterhalb des von der BAW definierten, messtechnisch zu erfassenden Schwellenwertes von 0,2 PSU (vgl. Planfeststellungsunterlage H.1a, Tabelle 5).

Die prognostizierten Veränderungen des Salzgehaltes werden im Gutachten „Wasser / Oberirdische Gewässer – Wasserbeschaffenheit / Stoffhaushalt“ aufgrund der unter dem Schwellenwert der BAW liegenden Änderungswerte bzw. aufgrund der starken natürlichen Variation der Salzgehalte als „ungeeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf die Salinität hervorzurufen“ bezeichnet (Planfeststellungsunterlage H.2a).

Die grundwasserrelevanten ausbaubedingten Änderungen in den einzelnen hydrogeologischen Gebietseinheiten sind Anhang III zu entnehmen.

5.2 Bewertungsmethodik

Ziel der Untersuchung ist es, die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Teilschutzgut Grundwasser zu prognostizieren und hinsichtlich ihres Erheblichkeitsgrades zu bewerten. Grundlage der Bewertung ist der Vergleich des bereits beschriebenen Ist-Zustandes (PIZ) mit den prognostizierten Auswirkungen / Veränderungen.

Die Auswirkungen werden im Hinblick auf ihre Intensität, die Dauer und ihre räumliche Ausdehnung bewertet (siehe auch Planfeststellungsunterlage E, Kapitel 1). Mögliche Auswirkungen auf das Teilschutzgut Grundwasser können den mengenmäßigen und den chemischen Zustand des Grundwassers betreffen.

Der Bewertungsansatz für das Grundwasser berücksichtigt hinsichtlich des mengenmäßigen Zustands folgende grundsätzliche Rahmenbedingungen:

- Maßgeblich für die Beurteilung ist eine vorhabensbedingte Veränderung der Wasseraustauschbeziehung (Infiltration von Grundwasser in die Elbe, Exfiltration von Elbwasser in das Grundwasser), die zu Veränderungen des mengenmäßigen Zustandes eines Grundwasserkörpers führen kann.
- Aufgrund der prognostizierten Veränderungen des mittleren Tidemittelwassers von max. 0,01 m sind vorhabensbedingte Veränderungen des Grundwasserstands und der Grundwasserströmung oberhalb messtechnisch relevanter Größen auszuschließen.
- Eine Beurteilung möglicher Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand des Grundwassers erfolgt wie in Tab. 5.2-1 dargestellt im Zusammenhang mit der Veränderung von Infiltrationsbedingungen in den Grundwasserkörper.

Tab. 5.2-1: Einstufung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Grundwassermenge

negative Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand		positive Auswirkungen auf den mengenmäßigen Zustand		
deutlich negativ	gering negativ	neutral	gering positiv	deutlich positiv
vorhabensbedingte Reduzierung des Wasserhaushaltes eines GWK um mehr als ca. 5 % aufgrund veränderter Infiltrationsbedingungen	vorhabensbedingte Reduzierung des Wasserhaushaltes eines GWK von ca. 1 bis 5 % aufgrund veränderter Infiltrationsbedingungen	vorhabensbedingte Veränderung des Wasserhaushaltes eines GWK < ca. 1 % aufgrund veränderter Infiltrationsbedingungen	vorhabensbedingte Erhöhung des Wasserhaushaltes eines GWK von ca. 1 bis 5 % aufgrund veränderter Infiltrationsbedingungen	vorhabensbedingte Erhöhung des Wasserhaushaltes eines GWK um mehr als ca. 5 % aufgrund veränderter Infiltrationsbedingungen
Erläuterung: GWK = Grundwasserkörper				

Der Bewertungsansatz hinsichtlich des chemischen Zustandes berücksichtigt folgende grundsätzliche Voraussetzungen:

- Maßgeblich für die Beurteilung ist eine vorhabensbedingte Wirkung, die zu einer Veränderung des chemischen Zustands des Grundwassers führen kann. Vorhabensbedingte Wirkungen können von einem vorhabensbedingten Veränderung des chemischen Zustandes der Elbe bzw. von einer veränderten Wasseraustauschbeziehung zwischen Elbe und Grundwasser ausgehen.
- Negative Auswirkungen auf die Schadstoffgehalte sind gemäß Planfeststellungsunterlage H.2a nicht zu erwarten. In diesem Zusammenhang sind einzig vorhabensbedingte Veränderungen der Salz- bzw. Brackwasserverhältnisse zu nennen, für die in geringem Maße grundwasserrelevante Änderungen prognostiziert werden (Planfeststellungsunterlage H.1a). Eine Beurteilung möglicher Auswirkungen auf den chemischen Zustand des Grundwassers erfolgt daher wie in Tab. 5.2-2 dargestellt im Zusammenhang mit einer möglichen Veränderung der Salinität im Grundwasserkörper.
- Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf den chemischen Zustand des Grundwassers können sich darüber hinaus theoretisch durch die Verbringung stofflich belasteten Baggermaterials ergeben. Mögliche Auswirkungen auf den Grundwasserkörper werden in der nachfolgenden Prognose verbal argumentativ beurteilt.

Tab. 5.2-2: Einstufung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Grundwassergüte

negative Auswirkungen auf den chemischen Zustand		positive Auswirkungen auf den chemischen Zustand		
deutlich negativ	gering negativ	neutral	gering positiv	deutlich positiv
vorhabensbedingte Zunahme des Salzgehaltes im Grundwasser um mehr als ca. 5 %	vorhabensbedingte Zunahme des Salzgehaltes im Grundwasser um ca. 1 - 5 %	vorhabensbedingte Änderung des Salzgehaltes im Grundwasser um < ca. 1 %	vorhabensbedingte Abnahme des Salzgehaltes im Grundwasser um ca. 1 - 5 %	vorhabensbedingte Abnahme des Salzgehaltes im Grundwasser um mehr als ca. 5 %

Der Grad der Erheblichkeit der vorhabensbedingten Auswirkungen für den Grundwasserhaushalt und die Grundwassergüte ergibt sich je nach Empfindlichkeit (s. Kap. 3.2) aus dem Verschnitt des Grades der Veränderung mit der Dauer der Auswirkung (s. Tab. 5.2-3).

Tab. 5.2-3: Grad der Erheblichkeit der vorhabensbedingten Auswirkungen für den mengenmäßigen und den chemischen Zustand des Grundwassers

	Grad der Veränderung	Dauer der Auswirkung		
		kurzfristig	mittelfristig	langfristig
Hohe Empfindlichkeit	deutlich negativ	unerheblich negativ	erheblich negativ	erheblich negativ
	gering negativ	unerheblich negativ	unerheblich negativ	erheblich negativ
	neutral	neutral	neutral	neutral
	gering positiv	unerheblich positiv	unerheblich positiv	erheblich positiv
	deutlich positiv	unerheblich positiv	erheblich positiv	erheblich positiv
Mittlere Empfindlichkeit	deutlich negativ	unerheblich negativ	unerheblich negativ	erheblich negativ
	gering negativ	neutral	unerheblich negativ	unerheblich negativ
	neutral	neutral	neutral	neutral
	gering positiv	neutral	unerheblich positiv	unerheblich positiv
	deutlich positiv	unerheblich positiv	unerheblich positiv	erheblich positiv
Geringe Empfindlichkeit	deutlich negativ	neutral	unerheblich negativ	unerheblich negativ
	gering negativ	neutral	neutral	unerheblich negativ
	neutral	neutral	neutral	neutral
	gering positiv	neutral	neutral	unerheblich positiv
	deutlich positiv	neutral	unerheblich positiv	unerheblich positiv

Entscheidend für die Bewertung des „Grads der Erheblichkeit“ sind primär der „Grad der Veränderung“ und die Dauer der Auswirkung“. Die „räumliche Ausdehnung der Auswirkung“ fließt nicht direkt in die Bewertung des „Grads der Erheblichkeit“ ein, sondern wird ergänzend als Beschreibung der von der Auswirkung betroffenen Fläche dargestellt.

5.3 Prognose bei Verwirklichung des geplanten Vorhabens

Die Prognose für das Schutzgut Grundwasser bei Verwirklichung des geplanten Vorhabens und die sich daraus ergebenden prognostischen Abschätzungen und Aussagen zur Auswirkung auf die Ressource Grundwasser sowie die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen werden auf der Grundlage der zum Ist-Zustand ermittelten Daten und Wirkungszusammenhänge getroffen. Die grundwasserrelevanten Eigenschaften (vgl. Kap. 5.1.2) der geplanten Fahrrinnenanpassung leiten sich im Wesentlichen aus der Beschreibung des geplanten Vorhabens (Planfeststellungsunterlage Teil B.2) sowie dem Gutachten zu ausbaubedingten Änderungen von Hydrodynamik und Salztransport (Planfeststellungsunterlage H.1a) ab.

Ergänzend wurden für zwei charakteristische Ausgangssituationen je eine Simulationsrechnung mit dem Finite-Differenzen-Modell MODFLOW berechnet. In den Modellen sind der Zustrom von Grundwasser von der Geest, die Grundwasserneubildung, die Wasserhaltung in der Marsch, die Grundwasserentnahme und der Austausch von Grund- und Elbwasser über die Elbsohle als maßgebliche Wasserhaushaltsgrößen der Systeme berücksichtigt. Eine Dokumentation der Modelle findet sich in Anhang IV.

Im Rahmen der Beschreibung und Bewertung der vorhabensbedingten Auswirkungen wird jeweils unterschieden zwischen bau-, anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen.

Die Prognose bei Nicht-Durchführung des Vorhabens (Nullvariante) erfolgt schutzgutübergreifend im zusammenfassenden UVU-Bericht (Planfeststellungsunterlage E).

5.3.1 Beschreibung und Bewertung der grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Im Folgenden werden die grundwasserrelevanten Wirkungen der geplanten Fahrrinnenanpassung, die theoretisch geeignet sind, Auswirkungen auf die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen zu entfalten beschrieben und anhand der in Kapitel 5.2 dargestellten Methodik bewertet. Ergänzend erfolgt in Anhang III eine vertiefte Darstellung der entsprechenden Sachverhalte für die einzelnen hydrogeologischen Gebietseinheiten (hG).

5.3.1.1 Baubedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Baubedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Grundwasser sind im Rahmen der Nassbaggerarbeiten durch die Entnahme und Ablagerung von Sedimenten möglich. Im Einzelnen können Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen durch:

- die Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle,
- die Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Schluff, Mergel) an der Elbsohle,
- die Verbringung von Baggermaterial im Rahmen des Strombau- und Verbringungskonzeptes und
- begleitende Baumaßnahmen (Vorsetze Köhlbrandkurve, Warteplatz Brunsbüttel)

auftreten.

Durch die **Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle** im Bereich der durchzuführenden Baggerungen kommt es in den betroffenen Bereichen vorübergehend zu einer Erhöhung der Sohdurchlässigkeit der Elbe und zu einer Verstärkung des hydraulischen Zusammenhangs zwischen Elbwasser und Grundwasser. Dieses kann einen verstärkten Eintritt von Elbwasser in den Grundwasserleiter bewirken. Dadurch würde es zu einer befristeten Änderung der Grundwasserströmungsverhältnisse kommen. Nach Beendigung der Baggerungen wird sich die Kolmationsschicht voraussichtlich in einem Zeitraum von mehreren Wochen bis zu einem Jahr wieder so ausbilden, dass keine wesentlichen Abweichungen vom Ist-Zustand bestehen bleiben.

Bei den Prognoserechnungen mit den zwei schematisierten Grundwassermodellen (Finite-Differenzen-Modell MODFLOW) wurde jeweils eine Situation mit einer im Bereich der Fahrrinne entfernten Kolmationsschicht (Sohldurchlässigkeit = Durchlässigkeit des an der Sohle anstehenden Lockergesteins) und eine Situation mit regenerierter Kolmationsschicht ($k_f = 1 \cdot 10^{-6}$) berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Entfernung der Kolmationsschicht im Fahrrinnenbereich nur einen sehr geringen Einfluss auf die hydraulische Situation hat. Dies gilt auch für unterschiedliche Ausgangssituationen (Elbbreite, Fahrrinnenbreite, Geologie, Wasserhaltung, Wasserentnahme) wie sie durch die beiden Modelle abgebildet werden.

Die in diesem Zusammenhang zu erwartenden Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit sind so gering, dass keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Grundwassers auftreten werden.

Es sind daher durch die Entfernung der Kolmationsschicht keine erheblichen Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen zu erwarten.

Die **Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten** (Klei, Schluff, Mergel) **an der Elbsohle** kann lokal ebenfalls zu einer Erhöhung der Sohdurchlässig-

keit der Elbe und zu einer dauerhaften Verstärkung des hydraulischen Zusammenhanges zwischen Elbwasser und Grundwasser führen. Sofern dies in Bereichen geschieht, die vorher großräumig durch geringdurchlässige Schichten abgedichtet waren und in denen dann erstmalig ein Kontakt zu den benachbarten Grundwasserleitern hergestellt wird, kann hieraus eine Änderung der Grundwasserströmungsverhältnisse und der Grundwasserbeschaffenheit resultieren.

Im Rahmen der geplanten Baggerungen werden insbesondere in den Bereichen:

- Hamburg / Wedel (Elbe-km 630 – 645),
- Twielenfleth (Elbe-km 651 – 654)
- Krautsand / Rhinplatte (Elbe-km 669 – 675)
- zwischen Brunsbüttel und der Ostemündung (Elbe-km 690 – 705),
- Otterndorf / Medemrinne (Elbe-km 710 – 715)

kleinräumig geringdurchlässige Schichten (Klei, Schluff, Mergel) an der Elbsohle entfernt oder teilweise abgetragen.

Der hydraulische Kontakt zwischen Elbwasser und Grundwasser ist jedoch auf Grund der bestehenden Untergrundverhältnisse bereits im Ist-Zustand so weitgehend, dass aus den lokal auftretenden Verstärkungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbe und Grundwasser keine mess- und beobachtbaren Änderungen der Grundwasserströmungsverhältnisse und der Grundwasserbeschaffenheit entstehen werden.

Es sind daher durch die lokal auftretende Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten an der Elbsohle **keine erheblichen Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

Durch die baubedingte **Verbringung von Baggermaterial im Rahmen des Strombau- und Verbringungskonzeptes** kann es im Gewässer theoretisch zu Veränderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser sowie zu einer Zunahme der Schadstoffbelastung kommen. Außerhalb des Gewässers kann es in Zusammenhang mit der Ablagerung von Baggergut zur Einsickerung von Wasser aus den geplanten Spülfeldern in das Grundwasser mit Auswirkungen auf den mengenmäßigen und chemischen Zustand des Grundwassers kommen.

Bindige Böden, die geeignet wären eine deutliche Veränderung des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser herbeizuführen, werden im grundwasserrelevanten Kontaktbereich zwischen Elbe und dem Grundwasser nur an wenigen Stellen abgelagert. So wird z.B. nur auf den im Elbmündungsbereich liegenden (und damit nicht grundwasserrelevanten) Unterwasserablagerungsflächen Mergel und Feinsand eingebracht, während an der Sohle der Unterelbe überwiegend nur sandiges Material eingebracht wird. Im Rahmen der Uferverspülungen wird vorwiegend sandiges Material unterschiedlicher Körnung verwendet. Die Umlagerungsstellen im Elbmündungsbereich bleiben aufgrund ihrer Lage im Elbmündungsbereich ohne Auswirkungen auf das Grundwasser. Mit der vorgesehenen Übertiefenverfüllungen vor St.

Margarethen wird jedoch Mergel und damit ein geringdurchlässiges Baggermaterial abgelagert, der den hydraulischen Kontakt zwischen dem Elbwasser und dem Grundwasser im Bereich der Einlagerung lokal verändert.

Ausschlaggebend für die Beurteilung der Verbringung des Baggermaterials hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf das Grundwasser ist jedoch die Tatsache, dass durch die im Verhältnis zum Gesamtsystem nur lokal wirksamen Ablagerungen keine relevanten Änderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen dem Elbwasser und dem Grundwasser und daher keine Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten sind. Durch die Verbringung von Baggermaterial im Gewässer sind daher keine messbaren Veränderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser zu erwarten. Die Auswirkungen werden dementsprechend als **neutral** beurteilt.

Durch die Verbringung des Baggergutes sind keine Zunahmen der mittleren spezifischen Schadstoffgehalte an den Verbringungsflächen zu erwarten (Planfeststellungsunterlage H.2b). Diese Beurteilung gilt für die Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne Ost jedoch nur unter der Bedingung, dass oberflächennah keine spezifisch hoch belasteten Sedimente eingebaut werden. Der Bereich der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne Ost ist elbwassergeprägt. Eine horizontale Grundwasserbewegung findet nicht statt. Daher sind keine Stofftransporte aus dem Bereich der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne Ost in die Grundwasserkörper der angrenzenden hydrogeologischen Gebietseinheiten zu erwarten. Die Auswirkungen durch die Verbringung des Baggergutes auf das Grundwasser werden dementsprechend insgesamt als **neutral** beurteilt.

Durch die Ablagerung von Baggergut auf einem ca. 62 ha großen Spülfeld auf der Elbinsel Schwarztonnensand kommt es zu einer Durchsickerung des Spülgutes und der Spülkörperbasis. Das Wasser dringt in den Grundwasserkörper der Elbinsel ein und strömt lateral der Elbe zu (vgl. Planfeststellungsunterlage H.3). Da im Spülfeldbereich überwiegend Sande die Spülfeldbasis bilden, ist die Sickerrate unter dem Spülfeldkörper hoch. Über die Insel hinausgehende Auswirkungen auf das Grundwasser sind auszuschließen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Insel in ihrer heutigen Ausprägung aus Aufspülungen hervorgegangen ist, der nicht vorhandenen Grundwassernutzung und dem engen Kontakt des Inselgrundwassers zum Elbwasser werden die Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt als **neutral** beurteilt. Hinsichtlich der im Sickerwasser zu erwartenden Inhaltsstoffe wird davon ausgegangen, dass diese bereits im Grundwasserleiter und dem Porenwasser der Elbsedimente in vergleichbarer Menge vorhanden sind. Die Auswirkungen des geplanten Spülfeldes auf die Grundwasserbeschaffenheit werden daher ebenfalls als **neutral** eingestuft.

Durch die baubedingte Verbringung des Baggermaterials im Rahmen des Strombau- und Verbringungskonzeptes sind daher **keine erheblichen Auswirkungen auf das**

Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen zu erwarten.

Im Zusammenhang mit den **begleitenden Baumaßnahmen** sind Auswirkungen der Vorsetze im Bereich der Köhlbrandkurve und des Warteplatzes vor dem Elbehafen Brunsbüttel auf das Grundwasser nicht von vornherein völlig auszuschließen.

Durch die Vorsetze wird eine Spundwand in der Elbe installiert, die jedoch auf Grund ihrer Abmessungen und ihrer Lage vor der eigentlichen Uferlinie keine mess- und beobachtbaren Änderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser bewirken wird.

Der hydraulische Kontakt zwischen Elbwasser und Grundwasser ist auf Grund der bestehenden Untergrundverhältnisse bereits im Ist-Zustand so weitgehend, dass auch aus einem evtl. lokal verstärkten hydraulischen Kontakt im Bereich des Warteplatzes keine mess- und beobachtbaren Änderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser entstehen werden.

Durch die begleitenden Baumaßnahmen sind daher keine erheblichen Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen zu erwarten.

5.3.1.2 Anlagebedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Anlagebedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens können evtl. durch die veränderte Gewässertopographie und die daraus resultierenden Änderungen der Tidedynamik und der Salinität auftreten. Dabei sind die prognostizierten

- Änderungen der grundwasserwirksamen Elbwasserstände und
- der Salinität

von Bedeutung für mögliche Auswirkungen der geplanten Fahrrinnenanpassung auf die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen.

Durch **Änderungen der grundwasserwirksamen Elbwasserstände** kann es zu Änderungen der Grundwasserstände und der Grundwasserströmungsverhältnisse kommen. In diesem Zusammenhang sind auch daraus resultierende Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit denkbar, die z.B. durch die zunehmenden Infiltration vorbelasteten Elbwassers in das Grundwasser bewirkt werden könnten.

Vorhabensbedingt werden von der BAW Änderungen des grundwasserwirksamen mittleren Tidemittelwassers (Tmw) zwischen -1 und $+1$ cm prognostiziert (vgl. Planfeststellungsunterlage H.1a).

Bei den Berechnungen mit den zwei schematisierten Grundwassermodellen wurde dementsprechend für die verschiedenen betrachteten Situationen jeweils eine Änderung des mittleren Tidemittelwassers der Elbe zwischen -1 cm und $+1$ cm (maximale prognostizierte Änderungen) angenommen. Der Höhe der Änderung des mittleren Tidemittelwassers entspricht den maximal im Modell resultierenden Änderungen des Grundwasserstandes. Diese treten im unmittelbaren Kontaktbereich des oberen Grundwasserleiters an der Elbsohle auf. Im Uferbereich beträgt die maximal zu erwartende Änderung des Grundwasserstandes bereits weniger als 1 cm und vermindert sich weiter mit zunehmender Entfernung vom Elbufer. Es sind somit keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Grundwasserstandes zu erwarten.

Hinsichtlich der Grundwasserhaushaltes ist durch die vorhabensbedingte Änderung des mittleren Tidemittelwassers für die Komponente des Wasserzustromes aus der Elbe in das Grundwasser mit Veränderungen zu rechnen. Berechnungen mit den zwei schematisierten Grundwassermodellen ergaben zu erwartende Veränderungen des Zustromes von maximal $4,1$ %. Das Vorzeichen der Änderung steht in Abhängigkeit zu dem der Änderung des Elbwasserstandes (geringeres mittleres Tidemittelwasser bedingt einen geringeren Zustrom und umgekehrt). Stellt man die berechneten relativen Änderungen des Wasserzustromes dem jeweiligen Gesamtzustrom (Zustrom aus Geest und Elbe) von Grundwasser in die Marsch gegenüber, ergeben sich maximal zu erwartende Änderungen von etwa $0,3$ %.

Der Grad der Veränderung durch diese Auswirkung des geplanten Vorhabens wird hinsichtlich der zu erwartenden Auswirkungen auf das Grundwasser (Wasserhaushalt

bzw. mengenmäßiger Zustand des Grundwassers) daher als **neutral** eingestuft. Damit können auch daraus resultierende Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit ausgeschlossen werden.

Die prognostizierten vorhabensbedingten Änderungen des grundwasserwirksamen Wasserstands in der Elbe und ihren Nebenflüssen werden daher für das Schutzgut Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen als **neutral und damit unerheblich** bewertet.

Die **Änderungen der Salinität** in der Elbe und ihren Nebenflüssen kann in den betroffenen Bereichen zu einem erhöhten Eintrag von Salzen in das Grundwasser und damit zu einer negativen Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit führen.

Die prognostizierten Änderungen der Salinität in der Elbe (vgl. Planfeststellungsunterlage H.1a) beschränken sich auf den Elb-Abschnitt zwischen km 650 und km 730. Die Änderungen reichen von $-0,2$ bis $+0,7$ PSU. Der Elbabschnitt zwischen km 690 und km 710 weist mit Änderungen von $0,5$ bis $0,7$ PSU die stärksten Änderungen auf. Vom Wehr Geesthacht bis Elbe-km 650 sind laut BAW (Planfeststellungsunterlage H.1a) keine vorhabensbedingten Veränderungen der Salzgehalte zu erwarten. Zwischen Elbe-km 650 und 655 liegen die vorhabensbedingten Veränderungen des mittleren Salzgehaltes deutlich unter $0,1$ PSU (Planfeststellungsunterlage H.1a und H.2a). Im daran angrenzenden Bereich bis Elbe-km 670 werden vorhabensbedingte Veränderungen des mittleren Salzgehaltes von bis zu $+0,1$ PSU und unterhalb von Elbe-km 670 bis etwa Elbe-km 720 von bis zu $+0,7$ PSU prognostiziert. Ab Elbe-km 720 bis Elbe-km 740 werden maximale Änderungen der mittleren Salzgehalte von $+0,2$ PSU vorhergesagt. Die obere Grenze der Brackwasserzone rückt bei niedrigem Oberwasserabfluss um ca. 1.400 m nach Oberstrom vor (ermittelt aus Längsschnitten entlang der Fahrrinnenmitte). In Bezug auf die Elbnebenflüsse werden Änderungen der Salinität nur für die relativ nordseenahen Nebenflüsse Oste und Stör sowie für den Freiburger Hafentriangel prognostiziert. Bedingt durch den Einfluss des Oberwassers klingen die Veränderungen nach oberstrom rasch ab und sind daher im Wesentlichen im Mündungsbereich der Nebenflüsse wirksam. In den übrigen Nebenflüssen sind keine vorhabensbedingten Veränderungen des Salzgehaltes zu erwarten oder diese liegen unterhalb des von der BAW definierten messtechnisch zu erfassenden Schwellenwertes von $0,2$ PSU (vgl. Planfeststellungsunterlage H.1a, Tabelle 5).

Die prognostizierten Veränderungen des Salzgehaltes werden im Gutachten „Wasser / Oberirdische Gewässer – Wasserbeschaffenheit / Stoffhaushalt“ aufgrund der unter dem Schwellenwert der BAW liegenden Änderungswerte bzw. aufgrund der starken natürlichen Variation der Salzgehalte insgesamt als „ungeeignet, mess- und beobachtbare Auswirkungen auf die Salinität hervorzurufen“ bezeichnet (Planfeststellungsunterlage H.2a).

Der Grad der Veränderung für das Grundwasser wird daher als neutral eingestuft. Gleichwohl werden im Folgenden die Empfindlichkeiten des Grundwassers und der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen dargestellt.

Die Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwassergüte variiert in dem von Salinitätsänderungen betroffenen Bereich (Elbe-km 650 bis 730) in Abhängigkeit vom Grundwassertyp (vgl. Kap. 3.2, Tab. 3.2-1 und Karte I-8).

Im überwiegenden Teil (hG 8, 9, 10, 11, 12, 13) des betroffenen Bereiches (Elbe-km 650 bis 730) weisen die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen eine nur geringe Empfindlichkeit gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwassergüte (Grundwasserbeschaffenheit) auf (vgl. Kap. 3.2).

Im Gegensatz dazu weisen die hydrogeologischen Gebietseinheiten 6 und 7 deutlich höhere Empfindlichkeiten gegenüber relativ geringen Änderungen der Grundwassergüte auf (vgl. Kap. 3.2). Im Alten Land (hG 6) weisen das Grundwasser als Ressource, Förderbrunnen für Trinkwasserzwecke, Wasserschutzgebiete (Schutzzone III) sowie grundwasserabhängige Landökosysteme und Schutzgebiete eine hohe Empfindlichkeit und Förderbrunnen für Lebensmittelzwecke sowie Ackerflächen und Dauerkulturen eine mittlere Empfindlichkeit auf. In der Seestermüher Marsch/Haseldorfer Marsch (hG 7) weisen Förderbrunnen für Trinkwasserzwecke und Wasserschutzgebiete (Schutzzone III) ebenfalls eine hohe Empfindlichkeit auf. Eine mittlere Empfindlichkeit weisen dort die Ressource Grundwasser, Förderbrunnen für Lebensmittelzwecke, Ackerflächen und Dauerkulturen sowie die grundwasserabhängigen Landökosysteme und Schutzgebiete auf.

Die Auswirkungen der prognostizierten Salinitätsänderungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen werden aufgrund des als neutral eingestuften Grades der Veränderung insgesamt als **neutral und damit unerheblich** eingestuft (vgl. Tab. 5.3-1).

5.3.1.3 Betriebsbedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Betriebsbedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Grundwasser können evtl. durch einen nach Abschluss der geplanten Ausbaubaggerungen möglicherweise geänderten Unterhaltungsbedarf auftreten. Im Einzelnen können derartige Auswirkungen durch:

- die ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbedarfes und
- die Verbringung des dabei anfallenden Baggermaterials auf Spülfelder auf der Elbinsel Pagensand

auftreten.

Durch eine ausbaubedingte **Erhöhung des Unterhaltungsbedarfes** würde es zu einer Verlängerung des Verlustes der Kolmationsschicht in der Fahrrinne kommen. Die möglicherweise ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbaggermengen wird bei Annahme ungünstiger Verhältnisse von der BAW mit ca. 10 % abgeschätzt (vgl. Unterlagen B.2 und H.1c). Grundannahme dieser Prognose ist, dass die derzeitige Strategie des Sedimentmanagements fortgesetzt wird. Um die ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbaggerungen zu minimieren, sollen jedoch geeignete Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, so dass mittel- bis langfristig von gegenüber dem Ist-Zustand nicht oder nur geringfügig erhöhten Unterhaltungsbaggermengen auszugehen ist.

Es ist daher kurzfristig und lokal begrenzt von einer Verlängerung des Verlustes der Kolmationsschicht in der Fahrrinne auszugehen. Die in diesem Zusammenhang zu erwartenden Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit sind so gering (s.o.), dass **keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Grundwassers** auftreten werden.

Es sind daher durch die zusätzliche Entfernung der Kolmationsschicht im Rahmen des ausbaubedingt erhöhten Unterhaltungsbedarfes **keine erheblichen Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

Durch die betriebsbedingte **Verbringung von Baggermaterial, das im Rahmen des ausbaubedingt erhöhten Unterhaltungsbedarfes anfällt** kann es in Zusammenhang mit der Ablagerung von Baggergut zur Einsickerung von Wasser aus den geplanten Spülfeldern auf Pagensand in das Grundwasser mit Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwassergüte kommen.

Das im Rahmen der ausbaubedingt erhöhten Unterhaltungsbaggerungen anfallende Baggergut soll auf zwei bereits bestehende und ein zusätzlich anzulegendes Spülfeld auf Pagensand verbracht werden.

Durch die Ablagerung von Baggergut auf den insgesamt ca. 37 ha großen Spülfeldern auf der Elbinsel Pagensand sind im Hinblick auf mögliche Auswirkungen auf das Grundwasser unterschiedliche Effekte zu erwarten. Über die Insel hinausgehende Auswirkungen auf das Grundwasser sind auszuschließen.

Für die Spülfelder Pagensand I und II ist aufgrund der geringdurchlässigen Spülkörperbasis ein lateraler Abfluss mit Austritt des Wassers im Fußbereich der Spüldämme zu rechnen. Die Sickerrate beträgt dort ca. 300 mm/a (Planfeststellungsunterlage H.3). Eine Einsickerung in das Grundwasser wird nur in sehr geringem Umfang erfolgen.

Das geplante Spülfeld Pagensand III weist keine stauenden Schichten im Untergrund auf, so dass das Wasser nach Durchsickerung des Spülgutes und der Spülkörperbasis in den Grundwasserkörper der Elbinsel eindringt und lateral der Elbe zuströmt. Über die Insel hinausgehende Auswirkungen auf das Grundwasser sind auszuschließen. Die Sickerrate ist hoch. Sie beträgt im langjährigen Mittel ca. 450 mm/a (Planfeststellungsunterlage H.3). Aufgrund der Tatsache, dass bereits weite Teile der Insel aufgespült sind, der fehlenden Grundwassernutzung und dem engen Kontakt des Inselgrundwassers zum Elbwasser werden die Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt als **neutral** beurteilt. Hinsichtlich der im Sickerwasser zu erwartenden Inhaltsstoffe wird davon ausgegangen, dass diese bereits im Grundwasserleiter und dem Porenwasser der Elbsedimente in vergleichbarer Menge vorhanden sind. Die Auswirkungen des geplanten Spülfeldes auf die Grundwasserbeschaffenheit werden daher ebenfalls als **neutral** eingestuft.

Durch die Verbringung des betriebsbedingt zusätzlich anfallenden Baggermaterials sind **keine erheblichen Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

5.3.2 Zusammenfassende Darstellung der grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens

Die folgende Tabelle 5.3-1 stellt die grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens und ihre Bewertung zusammenfassend dar.

Insgesamt sind damit durch das geplante Vorhaben für die Ressource Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten. Weder für den mengenmäßigen Zustand (Grundwasserhaushalt) noch für den chemischen Zustand (Grundwasserbeschaffenheit) kommt es durch das geplante Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen (s. Tab. 5.3-1).

Tab. 5.3-1: Vorhabensbedingte Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen

Wirkungszusammenhang		Beschreibung und Bewertung der Auswirkung		
Vorhabenswirkung (Ursache)	Auswirkung	Grad der Veränd. Dauer der Ausw. Räuml. Ausd.	auswirkungsbezogene Empfindlichkeit	Erheblichkeit
Baubedingte Auswirkungen				
Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle durch Baggerungen	- Erhöhung der Sohdurchlässigkeit und Erhöhung bzw. Verringerung der Infiltration von Elbwasser ins Grundwasser	neutral	keine	neutral
Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten (Klei, Schluff, Mergel) an der Elbsohle durch Baggerungen	- Erhöhung der Sohdurchlässigkeit und Erhöhung bzw. Verringerung der Infiltration von Elbwasser ins Grundwasser	neutral	keine	neutral
Verbringung von Baggermaterial im Rahmen des Strombau- und Verbringungskonzeptes	- Verringerung der Sohdurchlässigkeit der Elbe	neutral	keine	neutral
	- Infiltration von Wasser aus dem geplanten Spülfeld Schwarztonnensand in das Grundwasser	neutral	keine	neutral
Begleitende Baumaßnahmen (Vorsetze, Warteplatz)	- Veränderung der Sohdurchlässigkeit der Elbe	neutral	keine	neutral
Anlagebedingte Auswirkungen				
Änderungen der grundwasserwirksamen Elbwasserstände als Folge der Ausbaumaßnahmen	- Erhöhung bzw. Verringerung der Infiltration von Elbwasser ins Grundwasser	neutral	keine	neutral
Änderungen der Salinität als Folge der Ausbaumaßnahmen	- Erhöhung bzw. Verringerung der Infiltration von vorbelastetem Elbwasser ins Grundwasser	Elbe-km 650-670: neutral	keine	neutral
		Elbe-km 670-720: neutral	keine	neutral
		Elbe-km 720-740: neutral	keine	neutral
Betriebsbedingte Auswirkungen				
Erhöhter Unterhaltungsbedarf als Folge der Ausbaumaßnahmen	- Erhöhung der Sohdurchlässigkeit und Erhöhung bzw. Verringerung der Infiltration von Elbwasser ins Grundwasser	neutral	keine	neutral
Verbringung des Unterhaltungsbaggergutes auf Spülfelder	- Infiltration von Wasser aus den geplanten Spülfeldern auf der Elbinsel Pagensand in das Grundwasser	neutral	keine	neutral

6. HINWEISE ZU MÖGLICHKEITEN DER VERMEIDUNG UND VERMINDERUNG VON AUSWIRKUNGEN

Die prognostizierten ausbaubedingten Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Grundwasser sind sehr gering und führen nicht zu einer Beeinträchtigung des Grundwassers und der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen. Aus diesem Grunde sind grundsätzlich keine Minderungsmaßnahmen erforderlich.

Allerdings bestehen in der Art der Ausführung der geplanten Maßnahme mögliche zusätzliche Risiken. Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass bei der vorliegenden Prognoseuntersuchung von folgenden Randbedingungen ausgegangen wird:

- Kein Einbringen von salzhaltigem Baggergut in Süßwasserbereiche, da dies in Bereichen hoher Sohldurchlässigkeit zu einem Eintrag von Salzen in das Grundwasser führen kann.
- Kein Einbringen von anderweitig vorbelastetem Baggergut in Bereiche, für die eine Infiltration in das Grundwasser zu befürchten ist.

7. WISSENSLÜCKEN

Im Folgenden werden gemäß § 6 Abs 4 UVPG Schwierigkeiten bei der Zusammenstellung der Angaben zum Teilschutzgut Grundwasser und bestehende Wissenslücken dargestellt.

Die vorhabensbedingten Effekte auf das Grundwasser im Bereich der Nebenflüsse lassen sich nicht exakt prognostizieren, da für viele Nebenflüsse keine detaillierten Informationen darüber vorliegen, in welcher Intensität hydraulischer Kontakt zwischen den Nebenflüssen und dem Grundwasser besteht. Da diese Informationen mit vertretbarem Aufwand nicht zu erheben sind, wird im Rahmen des vorliegenden Fachgutachtens davon ausgegangen, dass im Bereich der Geest und in den Randbereichen zwischen Geest und Marsch ein hydraulischer Kontakt besteht. In Marschbereichen, in denen größere Mächtigkeiten des Kleis vorliegen, besteht wahrscheinlich kein hydraulischer Kontakt.

Für die Nebenflüsse liegen keine Angaben zu den Änderungen der grundwasserwirksamen mittleren Tidemittelwasserständen und Salzgehalte vor. Die erforderlichen Angaben werden daher aus den entsprechenden Werten der angrenzenden Elbab-schnitte sowie den vorliegenden Werten der Änderungen der entsprechenden Maximal-, Minimal- und Varianzwerte abgeleitet.

8. ALLGEMEINVERSTÄNDLICHE ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der geplanten weiteren Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe wurde die BWS GmbH beauftragt, den Fachbeitrag zum Teilschutzgut Grundwasser zu erstellen. Ziel der Untersuchungen war es, für die geplante Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe festzustellen, ob und in welchem Umfang sich möglicherweise Nutzungskonflikte mit dem Teilschutzgut Grundwasser einschließlich der grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen ergeben können.

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Elbmarschen von Cuxhaven (Stromkilometer 730) bis Geesthacht (Stromkilometer 586) in den Bundesländern Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg. Die Elbmarschen weisen besonders tief liegende Flächen auf, die von durchschnittlich ca. 2 m NN im Osten bei Geesthacht auf ca. - 1 m NN im Westen im Bereich der Wilster Marsch und des Kehdinger Landes abfallen. Seitlich wird dieser Bereich durch den Anstieg zur Geest auf ca. 20 bis 40 m NN begrenzt.

Die großflächigen Marsch- und Niedermoorbereiche des Untersuchungsgebietes mit ihrem typischen Wasserhaushalt (Polder- und Grabenwasserhaltung) und ihrer überwiegenden Nutzung als Grünland werden seitlich begrenzt durch Geestrandmoore und/oder sandige Vorgeestbereiche. Daran schließen sich außerhalb des Untersuchungsgebietes die morphologisch höher liegenden Moränenbereiche der Geest mit einer trockeneren hydrologischen Charakteristik an.

Das Untersuchungsgebiet wurde in 14 hydrogeologische Gebietseinheiten unterteilt. Innerhalb dieser Gebietseinheiten wurde jeweils der mögliche bzw. bestehende Einflussbereich der Elbe abgegrenzt. Weiterhin wurde durch die Unterscheidung von drei Grundwassertypen die bestehende, regional unterschiedliche geogene Versalzung des Grundwassers anhand des Cl-Gehaltes berücksichtigt.

Die in den Elbmarschen vorhandenen Grundwasservorkommen und grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen wurden vor dem Hintergrund der bestehenden hydrologischen und hydrochemischen Verhältnisse in der Marsch auf ihre Empfindlichkeit im Hinblick auf geringe Änderungen der Elbhydrologie und der Wasserbeschaffenheit der Elbe untersucht und jeweils einer hohen, mittleren oder geringen Empfindlichkeit zugeordnet.

Überwiegend weisen die Flächen eine geringe bis mittlere Empfindlichkeit gegenüber möglichen grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf. Kleinstflächig bestehen hohe Empfindlichkeiten in den Bereichen Süderelbmarsch, Elmsborn, Uetersen, Haseldorfer Marsch und Curslack. Diese Flächen entsprechen hauptsächlich den Standorten von Wasserwerksbrunnen mit ausgewiesener Schutzzone III. Die Ressource Grundwasser wird lediglich in der Süderelbmarsch als hoch empfindlich eingestuft.

Durch die geplante Fahrrinnenanpassung kann es theoretisch zu Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen

kommen. Die Prognosen der grundwasserrelevanten Auswirkungen des geplanten Vorhabens beruhen im Wesentlichen auf der Vorhabensbeschreibung des Projektbüros Fahrrinnenanpassung und auf den von der BAW prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der Tidewasserstände und der Salinität in der Elbe und den Elbenflüssen. Zu unterscheiden sind bau-, anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen.

Baubedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens können theoretisch durch:

- die Entfernung der Kolmationsschicht an der Elbsohle,
- die Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten an der Elbsohle,
- die Verbringung von Baggermaterial und
- begleitende Baumaßnahmen

auftreten. Konkret sind die zu erwartenden Auswirkungen auf das Grundwasser wie folgt zu beurteilen.

Die in Zusammenhang mit der Entfernung der Kolmationsschicht zu erwartenden Auswirkungen sind so gering, dass keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Grundwasserhaushalts und der Grundwasserbeschaffenheit auftreten werden.

Der hydraulische Kontakt zwischen Elbwasser und Grundwasser ist auf Grund der bestehenden Untergrundverhältnisse bereits im Ist-Zustand so weitgehend, dass durch die kleinräumige Entfernung bzw. Verringerung geringdurchlässiger Schichten im Rahmen der Baumaßnahmen ebenfalls keine mess- und beobachtbaren Änderungen der Grundwasserströmungsverhältnisse und der Grundwasserbeschaffenheit entstehen werden.

Die Verbringung von Baggermaterial im Gewässer bewirkt keine messbaren Veränderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser. Durch die Ablagerung von Baggergut auf der Elbinsel Schwarztunnensand kommt es zu einer Durchsickerung des Spülgutes und der Spülkörperbasis. Das Wasser dringt in den Grundwasserkörper der Elbinsel ein und strömt der Elbe zu. Aufgrund der Tatsache, dass die Insel in ihrer heutigen Ausprägung aus Aufspülungen hervorgegangen ist, der nicht vorhandenen Grundwassernutzung und dem engen Kontakt des Inselgrundwassers zum Elbwasser werden die Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit als neutral beurteilt. Über die Insel hinausgehende Auswirkungen auf das Grundwasser sind auszuschließen.

Durch die begleitenden Baumaßnahmen werden entweder keine mess- und beobachtbaren Änderungen des hydraulischen Kontaktes zwischen Elbwasser und Grundwasser bewirkt oder der hydraulische Kontakt ist auf Grund der bestehenden Untergrundverhältnisse bereits im Ist-Zustand so weitgehend, dass keine mess- und beobachtbaren Auswirkungen auf das Grundwasser entstehen werden.

Es sind daher durch das geplante Vorhaben **keine erheblichen baubedingten Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

Anlagebedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens können theoretisch durch die:

- Änderungen der grundwasserwirksamen Elbwasserstände und
- der Salinität

auftreten. Konkret sind die zu erwartenden Auswirkungen auf das Grundwasser wie folgt zu beurteilen.

Die prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der grundwasserströmungswirksamen Wasserstände sind sehr gering. Sie werden von der natürlichen Variabilität der Wasserstandsschwankungen deutlich überlagert. Auch die prognostizierten Änderungen der Salinität in der Elbe und ihren Nebenflüssen sind gering. Sie liegen innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite der Salinitätsgehalte in der Elbe und ihren Nebenflüssen. Erhebliche anlagebedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit sind nicht zu erwarten.

Durch das geplante Vorhaben sind daher **keine erheblichen anlagebedingten Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

Betriebsbedingte Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Grundwasser können theoretisch durch:

- die ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbedarfes und
- die Verbringung des dabei anfallenden Baggermaterials auf Spülfelder auf der Elbinsel Pagensand

auftreten. Konkret sind die zu erwartenden Auswirkungen auf das Grundwasser wie folgt zu beurteilen.

Die in Zusammenhang mit der vorübergehenden Erhöhung der Unterhaltungsabgängen zu erwartenden Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit sind so gering, dass keine mess- und beobachtbaren Veränderungen des Grundwassers auftreten werden.

Durch die Ablagerung von Baggergut auf der Elbinsel Pagensand kommt es entweder zu einer Durchsickerung des Spülgutes und der Spülkörperbasis oder zu einem Austritt des Sickerwassers im Fußbereich des Spülfelddämme. Das Wasser dringt in den Grundwasserkörper der Elbinsel ein und strömt lateral der Elbe zu oder es fließt oberflächlich zur Elbe ab. Aufgrund der Tatsache, dass die Insel in ihrer heutigen Ausprägung aus Aufspülungen hervorgegangen ist, der nicht vorhandenen Grundwassernutzung und dem engen Kontakt des Inselgrundwassers zum Elbwasser werden die Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt und die Grundwasserbeschaffenheit als neutral beurteilt. Über die Insel hinausgehende Auswirkungen auf das Grundwasser sind auszuschließen.

Durch das geplante Vorhaben sind daher **keine erheblichen betriebsbedingten Auswirkungen auf das Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen** zu erwarten.

Fazit

Insgesamt sind durch das geplant Vorhaben für das Schutzgut Grundwasser und die grundwasserabhängigen Nutzungen und Naturfunktionen keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten. Weder für den mengenmäßigen Zustand (Grundwasserhaushalt) noch für den chemischen Zustand (Grundwasserbeschaffenheit) kommt es durch das geplante Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen.

Hamburg, im Dezember 2006



L. Krob
(Dipl.-Geogr.-Hydr.)



R. Günzel
(Dipl.-Ing.)